

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS**

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

**DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO  
INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS  
PLĖTROS TYRIMAI**

Laivybos ir uostų inžinerijos magistrantūros studijų programos baigiamasis darbas

Darbo autorius:

JMNLUI20 gr. stud. Milana Ščerbiakovaitė

Vadovas:

Doc. Dr. Birutė Plačienė

Klaipėda, 2022

## SANTRAUKA

Ščerbiakovaitė M. Daugiafunkcinio terminalo infrastruktūros ir superstruktūros plėtros tyrimai. Laivybos ir uostų inžinerijos studijų programos magistro baigiamasis darbas. Darbo vadovas: doc. dr. Birutė Plačienė, Klaipėdos Universitetas: Klaipėda, 2022, 64 p.

Raktažodžiai: durpės, metalo laužas, grūdai, srautas, krantinė, terminalas, infrastruktūra, superstruktūra, plėtra.

Šiame magistro baigiamajame darbe nagrinėjami birūs kroviniai, jų klasifikacija, charakteristikos. Taip pat analizuojami birių krovinių terminalai, krovos įranga. Apžvelgiami Rytinės Baltijos jūros uostų grūdų srautai. Analizuojamas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ durpių, grūdų, metalo laužo srautas, krovos technika.

Magistro baigiamajame darbe apskaičiuojamas: birių krovinių srautas - durpių, grūdų, metalo laužo UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 metais; krantinės pralaidumas bei įvertinamas reikalingas terminalo plotas norint sandėliuoti 2026 metų prognozuojamą optimistinį krovinių srautą. Nustatomas laivų ir terminalo įrangos emisijos kiekiai. Taip pat atliekama terminalo SSGG analizė.

## SUMMARY

Ščerbiakovaitė M. Research on the development of Multi-Purpose terminal infrastructure and superstructures. Thesis of Shipping and Port engineering master degree program. Supervisor: doc. dr. Birutė Plačienė, Klaipėda University, Klaipėda, 2022, 64 p.

Keywords: peats, scrap metal, grains, flow, quay, terminal, infrastructure, superstructure, development.

This master thesis examines bulk cargoes, their classification and characteristics. Also analyzes bulk cargo terminals and handling equipments. An overview of grain flows in the ports of the Eastern Baltic sea. Analyzes the peat, scrap metal and grain flow and handling equipment of JSC „Kaminera cargo handling“.

The master's thesis calculates: peat, scrap metal and grain flow at JSC „Kaminera cargo handling“ in 2022 – 2026 years; berth permeability, estimate the area of the terminal to storage optimistic amount of cargo in 2026. Determined emissions from ships and terminal equipment. Also performed SWOT analysis of the terminal.

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Birių krovinių transportavimo srautas tarptautinėje prekyboje 2015 – 2021 m. ....	14
2 pav. Klaipėdos jūrų uosto krovos kompanijų rinkos dalis .....	20
3 pav. Grūdų srautas Klaipėdos jūrų uoste 2011 – 2021 metais.....	21
4 pav. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ teritorijos planas .....	22
5 pav. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krovinių srautas 2016 – 2021 metais .....	23
6 pav. Metalų laužo ir grūdų srautas 2016 – 2021 m. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ .....	24
7 pav. Durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021m., tūkst. tonomis .....	25
8 pav. Durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021 m., m <sup>3</sup> .....	25
9 pav. Pakrautų laivų kiekis UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021 metais .....	27
10 pav. Mobilaus uostinio krano Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ brėžinys.....	27
11 pav. Frontalinis krautuvas.....	28
12 pav. Shiploader brėžinys .....	29
13 pav. Prognozuojamas durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m. ....	46
14 pav. Prognozuojamas metalo laužo srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m. .....	48
15 pav. Prognozuojamas grūdų srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m. ....	48
16 pav. Laivo plaukimo trajektorija eksperimento metu .....	52
17 pav. Laivo apsisukimo trajektorija eksperimento metu.....	52
18 pav. Laivo plaukimo greičio, variklio galingumo ir kuro sąnaudų parametrai .....	53

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 Lentelė. Biriųjų krovinių klasifikavimas pagal jų savybes.....	13
2 Lentelė. Grūdų klasifikacija .....	14
3 Lentelė. Perkraunamų grūdų kiekis Rytinės Baltijos jūros uostuose 2020-2021 m. mln. tonų.....	19
4 Lentelė. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krovos darbų krantinių parametrai .....	23
5 Lentelė. Terminalo krantinės parametrai, skirti laivų laikinam stovėjimui.....	23
6 Lentelė. „KAIE“ laivo parametrai.....	26
7 Lentelė. „Prima Lady“ laivo parametrai.....	26
8 Lentelė. „DRAFTDODGER“ laivo parametrai.....	26
9 Lentelė. Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ kėlimo aukštis .....	28
10 Lentelė. Emisijos koeficientai priklausomai nuo kuro rūšies.....	39
11 Lentelė. Emisijos santykinis dydis priklausomai nuo variklio galingumo.....	39
12 Lentelė. <i>bi</i> koeficientų reikšmės .....	44
13 Lentelė. Visuotinės ekonominė situacija, priimant kaip 100 %, $F_{m1}$ .....	44
14 Lentelė. Šalies užuosčio ekonominė situacija, 100 %, $F_{m2}$ .....	44
15 Lentelė. Transporto sistemos santykinis veiksnys $F_{m3}$ .....	45
16 Lentelė. Konkurentų poveikio santykinis veiksnys $F_{m4}$ .....	45
17 Lentelė. Kitų veiksmų galimos reikšmės $F_{m5}$ .....	45
18 Lentelė. Daugiakriterinio prognozavimo koeficientai.....	45
19 Lentelė. Metalų laužo ir grūdų veiksmų svorio koeficientų reikšmės.....	47
20 Lentelė. Metalų laužo ir grūdų daugiakriterinio prognozavimo koeficientai .....	47
21 Lentelė. Metalų laužo ir grūdų skaičiavimo daugiakriterinio skaičiavimo reikšmės .....	47
22 Lentelė. Krantinės užimtumo laikas kraunant grūdus ir metalų laužą .....	49
23 Lentelė. Mėnesinis krantinės pralaidumas kraunant grūdus ir metalų laužą.....	49
24 Lentelė. Būtinai minimalus krantinių skaičius kraunant grūdus ir metalų laužą.....	50
25 Lentelė. Reikalingas krantinės ilgis aptarnaujant grūdų ir metalų laužo laivus .....	50
26 Lentelė. Laivo duomenys eksperimento metu.....	52
27 Lentelė. Laivo dyzelinio ir SGD kuro emisijų kiekis.....	54
28 Lentelė. Laivo dyzelinio ir SGD kuro emisijų kiekis per metus .....	54
29 Lentelė. Terminalo krovos įrangos dyzelinio kuro emisijų kiekis per metus.....	56
30 Lentelė. Terminalo įrangos SGD kuro emisijų kiekis per metus .....	56
31 Lentelė. Terminalo įrangos generuojamų emisijų kiekis tenkantis miestui .....	56
32 Lentelė. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ SSGG analizė.....	57

## TURINYS

ĮVADAS .....	7
TYRIMO APŽVALGA .....	9
2. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS ANALIZĖ .....	12
2.1 Birių krovinių apžvalga .....	12
2.2 Birių krovinių sandėliavimas ir krovos technika .....	17
2.3 Birių krovinių srauto Rytinės Baltijos jūrų uostuose analizė .....	19
2.4 UAB „Kaminera krovinių terminalas“ veiklos analizė.....	22
3. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS TYRIMO METODIKA.....	31
3.1 Krovinių srauto daugiakriterinė prognozavimo metodika .....	31
3.2 Terminalo krantinės pralaidumo skaičiavimo metodika.....	34
3.3 Terminalo teritorijos ploto skaičiavimo metodika.....	35
3.4 Laivų ir terminalo krovos įrangos emisijos metodika.....	37
3.5 Terminalo SSGG analizės metodika.....	40
4. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS ĮVERTINIMAS.....	43
4.1 Krovinių srauto daugiakriterinio prognozavimo skaičiavimas .....	43
4.2 Terminalo krantinių pralaidumo skaičiavimas .....	49
4.3 Terminalo teritorijos ploto skaičiavimas .....	50
4.4 Laivų ir terminalo krovos įrangos emisijos skaičiavimas.....	52
4.5 Terminalo SSGG analizė .....	57
IŠVADOS .....	60
LITERATŪRA .....	61

## ĮVADAS

Jūrų transportas – pasaulio ekonomikos pagrindas. Daugiau nei 90 % pasaulio prekybos vykdoma jūriniais laivais. Visame pasaulyje jūrų uostuose per metus perkraunama apie 11,08 mlrd. tonų prekių.

Terminalas – specializuotas rajonas, įrengtas specialiai krovos operacijoms. Į terminalą įeina daugelis krantinių ir šalia esanti teritorija su statiniais ir įrenginiais, skirtais įvairiems kroviniams apdoroti. Uosto terminalai susieja transporto sistemas – vandens transportą (laivus) su sausumos transporto sistemomis: geležinkelių, automobilių, vidaus vandens transportu, kartais ir su oro transportu, naftos ir dujų terminalai – su vamzdynų transportu.

Daugiafunkcinis terminalas – apibrėžiamas kaip infrastruktūros, įrangos ir paslaugų kompleksas, siūlantis kombinuotą ir lankstų laivų ir krovinių aptarnavimą. Daugiafunkciniai terminalai ypač susiduria su poreikiu optimizuoti savo veiklą ir efektyviai aptarnauti įvairių kategorijų laivus, gabenančius įvairaus tipo krovinius, nes dažnai susiduriama su ribota erdve. Norint susidoroti su dinamišku uosto kraštovaizdžiu ir užtikrinti, kad visa susijusi veikla būtų atliekama efektyviai, dažnai reikia strateginio prisitaikymo.

Uoste išskiriamos dvi pagrindinės dalys: infrastruktūra ir superstruktūra. Infrastruktūra – hidrotechninių ir inžinerinių įrenginių ir statinių, navigacinių įrenginių bei kelių ir pravažiuojamųjų geležinkelio kelių kompleksas. Uosto infrastruktūra skirta laivų įplaukimui į uostą, jų stovėjimui uoste ir išplaukimui bei jungia transporto sistemas. Infrastruktūrai priklauso: uosto akvatorija, kanalai, krantinės, pirsai, molai, laivų švartavimo vietos ir kt.. Superstruktūra – krovos darbų technologinė įranga ir mechanizmai ir kita įranga, susijusi su krovinių krovimu ir saugojimu.

Uostų krovos įmonės – pagrindinė uostų veiklos grandis, nuo jų veiklos efektyvumo tiesiogiai priklauso į uostą atplaukiančių laivų skaičius. Birių ir fasuotų krovinių krova Klaipėdos valstybiniame jūrų uoste specializuojasi – UAB „Kaminera krovinių terminalas“. Taip pat terminalas teikia birių krovinių pervežimus autotransportu. Gabenant autotransportu naudojami vilkikai su slankiojančių grindų tipo puspriekabėmis. Tokiu būdu suteikiama galimybė krovinių pakrauti ir iškrauti greičiau bei tokio tipo transporto priemonė leidžia produktą iškrauti sudėtingose vietose.

Birieji kroviniai sudaro daugiau nei trečdalį viso pasaulio prekybos. Birūs kroviniai gabenami balkerio tipo laivais. Šie laivai pagal dydį skirstomi į kelis tipus: „Capesize“, kurio dedveitas siekia - 100000 DWT ir daugiau; „Panamax“ - 65000 – 99999 DWT; „Handymax“ – 40000 – 64999 DWT; „Handysize“ – 10000 – 39999 DWT.

Terminalų plėtrai įtakos turi uoste esantys terminalai, kurie specializuojasi panašių krovinių srautais. Taip pat poveikį plėtrai turi ir šalia esantys uostai, kurie aptarnauja ta patį užuostį. Ne ką

mažesnę įtaką uosto plėtrai turi ir teritorinės plėtros perspektyvos, naudojama krovos įranga ir galimų aptarnaujamų laivų galimybės.

**Darbo tikslas** – įvertinti daugiafunkcinio terminalo infrastruktūros ir superstruktūros plėtrą.

**Darbo uždaviniai:**

1. Atlikti daugiafunkcinio terminalo infrastruktūros ir superstruktūros plėtros analizę;
2. Atlikti terminalo krovinių srauto 2022 – 2026 m. prognozę daugiakriteriniu metodu;
3. Įvertinti UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krantinių pralaidumą;
4. Įvertinti UAB „Kaminera krovinių terminalas“ reikalingą sandėliavimo plotą;
5. Nustatyti laivų ir UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krovos įrangos emisiją;
6. Atlikti UAB „Kaminera krovinių terminalas“ SSGG analizę.

Uostas užima svarbią vietą logistikos grandinėje. Vienas iš Klaipėdos valstybinio jūrų uosto terminalų, kuris specializuojasi birių ir fasuotų krovinių krova – UAB „Kaminera krovinių terminalas“. Atlikus birių krovinių srautų prognozę įvertinamas terminalo krantinių pralaidumas ir reikalingas terminalo plotas siekiant aptarnauti prognozuojamus srautus. Išanalizuojami laivų ir terminalo įranga, jų emisijos kiekiai.

## TYRIMO APŽVALGA

Šioje dalyje pateikiami straipsniai, konferencijų medžiaga, monografijos, kuriomis pasinaudojant analizuojami birūs kroviniai, jų savybės. Tiriama durpių ir grūdų tipai, jų klasifikavimas. Analizuojamas birių krovinių srautas Rytinės Baltijos jūrų uostuose. Nagrinėjami uosto infrastruktūros elementai, birių krovinių sandėliavimo būdai bei krovos technika. Taip pat analizuojamas krovinių srautų ir emisijų iš laivų ir uosto įrangos, krantinių pajėgumų skaičiavimo metodika.

Bernacki D., Lis C. 2021. Investigating the sustainable impact of seaport infrastructure provision on maritime component of supply chain. Straipsnyje nagrinėjamas Baltijos jūros regionas, uostai, uosto naudotojai, t.y. laivybos operatoriai, siuntėjai. Nagrinėjami kroviniai: konteineriai, birūs kroviniai, kuriais prekiaujama iš vieno uosto į kitą, išanalizuojami aptarnaujami laivų dydžiai.

Deng J., Wang X., Wei Z., Wang L., Wang C., Chen Z. 2020. A review of NOx and SOx emission reduction technologies for marine diesel engines and the potential evaluation of liquefied natural gas fuelled vessels. Šiame straipsnyje analizuojamas azoto ir sieros oksidų poveikis aplinkai. Tiriama skirtingų jūrinių dyzelinių variklių išmetamųjų teršalų kiekio mažinimo technologijos. Taip pat įvertinamas SGD panaudojimas jūriniuose dyzeliniuose varikliuose.

Gaidelis V., Benetyte R. 2021. Analysis of the Competitiveness of the Performance of Baltic Ports in the Context of Economic Sustainability. Straipsnyje analizuojami Baltijos jūros regiono Lietuvos, Latvijos uostai. Tiriama Baltijos jūros regiono konkurencinė aplinka. Straipsnyje gauti rezultatai leidžia tyrinėti perspektyvas ir galimas uosto plėtras pritraukiant investicijų iš užsienio kapitalo rinkų. Straipsnyje pateikiama informacija apie uostų krovinių srautus, atplaukiamų laivų kiekį.

Grote M., Mazurek N., Grabsch C., Zeilinger J., Le Floch S., Wahrendorf D., Hofer T. 2016. Dry bulk cargo shipping — An overlooked threat to the marine environment? Straipsnyje analizuojamas birių krovinių gabenimas jūrų transportu. Šiuo straipsniu siekiama ištirti birių krovinių patekimą į jūrą ir su jomis susijusius pavojus jūrų aplinkai, analizuojama MARPOL konvencija.

Kavaliauskas G. Lithuanian peat producers association „Lietuviškos durpės“. Baltic Peat Producers Forum, įvykusios Palangoje 2019 m. rugsėjo 4 – 6 d., pranešimo medžiaga. Pranešimo medžiagoje pateikiama informacija apie „Lietuviškų durpių“ asociaciją. Pateikiami statistiniai duomenys apie lietuviškų durpių gavybos kiekį, nurodomos pagrindinės šalys į kurias durpės yra eksportuojamos bei duomenys apie durpių importą. Taip pat pateikiami statistiniai duomenys, kiek durpių yra eksportuojama į kitas Europos šalis.

Kern J., Tammerorg P., Shanskiy M., Sakrabani R., Knicker H., Kammann C., ir kiti. 2017 m. peatlands? Šiame straipsnyje pateikiama informacija apie durpynus. Analizuojamos durpių susidarymo sąlygos, fizinės ir cheminės savybės bei pateikiama statistika apie durpių panaudojimą įvairiose srityse. Be to, pateikiama informacija apie durpių gavybos kiekius Europoje.

Kovalov A., Prodashchuk S., Kravets A., Mkrtychian D., Prodashchuk M. 2020. Improvement of the grain cargo handling technology on the basis of resource – saving. Straipsnyje nagrinėjimas grūdų gabenimas. Nagrinėjamos priemonės kaip supaprastinti, patobulinti ir sumažinti krovos grūdų metu atliekamų operacijų skaičių.

Liebuviene J., Čižiūnienė K. 2022. Comparative Analysis of Ports on the Eastern Baltic Sea Coast. Šiame straipsnyje analizuojami Rytinės Baltijos jūrų uostai: Lietuvos, Latvijos, Estijos, Rusijos. Lyginami uostų parametrai, infrastruktūra, krovos kiekiai. Pateikiama analizė apie uostus, kurie specializuojasi birių krovinių krova – Talinas, Ryga, Ventspilis.

Mikalajūnaitė L., Valionienė E. 2016. UAB „Kamineros krovinių terminalas“ naudojamų durpių krovos technologijų vertinimas. Pranešimų medžiaga. Technologijų ir verslo aktualijos – 2016. Panevėžys, p. 220 – 225. Šioje medžiagoje nagrinėjamos fizinės durpių charakteristikos bei technologinis durpių gavybos procesas. Taip pat, pateikiamas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ durpių krovos technologinis procesas.

Misnikov O. 2018. Basic technologies and equipment used for peat deposits development in foreign countries. Šiame straipsnyje aptariamos pagrindinės technologijų ypatybės durpių gavybai. Apžvelgiamos durpių gavybos technologijos naudojamos Europoje. Taip pat analizuojamos procesų ypatybės, kurios susijusios su žaliavų savybėmis. Be to, straipsnyje aptariamos ir durpių panaudojimo perspektyvos.

Mukalu Sandro Masaki, Zhang L., Xia X. 2017. A Comparative Study on the Cost-effective Belt Conveyors for Bulk Material Handling. Straipsnyje nagrinėjami juostiniai transporteriai, jų tipai: viengubas juostinis, diržinis konvejeris ir kelių pavarų juostinis transporteris.

Ni P., Wang X., Li H. 2020. A review on regulations, current status, effects and reduction strategies of emissions for marine diesel engines. Šis straipsnis analizuoja emisijos reglamentus ir išmetamųjų teršalų faktorius. Taip pat nagrinėjamas poveikis aplinkai ir galimų jūrų dyzelinių variklių išmetamųjų teršalų mažinimo sprendimai.

Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas. Šiuo straipsniu siekiama įvertinti galimą iš laivų išmetamų teršalų kiekį uostuose, atsižvelgiant į žmogaus įtaką. Ištiriama laivų įgulos ir uostų locmanų kvalifikacijos įtaka laivų manevravimo operacijoms uosto rajonuose. Nustatyta, jog tam tikromis sąlygomis įmanoma sumažinti laivų išmetamų teršalų kiekį.

Valionienė E., Zaicev P., Raupelytė M., Karalius R. 2013. Journal of maritime transport and engineering. Volume 2, No 2. A comparison of peat handling in Klaipėda and Riga ports, p. 54 – 62. Pranešimų medžiagoje pateikiamos durpių rūšys, formavimosi procesas bei panaudojimo būdai. Nagrinėjami durpių transportavimo galimybės. Pateikiami Klaipėdos bei Rygos terminalai, kurie specializuojasi durpių krova, jų infrastruktūra.

Šiame darbe aptarta ir panaudota mokslinė literatūra suteikia galimybę išnagrinėti birių krovinių charakteristikas, jų klasifikavimą bei transportavimo srautus pasaulinėje prekyboje. Tai pat išanalizuoti Klaipėdos valstybinio jūrų uosto birių ir fasuotų krovinių terminalą, įvertinti birių krovinių srautus daugiakriteriniu prognozavimo metodu, įvertinti terminalo krantinių pajėgumus bei išanalizuoti reikalingą terminalo sandėliavimo plotą, ištirti laivų ir terminalo įrangos emisijas bei sunaudojamas kuro sąnaudas.

## 2. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS ANALIZĖ

Šioje dalyje aptariami birūs kroviniai, jų savybės bei klasifikacija. Analizuojamos birių krovinių sandėliavimo fizinės savybės. Taip pat aptariama grūdų klasifikacija bei durpių tipai ir charakteristikos. Nustatomi grūdų ir durpių transportavimas kelių bei geležinkeliu būdai. Tiriama Rytinės Baltijos jūrų uostai, kurie specializuojasi birių krovinių krova. Taip pat analizuojamas Klaipėdos jūrų uosto birių ir fasuotų krovinių terminalas, jo perkraunamų grūdų, durpių, metalo laužo srautas bei terminalo krovos įranga.

### 2.1 Birių krovinių apžvalga

Birūs kroviniai – tai kroviniai, kurie sudaryti iš sausų įvairių dydžio dalelių ar gabalų, jie yra transportuojami nesupakuoti, dideliais kiekiais. Birūs kroviniai pasižymi pastoviomis arba kintančiomis fizinėmis ir mechaninėmis savybėmis.

Išskiriamos šios biriųjų krovinių grupės:

- žemės ūkio produktai: grūdai, cukriniai runkeliai;
- maisto produktai ir pašarai: miltai, grūdai, cukrus;
- rūdos: geležies rūda, spalvotųjų metalų rūdos;
- metalo gaminiai: geležies lydiniai;
- kietas mineralinis kuras: durpės, akmenis anglis;
- trąšos: mineralinės, cheminės;
- metalinės ir statybinės medžiagos: žvyras, kreida, cementas, smėlis;
- chemikalai: cheminės medžiagos.

Birieji kroviniai gabenami didžiulėmis partijomis be taros. Šie kroviniai pasižymi birumo savybe, kuri pritaikoma krovos technologijose. Birumo savybę apibūdina medžiagos natūralus nubyrėjimo kampas ir vidinė trintis. Krovins mažai judrus, kai byrėjimo kampas didesnis negu 40 laipsnių. Tokie kroviniai vadinami suverstinais, pvz.: metalo laužas, durpių briketai, medžio pjuvenos.

Biriųjų krovinių transportavimo, sandėliavimo technologiją lemia jų fizinės savybės:

1. tankis: lengvi, vidutinio sunkumo ar sunkūs,  $t/m^3$ ;
2. drėgnis;
3. natūralus nubyrėjimo kampas;
4. granulimetrinė sudėtis: stambiagrūdis, smulkiagrūdis, dulkių ir miltelių pavidalo;
5. korozinis aktyvumas;

6. susigulėjimas;
7. dulkejimas;
8. užsiliepsnojimo ir sproginimo rizika;
9. atsparumas aplinkos poveikiui.

1 Lentelė. Biriųjų krovinių klasifikavimas pagal jų savybes<sup>1</sup>

Savybė	Rodiklis	Klasifikavimas
Sunkumas	Supiltinis tankis $\rho$	Lengvi, $\rho < 0,6 \text{ t/m}^3$ ; Vidutiniai, $\rho = 0,6 - 1,6 \text{ t/m}^3$ ; Sunkūs $\rho = 1,6 - 2,0 \text{ t/m}^3$ ; Ypač sunkūs $\rho > 2,0 \text{ t/m}^3$
Granulimetrinė sudėtis	Dalelių kiekis krovinio masės vienetė	Dulkių formos; miltelių, grūdų, smulkūs, vidutiniškai smulkūs, stambūs, labai stambūs.
Judrumas, birumas	Natūralaus byrėjimo kampas	Labai birūs kroviniai; Lengvo judrumo; Vidutiniško judrumo; Mažo judrumo
Krovimas laivo triumuose	Santykinis pakrovimo tūris	Sunkiasvoriai kroviniai; lengvi tūriniai kroviniai.

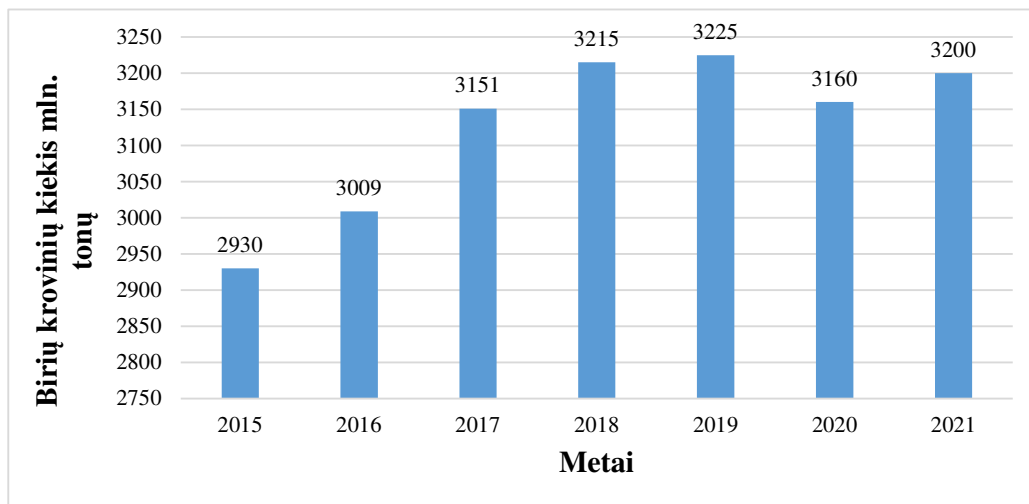
Transportuojant biruosius krovinius reikia atsižvelgti į krovinio savybių pokyčius, dėl kurių gali kilti pavojingos ir kritinės situacijos:

- krovinio pasislinkimas. Labai birūs kroviniai sudaro laisvą krovinio paviršių, dėl šios priežasties netenkamas laivo stovumas, dėl ko laivo apsisvertimas gali įvykti labai greitai;
- krovinio oksidacija. Į laivo triumus kraunant anglį ar trašas būtina kontroliuoti temperatūrą bei deguonies kiekį, taip siekiant sumažinti savaiminio užsidegimo galimybę;
- krovinio suskystėjimas. Tam tikri birūs kroviniai pasižymi savybe, dėl kurios drėgmės lygis produkte viršija nurodytą ribą, dėl to krovinyje tampa skystas. Dėl šios priežasties prastėja laivo stovumas;

---

<sup>1</sup> Amendments to the international maritime solid bulk cargoes (IMSBC) code

- nuodingų dujų poveikis. Birūs kroviniai, kaip amonio salietra, pasižymi tokia savybe – pavojingų nuodingų dujų išskyrimas. Dėl to darbuotojai pakraunant / iškraunant laivo triumus privalo dėvėti asmenines saugos priemones;
- degių, sprogiųjų dujų / dulkių sprogimas. Transportuojant grūdų, dulkių tipo krovinius uždaruose triumuose gali susidaryti didelės koncentracijos dulkės, kurios atmosferoje gali sprogti ar išsiskirti degios, ar labai sprogios dujos.



1 pav. Birių krovinių transportavimo srutas tarptautinėje prekyboje 2015 – 2021 m.<sup>2</sup>

1 pav. pateikiama birių krovinių tarptautinės jūrų prekybos statistika. Matoma, kad nuo 2015 iki 2021 metų pagrindinių birių krovinių srutas padidėjo apie 9,22 %. Pagal diagramą pastebima, jog 2019 metais tarptautinėje jūrų prekyboje transportuotas didžiausias birių krovinių kiekis. Jis siekė – 3225 mln. tonų. Tačiau nuo 2019 iki 2021 metų srutas sumažėjo apie 2,02 % ir tam įtakos turėjo Pasaulinė Covid 19 pandemija.

Grūdas yra maža, kieta, sausa sėkla su pritvirtintu lukštu ar vaisiaus sluoksniu, kuri nuimama žmonių ar gyvūnų maistui. Dvi pagrindinės grūdinių kultūrų rūšys – javai ir ankštiniai augalai.

2 Lentelė. Grūdų klasifikacija<sup>3</sup>

Grūdų tipas	Tankis $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Laisvo byrėjimo kampas, laipsniai
Žirniai	800 – 820	25

<sup>2</sup> [https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020ch1\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020ch1_en.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol16-issue4/Version-3/A016430110.pdf>

2 Lentelė. Tęsinys. Grūdų klasifikacija<sup>4</sup>

Grūdų tipas	Tankis $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Laisvo byrėjimo kampas, laipsniai
Kukurūzai	700 – 750	35
Avižos	400 – 500	35
Rugiai	680 – 790	35
Miežiai	650 – 750	35
Kviečiai	700 – 830	35
Kombinuoti pašarai	490 – 770	57
Sėlenos	490 – 770	65

Grūdų transportavimas užima nemažą dalį krovinių transportavimo srityje, turi didelę įtaką žemės ūkio sektoriaus plėtrai bei yra vienas iš pagrindinių šalies eksporto produktų. Daugiausiai šis krovinyks eksportuojamas jūrų transportu. Šalies viduje grūdai dažniausiai iki jūrų uosto gabenami geležinkeliu ar autotransportu.

Durpės – organinės kilmės nuosėdinė uoliena, susidariusi iš ne visai suirusių augalų, humuso bei medienos liekanų. Tai atsinaujinantis energijos šaltinis, iš jų yra gaminamas ekologiškas bei ekonomiškai kuras, panaudojant briketus, granules, trupinines durpes ar kitos rūšies gaminius.

Durpių kokybinės charakteristikos priklauso nuo oro sąlygų, klogo sluoksniu ypatybių sezono metu ir naudojamų įrangos.

Svarbiausi durpių rodikliai:

- Susiskaidymo laipsnis. Šis laipsnis parodo amorfinės medžiagas bei smulkiusių, praradusių lastelinę struktūrą audinių liekanų procentinį kiekį bendroje masėje. Susiskaidymo laipsnis H, priklauso nuo durpės tipo. Gali būti nuo H2 (šviesios, silpnai susiskaidžiusios durpės) iki H6 (tamsios, stipriai susiskaidžiusios durpės);
- Mineralinė sudėtis (peleningumas). Parodo mineralinių medžiagų ir augalinės kilmės pelenų procentinį kiekį bendroje masėje. Peleningumas priklauso nuo durpyno tipo:

<sup>4</sup> <https://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol16-issue4/Version-3/A016430110.pdf>

žemapelkės durpės nuo 6 % iki 18 %, aukštapelkės – nuo 2 % iki 4 % bei tarpinės durpės – nuo 4 % iki 6 %;

- Supiltinis tankis. Šis tankis priklauso nuo transportuojamo krūvio fizikinių mechaninių savybių, jo drėgnumo laipsnio, taip pat nuo dalelių matmenų. Didėjant dalelių matmenims, didėja supiltinis tankis, nes tuo pačiu metu mažėja santykinis oro tarpelių skaičius tarp atskirų krūvio dalelių. Pagal supiltinio tankio skaitines reikšmes, durpės priskiriamos prie lengvų krovinių grupės, kai  $\rho = 0,6 \text{ t/m}^3$ .

Lietuvoje už durpynų tvarkymą ir naudojimą, užtikrinant jų aplinkosaugą, ekonominę funkciją atsakinga „Lietuviškų durpių“ įmonių asociacija. Klaipėdos uoste durpių krova specializuojasi UAB „Kaminera krovinių terminalas“, kuris yra vienas iš pagrindinių „Lietuviškų durpių“ narys.

Keturios pagrindinės įmonės, kurios specializuojasi durpių gavyba ir perdirbimu bei iš kurių durpės yra transportuojamos į terminalą:

- UAB „Klasmann – Deilmann Šilutė“, įsikūrusi Šilutės rajone esančioje Traksėdžių gyvenvietėje;
- UAB „Klasmann – Deilmann Laukėsa“, įsikūrusi Tauragės rajone Laukėsoje;
- UAB „Klasmann – Deilmann Ežerėlis“, įsikūrusi Kauno rajone Ežerėliuose;
- UAB „Klasmann – Deilmann Paliai“, esantis Marijampolės rajone.

UAB „Klasmann – Deilmann Šilutė“ yra viena pagrindinių gamybos bendrovių visoje kompanijoje. Šilutėje kasmet pagaminama virš 1000000 m<sup>3</sup> substratų. UAB „Klasmann – Deilmann Ežerėlis“ – didžiausia energetinių durpių gamintoje Lietuvoje. Ši įmonė eksploatuoja du durpynus – Ežerėlių ir Palių. Šiuose durpynuose išgaunamos aukštapelkių ir tarpinio tipo durpės. Išgaunamos durpės yra didesnio susiskaidymo tamsios durpės, naudojamos energetiniams produktams. UAB „Klasmann – Deilmann Laukėsa“ eksploatuoja 1610 hektarų gavybos plotą, iš kurio kasmet per sezoną išgaunama 400000 m<sup>3</sup> durpių. Šioje įmonėje išgaunamos mažaskaidės trupininės ir gabalinės durpės, kurių gamybos apimtys šiuo metu Lietuvoje yra didžiausios.

<sup>5</sup>Grūdai ir durpių gabenimas kelių transportu. Naudojami vilkikai su savivarte priekaba, kuri yra skirta biriems kroviniams vežti bei krovinyms iškraunamas mechanizuotai. Šio transportavimo didžiausias privalumas – galimybė pristatyti krovinį „nuo durų iki durų“. Tačiau lyginant su

---

<sup>5</sup> Kovalov A., Prodashchuk S., Kravets A., Mkrtychian D., Prodashchuk M. 2020. Improvement of the grain cargo handling technology on the basis of resource – saving.

geležinkeliu bei jūrų transportu – transportuojamas mažesnis kiekis krovinių – ribotas krovumas į puspriekabę.

Vežant birius krovinius būtina užtikrinti, kad kelias nebūtų teršiamas krovinių, turi būti naudojami sandarūs tentai, jūriniai konteineriai, taip pat ir vilkiko ratai turi būti švarūs. Iškrovis birų krovinių, privalu išvalyti transporto priemonę, kad transportuojant kitos rūšies birų krovinių nebūtų papildomų priemaišų.

Transportavimas geležinkeliu. Grūdų transportavimui naudojami biraliniai vagonai. Šio tipo vagonai turi piltuvo formos kėbulą. Vagonai pakraunami per vagono lubose įrengtas angas. Kroviny išbyra iš biralinio vagono sava eiga, veikiant sunkio jėgai, tačiau reikalingos specialios rampos, po kuriomis būtų įrengti birų krovinių priėmimo rezervuarai.

Taigi, biriųjų krovinių savybės priklauso nuo supiltinio tankio, dalelių kiekio krovinių masės vienetą, natūralaus byrėjimo kampo bei santykinio pakrovimo tūrio. Tarptautinėje jūrų prekyboje birių krovinių srautas nuo 2020 iki 2021 metais padidėjo apie 1,3 % tam įtakos turėjo pasaulinė Covid 19 pandemija. Tačiau birūs kroviniai gabenami ir kelių bei geležinkelių transportu, bet siekiant užtikrinti krovinių efektyvumą reikėtų atsižvelgti į pasirinkto transporto krovumą.

## **2.2 Birių krovinių sandėliavimas ir krovos technika**

Terminalo krovimo darbų sistemos technologinį procesą sudaro: transporto priemonių apdorojimas bei transporto priemonių priėmimas atlikus su jomis atitinkamas operacijas. Darbas, kuris atliekamas su krovinių terminale, susideda iš tokių operacijų: krovinių iškrovimas iš transporto priemonių sandėliavimas, krovinių kaupimas ir pakrovimas į transporto priemones. Iškrovimo estakados, sandėliai, konvejerinės linijos išdėstomos atsižvelgiant į terminalo išdėstymą.

Krovinių sandėliavimui parinkta vieta uosto teritorijoje turi būti tinkama ir atlikti paskirtį. Sandėlys turi būti pritaikytas naudojamam transportui, turi atitikti krovinių svorį ir konfigūraciją. Birūs kroviniai sandėliuojami atviruose arba uždaruose sandėliuose, tai priklauso nuo sandėlio tipo.

Kroviniui pakrauti į sandėlį naudojami specialūs mechanizmai: rietuvės formavimo įrenginys; rietuvės išformavimo įrenginys; mišrūs įrenginiai rietuvei formuoti ir išformuoti.

Biriems kroviniams sandėliuoti naudojami trijų tipų dengti sandėliai:

1. Bunkeriniai;
2. Šlaitiniai;
3. Siloso bokšai.

Po bunkerinio sandėlio yra įrengta bunkerų sistema, kuria kroviny veikiat sunkio jėgai, patenka ant iškraunančio konvejerio. Šlaitiniuose sandėliuose kroviniai sandėliuojami trikampo skerspjūvio rietuvėse. Rietuvės formuojamos sandėlio viršuje esančiu konvejeriu. Birus kroviny iš

sandėlio paduodamas požeminiu konvejeriu. Grūdai ir dulkių pavidalo kroviniai sandėliuojami siloso bokštuose. Iškrovimo / pakrovimo frontus, sandėlius jungia juostiniai konvejeriai. Tam, kad apsaugoti krovinį nuo aplinkos poveikio konvejeriai įrengiami dengtose galerijose.

Biriųjų krovinių terminalo krovos įranga ir priemonės<sup>6</sup>:

1. Šakiniai krautuvai;
2. Hidrauliniai keltuvai;
3. Vilikikai;
4. Kaušiniai krautuvai;
5. Kranai;
6. Transporteriai, elevatoriai;
7. Laivo pakrovimo / iškrovimo mašinos;
8. Vagonų apvertimo estakados, verstuvai;
9. Terminaliniai vilkikai;
10. Valymo įrenginiai.

<sup>7</sup>Juostiniai transporteriai su lygia juosta skirti birių ir mažagabaričių krovinių transportavimui horizontalia kryptimi. Juostinio transporterio pagrindinės charakteristikos: transportuojamas kroviny; juostos judėjimo greitis m/s; juostos plotis; transporterio našumas t/h; juostos įtempimo mechanizmo eiga; elektros variklio galia; būgnų skersmenys; transporterio masė; gabaritiniai matmenys. Pagal naudojimo pobūdį juostiniai transporteriai skirstomi: stacionariusius, kilnojamosius ir įmontuotus į kitas sudėtingas mašinas. Taip pat jie būna horizontalūs ir pasvirę.<sup>8</sup>

Juostinio transporterio privalumai:

- Paprasta konstrukcija;
- Tylus darbas;
- Galima transportuoti krovinį dideliais atstumais;
- Mažas energijos imlumas;
- Galimi dideli našumai.

Trūkumai:

- Transporteriais su lygia juosta transportuojama horizontalia kryptimi arba kampu mažesniu nei transportuojamo krovinio byrėjimo kampas;

---

<sup>6</sup> Cargo handling equipment on board and in port. [https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/16-ME-tal\\_001.pdf](https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/16-ME-tal_001.pdf)

<sup>7</sup> Mukalu Sandro Masaki, Zhang L., Xia X. 2017. A Comparative Study on the Cost-effective Belt Conveyors for Bulk Material Handling.

<sup>8</sup> Raila A., Novošinskas H., Zvicevičius. 2012. Žemės ūkio technologinis procesas. 18p.

- Netinka dulkančių krovinių transportavimui.

Laivo pakrovimo / iškrovimo mašinos. Tai didžiulis pneumatinis įrenginys, naudojamas pakrauti į laivus birias kietas medžiagas, kaip: geležies rūdą, anglis, trąšas, grūdus. Laivo pakrovimo mašina sudaryta iš strėlės, konvejerio ir mobiliosios dalies.

Krovos procesui konvejeriai parenkami, atsižvelgiant į transportuojamų krovinių rūšį, jų trasos kryptį, krovinių laikančiojo elemento tipą ir judesį.

Biriųjų krovinių terminaluose naudojamos ciklinio veikimo mašinos su krautuvais, bėginiai kranai su greiferiais ir periodinio veikimo mašinos.

Taigi, biriems kroviniams yra naudojama specifinė technika, kurios parinkimas priklauso nuo kraunamo krovinių savybių. Terminalo mechanizmų parinkimas, krovinių ir technikos suderinimas gali turėti tiesioginę įtaką krovinių srautams ir aptarnaujamų laivų kiekiui.

### 2.3 Birių krovinių srauto Rytinės Baltijos jūrų uostuose analizė

Rytinės Baltijos šalių regione birių krovinių krova specializuojasi: Klaipėda, Liepoja, Ryga, Kaliningradas, Ventspilis, Sankt Peterburgas. Uostų panaudojimo galimybes lemia daugelis veiksnių: hidrometeorologinės sąlygos, krovinių apdorojimo uostuose greitis, uosto rinkliavos.

Baltijos jūros regionas pasižymi:

- šalia yra didelės rinkos (Europos Sąjungos ir Nepriklausomų valstybių sandraugos NVS valstybės);
- šalia yra išvystyti industriniai regionai (Vakarų Europos, Skandinavijos valstybės);
- šalia yra dideli žaliavų išteklių (Rusija ir NVS šalys).

Didėjant konkurencijai tarp uostų, užsakovo pasirinkimui įtakos turi keletas priežasčių, viena iš jų – susiformavę tarptautiniai transporto keliai. Per Lietuvą gabenami kroviniai iš Baltarusijos, Ukrainos, Rusijos, Vidurinės Azijos. Klaipėdos uostas dėl šių krovinių srautų konkuruoja su Latvijos, Rusijos uostais. Rytinėje Baltijos jūros uostų pakrantėje 2021 metais krauta 12,89 mln.t grūdų. Grūdų krovos kiekis Rytinės Baltijos jūros uostuose pateiktas 3 lentelėje.

3 Lentelė. Perkraunamų grūdų kiekis Rytinės Baltijos jūros uostuose 2020-2021 m. mln. tonų<sup>9</sup>

Uostas	2020	2021	Pokytis, %
Klaipėda	4,6	3,3	-28,3

<sup>9</sup> Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ataskaita. 2020

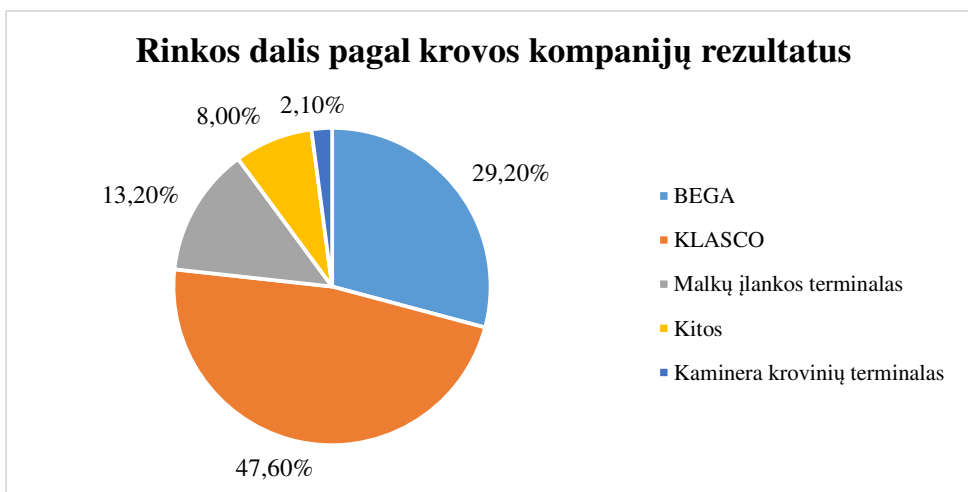
[https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20\(atn\).pdf](https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20(atn).pdf)

3 Lentelė. Tęsinys. Perkraunamų grūdų kiekis Rytinės Baltijos jūros uostuose 2020-2021 m. mln. tonų<sup>10</sup>

Liepoja	2,9	2,8	-3,4
Ryga	2,9	2,8	-3,4
Ventspilis	2,9	2,8	-3,4
Kaliningradas	0,6	1,09	81,7
Sankt Peterburgas	0,2	0,1	-50,0
<b>Iš viso</b>	<b>14,1</b>	<b>12,89</b>	<b>-6,8</b>

Klaipėdos, Liepojos, Rygos ir Kaliningrado uostuose 2021 metais bendrai perkrauta 93,9 % viso regiono grūdų. Tarp lyderiaujančių uostų – Klaipėdos. 2021 metais Klaipėdos jūrų uoste krauta 3,3 mln. tonų grūdų. Antroje pozicijoje – Liepojos, Rygos, Ventspilio uostai, kuriame 2021 m. perkrauta 2,8 mln. tonų. Mažiausiai – Sankt Peterburgo uoste, 2021 metais krauta tik – 0,1 mln. tonų.

**Klaipėdos uostas.** 2021 metais 89,9 % viso grūdų kiekio buvo perkrauta šiose uosto kompanijose: AB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje KLASCO; UAB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje „BEGA“ bei UAB Malkų įlankos terminale. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ grūdų srautas sudaro – 2,1 % rinkos dalies. Likusią dalį 8,0 % grūdų perkrauta: UAB „Vakarų krova“, UAB Klaipėdos konteinerių terminalas.



2 pav. Klaipėdos jūrų uosto krovos kompanijų rinkos dalis<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ataskaita. 2020

[https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20\(atn\).pdf](https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20(atn).pdf)

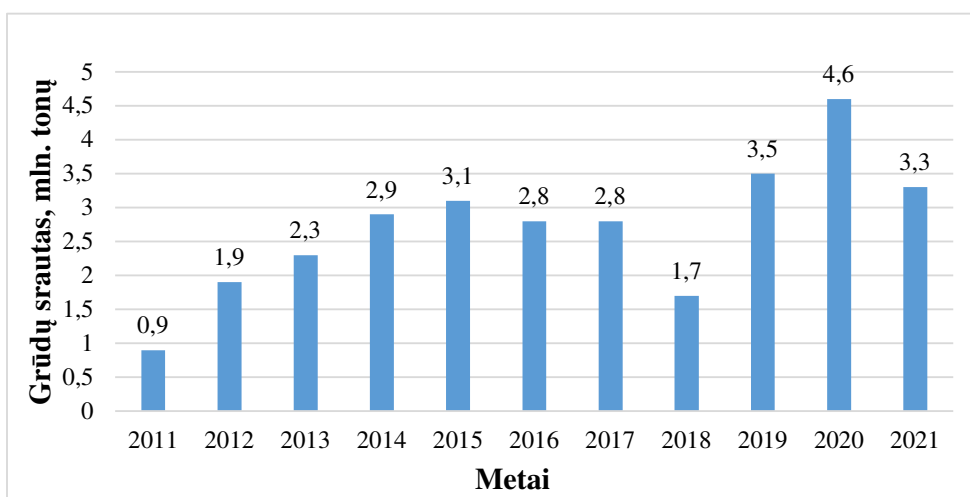
<sup>11</sup> Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ataskaita. [https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20\(atn\).pdf](https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20(atn).pdf)

Pagal 2 pav. matoma, kad didžiausią dalį grūdų 2021 metais krauta AB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje KLASCO, kuri sudarė 47,6 % rinkos dalies. Mažiausią dalį grūdų srauto sudaro – UAB „Kaminera krovinių terminalas“. Terminale 2021 metais perkrauta tik 73,19 tūkst. tonų, ir tai sudaro apie 2,1 % rinkos dalies.

Pagrindinės eksporto kryptys:

- Nigerija - transportuota 0,8 mln. tonų
- Ispanija – išvežta 0,56 mln tonų;
- PAR – eksportuota 0,4 mln. tonų.

2021 metais Klaipėdos uoste krauta 3,3 mln tonų grūdų. Grūdų apyvartos augimas tiesiogiai susijęs su derliaus gausa Lietuvoje, taip pat įtakos turi ir vidaus vartojimo poreikis.



3 pav. Grūdų srautas Klaipėdos jūrų uoste 2011 – 2021 metais<sup>12</sup>

3 pav. pateiktas grūdų srautas Klaipėdos jūrų uoste. Matoma, kad nuo 2011 iki 2021 metais grūdų krova išaugo 2,6 mln. tonų. Nuo 2011 metų grūdų kiekis palaipsniui didėjo, tačiau pastebimas krovinių sumažėjimas 2018 metais, grūdų perkrauta 1,7 mln. tonų.

Apibendrinant galima teigti, jog Rytinės Baltijos jūros uostų didžiausias perkraunamas grūdų kiekis yra Klaipėdos uoste. Taip pat tarp lyderiaujančių uostų yra – Liepojos ir Rygos jūrų uostai. Didžiausią rinkos dalį Klaipėdos uoste sudaro - AB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje KLASCO, kurie perkrauna 47,6 % rinkos dalies.

---

<sup>12</sup> Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ataskaita. 2020

[https://www.portoklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20\(atn\).pdf](https://www.portoklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2021/2020%20m.%20Veiklos%20ataskaita%20(atn).pdf)

## 2.4 UAB „Kaminera krovinių terminalas“ veiklos analizė

UAB „Kamineros krovinių terminalas“ plėtojamo verslo specializacija – birių ir fasuotų krovinių krova įmonės operuojamose Klaipėdos uosto krantinėse bei birių krovinių pervežimai įmonės automobilių transportu. Papildomai UAB „Kamineros krovinių terminalas“ teikia ekspedijavimo, agentavimo ir frachtavimo paslaugą, sandėliavimo, krovinių persivėrimo paslaugas, laikino saugojimo – stovėjimo paslaugą krantinėje. UAB „Kamineros krovinių terminalas“ yra universalus terminalas, kuris valdo 118, 119, 120, 121, 121A, 122A. Tačiau šiuo metu krova yra vykdoma 118, 119, 120 krantinėse.



4 pav. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ teritorijos planas<sup>13</sup>

4 pav. pavaizduotas atvirų sandėliavimo aikštelių išsidėstymas. Tokio tipo sandėliavimo aikštelėse UAB „Kaminera krovinių terminalas“ sandėliuoja palaidas durpes. Atvirų sandėliavimo aikštelių bendras plotas 84.120 m<sup>2</sup> ir vienu metu telpa 300000 tonų.

Terminalas valdo rezervinę teritoriją, esančią už 2 km., nuo terminalo. Atviruose sandėliavimo aikštelėse dar sandėliuojami durpių briketai, metalo laužas, ketus, o uždaro tipo sandėlyje sandėliuojama žemės ūkio produkcija.

<sup>13</sup> UAB „Kaminera krovinių terminalas“ dokumentai

Kiti teritorijos techniniai parametrai:

- naudojama geležinkelio atšaka – iki 40 vagonų vienu metu;
- automobilinės svarstyklės – 60 tonų;
- uždarų sandėlių plotas – 6872,07 m<sup>2</sup>;
- vienu metu uždaruose sandėliuose telpa – 35000 tonų.

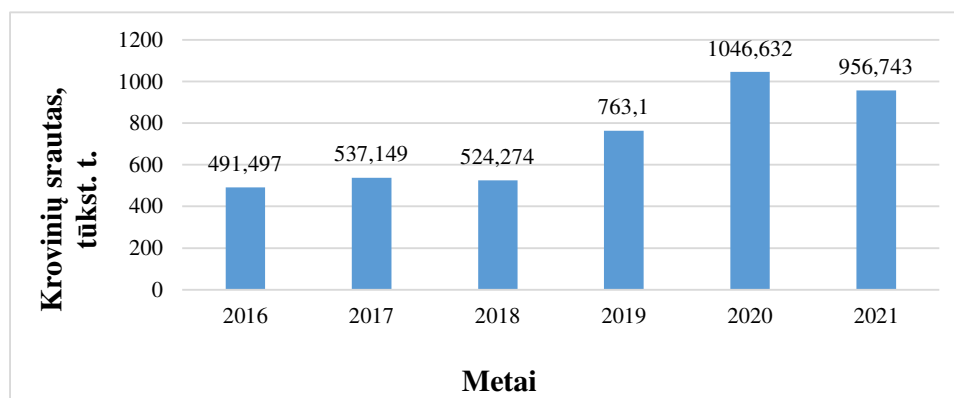
4 Lentelė. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krovos darbų krantinių parametrai<sup>14</sup>

Krantinės nr.	Ilgis, m	Maksimali grimzlė, m	Plotas, m <sup>2</sup>
118	209,54	10,3	5447
119	162,51	10,3	4884
120	60,13	9,0	1361

Kitos krantinės – 121, 121A, 122 nėra naudojamos krovos darbams. Šiose krantinėse nesišvartuoja laivai, jos naudojamos prisišvartavusių laivų remontui, techniniam aptarnavimui, žvejybinių ir pramoginių laivų laikinam stovėjimui.

5 Lentelė. Terminalo krantinės parametrai, skirti laivų laikinam stovėjimui<sup>15</sup>

Krantinės nr.	Ilgis, m	Maksimali grimzlė, m	Plotas, m <sup>2</sup>
121	58,14	6,0	1306
121A	46,23	0,5	462
122	67,49	0,5	681



5 pav. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krovinių srautas 2016 – 2021 metais<sup>16</sup>

<sup>14</sup> <http://gamta.lt/files/Patikslintos%20TL%20s%C4%85lygos1529914757731.pdf>

<sup>15</sup> <http://gamta.lt/files/Patikslintos%20TL%20s%C4%85lygos1529914757731.pdf>

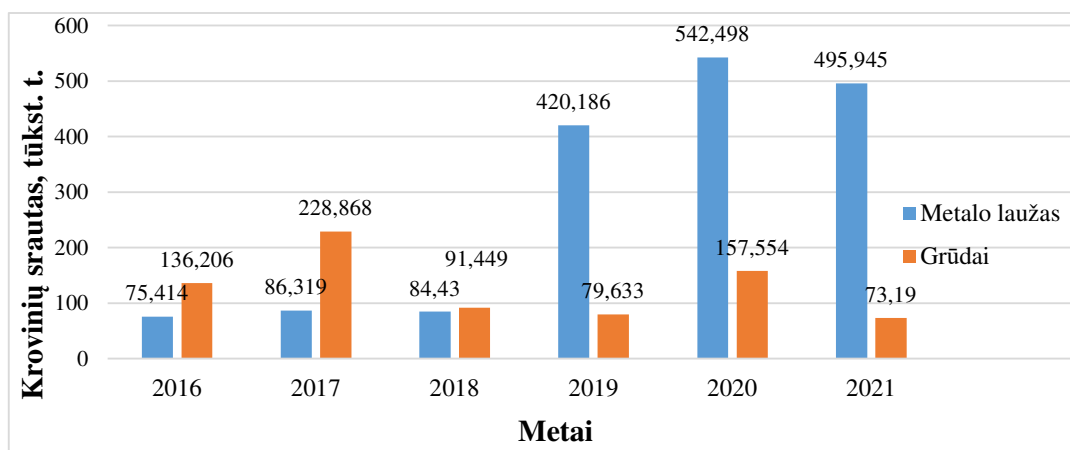
<sup>16</sup> UAB „Kamineros krovinių terminalo“ statistika

Pagal 5 pav. matoma, kad bendras krovinių srautas 2021 metais sudarė virš 956 tūkst. tonų. Terminale nuo 2016 iki 2021 metų krovinių srautas padidėjo 465 tūkst. tonų. Didžiausias perkraunamas krovinių kiekis pastebimas 2020 metais, srautas siekė – 1,046 mln. tonų.

Terminalas specializuojasi birių ir fasuotų krovinių perkrovimu. Daugiausiai perkraunamos - durpės, tačiau UAB „Kaminera krovinių terminalas“ vykdo ir šių krovinių krova:

- grūdų;
- metalo laužo;
- keramzito;

2018 – 2020 metais terminalas vykdė ketus krova, nuo 2019 metų terminalas pradėjo krauti biokurą, nuo 2020 metų – skaldą, 2021 vykdė šių krovinių krova: alyvos, amonio sulfato, perlito. Be durpių, didžiausią dalį krovinių srauto sudaro šie kroviniai: grūdai bei metalo laužas



6 pav. Metalo laužo ir grūdų srautas 2016 – 2021 m. UAB „Kaminera krovinių terminalas“<sup>17</sup>

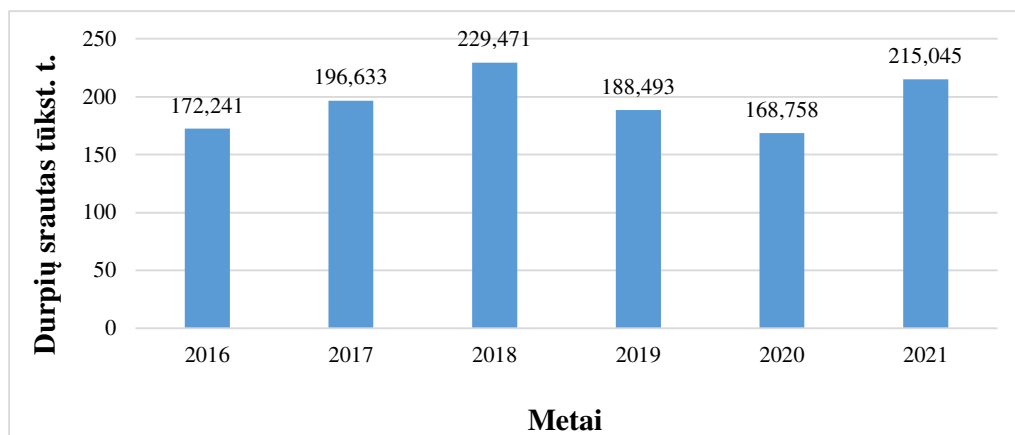
Pagal 6 pav. matoma, kad UAB „Kaminera krovinių terminalas“ grūdų kiekis nuo 2016 iki 2021 metų sumažėjo 63 tūkst. tonų. Didžiausias perkraunamų grūdų kiekis pastebimas 2017 metais, kuris siekė apie 229 tūkst. tonų. Metalo laužo kiekis terminale nuo 2016 iki 2021 metų srautas išaugo, krova padidėjo – virš 420 tūkst. tonų. 2020 metais pastebimas ženklus padidėjimas, metalo srautas siekė virš 542 tūkst. tonų.

UAB „Kaminera krovinių terminalas“ kraunama keturių rūšių durpės:

- humusas (*angl. blackpeat*);
- švylius (*angl. peatfibers*);
- šviesios durpės (*angl. peatmoss S10/T14*);

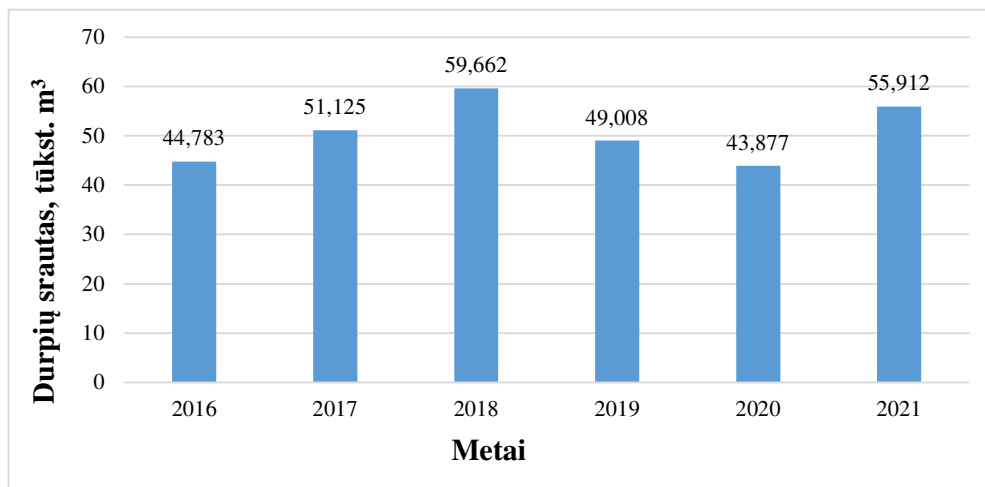
<sup>17</sup> UAB „Kaminera krovinių terminalas“ statistika

- išvalymai (*angl. restmaterial*).



7 pav. Durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021m., tūkst. tonomis<sup>18</sup>

Pagal 7 pav. pateiktą perkrautų durpių kiekį UAB „Kaminera krovinių terminalas“ pastebima, kad durpių srautas nuo 2016 iki 2021 metų padidėjo apie 39 tūkst tonų. Nuo 2016 -2018 metų pastebimas perkraunamų durpių kiekio pastovus didėjimas, tai įtakos turėjo 2014 metų atlikta reorganizacija, kai UAB „Kamineros krovinių terminalas“ tapo UAB „MABRE LPC“ visų teisių, turto ir pareigų perėmėja bei sėkmingo verslo tęsėja.



8 pav. Durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021 m., m<sup>3</sup>

UAB „Kaminera krovinių terminalas“ dažniausiai atvykstantis laivas durpių krovai – „KAIE“. Iš krovos terminalo daugiausiai durpės transportuojamos į tris vakarų Europos uostus:

- Briugė, Belgija, (*angl. Brugge*);

<sup>18</sup> UAB „Kaminera krovinių terminalas“ statistika

- Shiedamas, Olandija, (*angl. Shiedam*);
- Papenburgas, Vokietija, (*angl. Papenburg*).

6 Lentelė. „KAIE“ laivo parametrai<sup>19</sup>

Vėliava	Pastatymo metai	Ilgis, m	Plotis, m	Grimzlė, m	Laivo tonažas, t	Triumų talpa, m <sup>3</sup>
Malta	1990	88,25	13,17	5,45	4170	5663

Grūdai transportuojami tiek mažomis, tiek dideliomis partijomis. Mažųjų partijų laivų tonažas svyruoja nuo 3000 iki 4000 tonų. Dažniausios transportavimo kryptis Skandinavija: Danija, Švedija, Norvegija. Transportuojant grūdus dideliomis partijomis, laivų tonažas siekia 30 – 40 tūkst. tonų bei krovinyms transportuojamas į Egiptą, Turkiją bei Alžyrą.

Į terminalą dažniausiai atvykstantis laivas grūdų krovai – „Prima Lady“.

7 Lentelė. „Prima Lady“ laivo parametrai<sup>20</sup>

Vėliava	Pastatymo metai	Ilgis, m	Plotis, m	Grimzlė, m	Laivo tonažas, t
Suomija	1999	89	12,5	5,42	3622

Metalo laužas transportuojamas tik dideliomis partijomis, laivo tonažas siekia apie 30000 - 40000 tonų. Pagrindinė rinka – Turkija. Vienas iš dažniausiai atvykstančių laivų metalo laužo krovai – „DRAFTDODGER“.

8 Lentelė. „DRAFTDODGER“ laivo parametrai<sup>21</sup>

Vėliava	Pastatymo metai	Ilgis, m	Plotis, m	Grimzlė, m	Laivo tonažas, t
Graikija	2016	199,99	36,0	12,93	42307

UAB „Kaminera krovinių terminalas“ naudojama krovos technika:

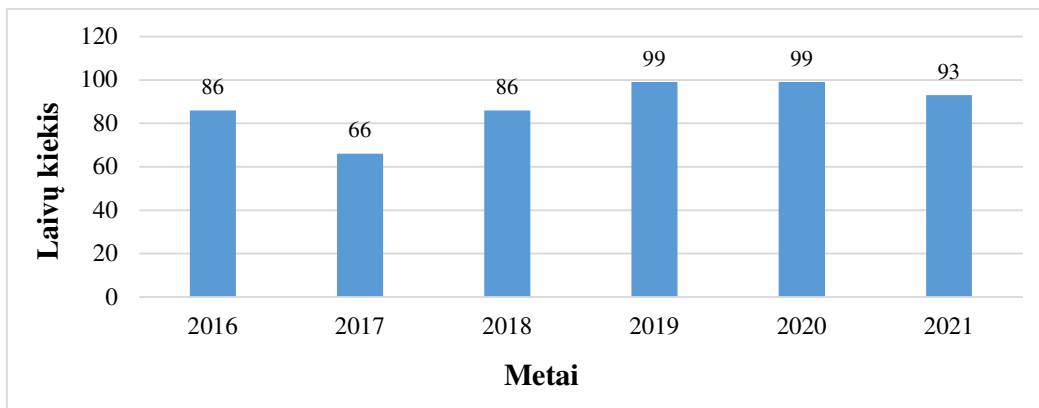
- frontalinis krautuvas „CASE 821 F“ (2vnt.)
- frontalinis krautuvas CAT;
- portalinis kranas Kirovec KPP-16/20;
- mobilūs kranai „TEREX Fuchs 350“ (3vnt.);

<sup>19</sup> <https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:300784/mmsi:256016000/imo:8906298/vessel:KAIE>

<sup>20</sup> [https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:266364/mmsi:230693000/imo:9195652/vessel:PRIMA\\_LADY](https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:266364/mmsi:230693000/imo:9195652/vessel:PRIMA_LADY)

<sup>21</sup> <https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:3856971/mmsi:241421000/imo:9746102/vessel:DRAFTDODGER>

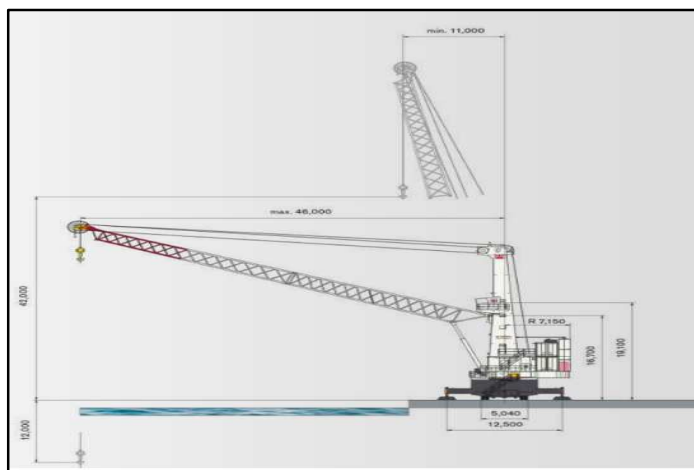
- mobilus uostinis kranas Terex „Gottwald G HMK 4406 B“.



9 pav. Pakrautų laivų kiekis UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2016 – 2021 metais

Pagal 9 pav. matoma, kad pakrautų laivų kiekis terminale nuo 2016 metų išaugo 8,14 %. Didžiausias pakrautų laivų kiekis pastebimas 2019 – 2020 metais, viso per metus pakrauta – 99 laivai. Mažiausiai pakrauta 2017 m. – 66 laivai.

Krantinėse 118, 119, 120 krovą vykdo mobilus uostinis kranas Terex „Gottwald G HMK 4406 B“. Tai yra naujausias įmonėje įrengtas kranas, gamybos metai – 2016. Šis kranas juda išilgai krantinės įrengtais bėgiais bei perkrauna gabaritinius ir negabaritinius krovinius. Krova šiuo kranu vykdoma 40 m<sup>3</sup> talpos griebtuvu arba kabliu. Mobilaus uostinio kranas Terex „Gottwald G HMK 4406B“ techniniai parametrai: diapazonas siekia nuo 11 iki 46 m; maksimali kėlimo galia – 100 t ir standartinė apkrova kranui – 63 t. Variklio galingumas – 895 kW<sup>22</sup>.



10 pav. Mobilaus uostinio kranas Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ brėžinys<sup>23</sup>

<sup>22</sup> <https://cdn.cranemarket.com/specifications/terex-gottwald-mobile-harbour-cranes-spec-fba2ed.pdf>

<sup>23</sup> UAB „Kamineros krovinių terminalo“ dokumentai

9 Lentelė. Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ kėlimo aukštis<sup>24</sup>

Siekis, m	Kėlimo aukštis, m
11 – 36	40,0
38	37,5
40	35,0
42	32,0
44	28,5
45	26,5
46	24,0

Pagal 9 lentelę pastebima, kad mobilaus uostinio kranu Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ kėlimo aukštis priklauso nuo siekio, kuo mažesnis siekis, tuo kranu kėlimo aukštis didesnis.

Šio kranu kėlimo greitis priklauso nuo krovimo ir koku kėlimo mechanizmu vyksta krova – kablo ar griebtuvo režimu. Kablo režimas: jei krovumas 33 t., tai kranu kėlimo greitis iki 85 m/min.; 45 t. – iki 64 m/min.; 100 t. – iki 28 m/min. Griebtuvo režimas: jei krovumas 33 t., tai kranu kėlimo greitis iki 85 m/min.; 34 t. – iki 82 m/min.; 45 t. – iki 64 m/min. Mobilus uostinis kranas gali nuleisti iki 12 m. gylio į laivo triumus.

Palaidų durpių ir durpių briketų sandėliavimui, pakrovimui ar iškrovimui naudojami frontaliniai krautuvai „Case 821 F“ (2vnt.). Frontalinio krautuvo kaušo talpa 7 m<sup>3</sup>. Variklio galingumas 169 kW<sup>25</sup>.



11 pav. Frontalinis krautuvai<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> UAB „Kaminera krovinių terminalas“ dokumentai

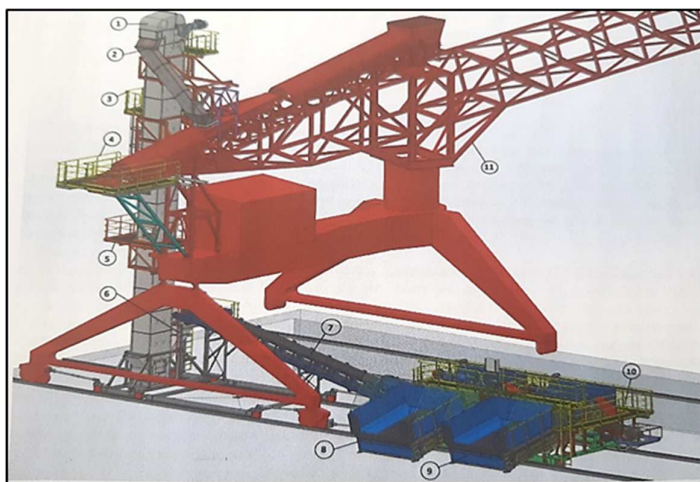
<sup>25</sup> <https://www.lectura-specs.com/en/model/construction-machinery/wheel-loaders-case/821-f-xr-1151959>

<sup>26</sup> UAB „Kamineros krovinių terminalo“ dokumentai

Taip pat durpių briketų sandėliavimui krantinėse naudojami mobilūs kranai „TEREX Fuchs 350“ (3vnt.). Šiam kranui naudojamas 0,6 m<sup>3</sup> talpos griebtuvas arba 1,10 m skersmens magnetas, kranų kėlimo aukštis siekia – 14 m bei siekis apima – 16 metrų.

Portalinis kranas Kirovec KPP-16/20 pagaminimo metai – 1991. Šis kranas skirtas birių ir fasuotų krovinių perkrovimui, naudojamas durpių krovai ir sandėliavimui. Portalinio kranų techniniai parametrai: kėlimoji galia iki 16 t., sieksnis nuo 8 iki 30 metrų, posūkio kampas iki 150°, maksimalus pakėlimo aukštis 26 m, nuleidimo aukštis iki 20 m. krova portaliniu kranu vykdoma dviem griebtuvais, kurie keičiami pagal krovinių specifikaciją bei kurių talpa 7 m<sup>3</sup> ir 10 m<sup>3</sup>. Variklio galingumas 384 kW<sup>27</sup>.

Terminalo krantinėje įrengta mobili laivo krovos mašina (gamybos metai - 2016) su dviem išpylimo dėžėmis, kurios yra skirtos paimti krovinį iš automobilio. Jis naudojamas krauti birią žemės ūkio produkciją, tokią kaip grūdai, cukrinių runkelių granulės. Krovinių tankis gali svyruoti nuo 0,7 t/m<sup>3</sup> iki 1,3 t/m<sup>3</sup>. Laivo krovos mašina maksimaliai gali perkrauti 500 t/h., kraunant vienu metu į abi išpylimo dėžes. Išpylimo dėžės sujungtos juostomis, kurių plotis siekia 2,6 m., greitis – 0,26 m/s.



12 pav. Shiploader brėžinys<sup>28</sup>

Perkėlos gatvėje esančioje rezervinėje teritorijoje yra vagonų iškrovimo stotis, kuri yra sujungta su juostiniu transporteriu. Iš iškrovimo vietos krovinytis patenka į teritorijoje esančius sandėlius, kuriuose įrengti skirstytuvai, skirti krovinių paskirstymui.

Juostinio transporterio komplektą sudaro:

- Trys skersiniai transporteriai su aptarnavimo tilteliais.

<sup>27</sup> <http://tuma-group.ru/portalnyj-kran-kirovets>

<sup>28</sup> UAB „Kamineros krovinių terminalo“ dokumentai

- Išilginis transporteris;
- Bėginis kelias;
- Mobilus pakrovimo į sandėlį transporteris.

Techniniai parametrai transporterio:

- Transporterinio įrengimo komplekto našumas 300 m<sup>3</sup>/val;
- Juostų pločiai:
  1. Skersinių transporterių – 1,4 m;
  2. Išilginio – 0,8 m;
  3. Pakrovimo į sandėlį transporterio – 0,8 m.
- Transporterio kilimo kampas – 24 laipsniai;

Priklausomai nuo krovinio kiekio vagonuose, vidutiniškai vagonas iškraunams per 15 – 30 minučių.

Taigi, UAB „Kaminera krovinių terminalas“ specializuojasi biriais ir pakuotais kroviniais, iš kurių didžiausią perkrautų krovinių kiekį sudaro palaidos durpės, metalo laužas ir grūdai. Terminale kraunamos keturių rūšių durpės, kurių bendras perkrautas kiekis 2021 metais sudarė 215,045 tūkst.t., metalo laužo perkrauta – 495,945 tūkst. tonų, grūdų srautas 2021 metais sudarė 73,19 tūkst. tonų. Uosto terminalų krantinėse krovos operacijoms naudojama naujausia krovos technika Terex „Gottwald“, kuri suteikia galimybę atlikti krovos darbus greičiau bei efektyviau.

### **3. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS TYRIMO METODIKA**

Šioje dalyje pateikiama metodika, kuria pasinaudojant atliekama krovinių srauto daugiakriterinė prognozė, įvertinami UAB „Kaminera krovinių terminalas“ krantinių pajėgumai bei nustatomas reikalingas sandėliavimo plotas prognozuojamiems krovinių srautams. Įvertinami laivų bei terminalo krovos įrangos emisija. Taip pat pateikiama terminalo SSGG analizė.

#### **3.1 Krovinių srauto daugiakriterinė prognozavimo metodika**

Sprendžiant įvairius transporto uždavinius būtinos prognozės. Jūrų transporto plėtra paprastai susijusi su krovinių srautų prognozavimu, kuris paremtas esama statistine duomenų baze. Srautų tyrimo metodika leidžia nustatyti ne tik esamą padėtį, bet ir planuoti srautus ateičiai su nustatyta paklaida. Taip pat srautų tyrimo metodika atsižvelgiant į esamus veiksnius leidžia apskaičiuoti būtiną transportavimo intensyvumą.

Krovinių srautai dažniausiai prognozuojami dviem būdais: linijiniu ir daugiakriteriniu. Daugiakriterinis krovinių srautų prognozavimo metodas apima bei įvertina įvairius veiksnius, kurie turi įtakos srautams. Pagrindiniai veiksniai, vertinami taikant šį metodą yra<sup>29</sup>:

- bendra ekonominė situacija;
- užuosčio ekonominė situacija ir galimi jos pokyčiai;
- veiksniai, kurie daro įtaką krovinių srautams, t.y. trąšų naudojimo kiekiai ir jų įtaka galimiems derliams;
- politiniai pokyčiai bei jų įtaka transporto koridoriams;
- transporto sistemos pajėgumas, jos plėtros prognozės, pvz: naujų terminalų, uosto, logistikos centro plėtra.
- šalies perkamosios galios prognozės konkrečių prekių grupių atžvilgiu;
- konkurentų veiksmai;
- galimi administraciniai pokyčiai ir galima jų įtaka srautų perskirstymui;
- papildomi veiksniai kaip: gamtos kataklizmai, kariniai konfliktai.

---

<sup>29</sup> Pauslauskas V. 2015. Klaipėdos Universitetas. Monografija. Jūrų transporto plėtra. 40-42 p.

Skaičiuojant konkrečius krovinių srautus bei prognozuojant srautų parametrus, remiantis konkrečiau praėjusio periodo rezultatais, pirmiausia apskaičiuojama atsitiktinių dydžių matematinė viltis:<sup>30</sup>

$$m_{yi} = \frac{1}{n} \sum_l^n x_{il} \quad (1)$$

čia:  $x_{il}$  – bendras krovinių kiekis, vežtas per atitinkamą laikotarpį;

$n$  – periodo dalių, kada vežtas  $\sum x_i$  krovinių kiekis, pvz.: metai, mėnesiai, savaitės, skaičius, tada ir matematinė viltis išreikš periodo dalies dydį.

Turint srautų matematinę viltį, galima apskaičiuoti konkrečių dydžių atsitiktinių dydžių dispersiją:

$$\sigma_{yi}^2 = S_{\xi i}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_i^n (x_i - m_{yi})^2 \quad (2)$$

čia:  $S_{\xi i}^2$  – atsitiktinių dydžių standartai.

Atsitiktinių dydžių standartai:

$$\sigma_{yi} = S_{\xi i} = \pm \sqrt{S_{\xi i}^2} \quad (3)$$

Norint nustatyti, kiek nagrinėjami dydžiai išsibarstę, paskaičiuojamas variacijos koeficientas:

$$\delta = \frac{S_{\xi i}}{m_{yi}} \quad (4)$$

Iš gauto variacijos koeficiento nustatomas srautų pastovumas. Kai krovinių srautų variacijos koeficientas mažesnis kaip 20 %, tuomet srautai laikomi pastovūs. Jeigu variacijos koeficientas didesnis nei 20 % – srautai laikomi nepastoviais. Dėl to, pastoviems srautams tikslesnės yra trumpalaikės prognozės, tačiau esant nepastoviems srautams trumpalaikės prognozės yra netikslios.

Daugiakriterinio prognozavimo bedroji lygtis:<sup>31</sup>

$$Q_T = (Q'_0 + BT) \cdot M \quad (5)$$

čia:  $Q'_0$  - srautas paskutiniame statistiniame taške;

---

<sup>30</sup> Pauslauskas V. 2015. Klaipėdos Universitetas. Monografija. Jūrų transporto plėtra. 28-29 p.

<sup>31</sup> Pauslauskas V. 2015. Klaipėdos Universitetas. Monografija. Jūrų transporto plėtra. 40-42 p.

B – prognozavimo koeficientas, kuris nustatomas remiantis statistiniais duomenimis;

T – prognozavimo periodas;

M – daugiakriterinio prognozavimo koeficientas.

Koeficientas b:

$$b_i = \frac{(Q_{ti} - Q_0)}{t_i} \quad (6)$$

čia:  $Q_{ti}$  – krovinių kiekis i – taisiais metais;

$t_i$  – skaičiuojamas laiko periodas (metais) nuo pirmųjų metų.

Galutinis koeficientas b:

$$b = \frac{\sum b_i}{n_i} \quad (7)$$

čia:  $n_i$  – koeficientų  $b_i$  reikšmių suma.

Priimant, kad srautas kinta tolygiai, prognozavimo paklaidos galima ieškoti taikant matematinę viltį. Vidutinė kvadratinė paklaida lygi:

$$e^2 = \sigma^2 \quad (8)$$

$$e = \pm\sqrt{\sigma^2}$$

Optimistinė prognozė:

$$Q_{opt} = Q_t + e \quad (9)$$

Pesimistinė prognozė:

$$Q_{pes} = Q_t - e \quad (10)$$

Daugiakriterinio prognozavimo koeficientas:

$$M = \sum (K_m F_m) \quad (11)$$

čia:  $K_m$  – veiksnių svorio koeficientai, jų bendra suma turi būti lygi 1;

$F_m$  – santykiniai veiksniai, kurie  $Q_0$  taške lygūs vienetui.

Santykiniai veiksniai nustatomi ir analizuojami atsižvelgiant į ilgalaikę ekonominę raidą, šalies planus, remiantis transporto sistemos plėtros programomis, įvertinant konkurentų veiksmus ir jų plėtros programas bei galimų ir kitų veiksmų poveikį.

Taigi, remiantis daugiakriterine prognozavimo metodika, bus įvertinami UAB „Kaminera krovinių terminalas“ durpių, grūdų, metalo laužo srautas 2022 – 2026 metais. Taip pat įvertinami ir krovinių srautų optimistinės ir pesimistinės prognozės.

### 3.2 Terminalo krantinės pralaidumo skaičiavimo metodika

Atliekant terminalų skaičiavimus bei atsižvelgiant į krovinių srautus turi būti apskaičiuojamas būtinas krantinių ilgis ir terminalo plotas.

Skaičiuojant terminalo krantinių ilgį už pagrindą imamas krantinės pralaidumas per tam tikrą laikotarpį. Dažniausiai priimamas terminalo krantinės pralaidumas per mėnesį ar savaitę.<sup>32</sup>

$$Q_{(m\acute{e}n)} = \frac{720 \cdot D_{(1)} \cdot \alpha \cdot k_{(met.)} \cdot k_{(uz)}}{t_{(1)} + t_{(pag.)}} \quad (12)$$

čia:  $D_{(1)}$  – skaičiuojamojo laivo keliamoji galia, t;

$\alpha$  – koeficientas, kuriuo įvertinamas laivo keliamosios galios išnaudojimas, paprastai  $\alpha = 0,9$ ;

$k_{(met.)}$  – krantinės darbo laiko koeficientas, kuriuo įvertinamas prastovų laikas dėl meteorologinių veiksnių,  $k_{(met.)} = 0,8$ ;

$k_{(uz)}$  – koeficientas, kuriuo įvertinamas krantinės užimtumas, atliekant iškrovimo / pakrovimo darbus bei pagalbines operacijas,  $k_{(uz)} = 0,75$ ;

$t_{(1)}$  – krantinės užimtumo laikas, vykdant krovos operacijas, h;

$t_{(pag.)}$  – krantinės užimtumo laikas, vykdant pagalbines operacijas laivo pakrovimo metu, daugelyje uostų priimamas apie 12 val.

Atliekant krovos operacijas terminale, įvertinamas krantinės užimtumo laikas:

$$t_{(1)} = \frac{D_{(1)} \cdot \alpha}{M_{(1)}} \quad (13)$$

čia:  $M_{(1)}$  – projektinė laivo pakrovos norma, kuri skaičiuojama pagal kranų arba kranų darbo intensyvumą, t/val.

---

<sup>32</sup> V. Paulauskas, R. Barzdžiukas, B. Plačienė ir kt. 2001. Klaipėda. Uosto technologija, 80-82 p.

Priėmus vidutinį bendrą per mėnesį perkraunamų krovinių kiekį, įvertinamas būtinas minimalus krantinių terminale skaičius:

$$n = \frac{\sum Q_{(m\acute{e}n)}}{Q_{m\acute{e}n}} \quad (14)$$

Vienos krantinės ilgis:

$$L_{(krant.)} = L_{(1)} + d \quad (15)$$

čia:  $L_{(1)}$  – skaičiuojamo laivo ilgis, m;

$d$  – atstumas tarp laivų, kai laivo ilgis  $L_{(1)} > 150$  m, tai  $d > 20$  m (esant geromis hidrometeorologinėmis sąlygomis).

Taigi, krantinės pralaidumo skaičiavimo metodika įvertinamas reikalingas terminalo krantinės ilgis norint aptarnauti būsimus krovinių srautus UAB „Kaminera krovinių terminalas“.

### 3.3 Terminalo teritorijos ploto skaičiavimo metodika

Terminalo teritorijos plotas skaičiuojamas taikant krovinių saugojimo aikštelių, krovinių srautų ir vidutinio krovinio saugojimo laiko sandėliuose metodą.

Vertinant terminalo galimybes ateityje, būtina įvertinti esamas galimybes ar terminalas pajėgus priimti tam tikrą krovinių srautą. Terminalo sandėliavimo plotas skaičiuojamas taikant krovinių srautų, krovinių fizikinių savybių ir krovinių sukrovimo aukštį sandėlyje.

Būtinas sandėlio plotas paskaičiuojamas:

$$S = \frac{Q_{sand.n}}{q_n \cdot h_n} \quad (16)$$

čia:  $Q_{sand.n}$  – vienu metu sandėliuojamas krovinių kiekis, t;

$q_n$  – krovinio svorio koeficientas, t/m<sup>3</sup>;

$h_n$  – krovinio sukrovimo aukštis sandėlyje, priklausomai nuo sandėlio tipo, krovinio rūšies ir krovos technikos parametų, biriams kroviniams priimamas vidutiniškai 0,7· h, m.

Turint plaunuojamą krovinių srauto kiekį, reikia įvertinti kokio sandėliavimo ploto reikės:

$$S = \frac{Q_{sand.} \cdot t_s}{q_n \cdot h_n \cdot T} \quad (17)$$

čia:  $Q_{sand.}$  – prognozuojamas krovinių srautas, t;

$T$  - navigacinis periodas arba uosto darbo laikas (paromis), paprastai Vakarų šalyse šį laiką priima nuo 320 iki 350 parų, atmetant blogas hidrologines sąlygas, šventes.

Sandėliavimo aikštelės plotas:

$$S_A = \frac{S}{k_{(s)}} \quad (18)$$

čia:  $k_{(s)}$  - sandėliuojamos aikštelės išnaudojimo ploto koeficientas. Į sandėliuojamos aikštelės plotą patenka autotransportui būtini keliai privažiavimui, krovos technikai reikalingas plotas. Koeficiento reikšmė priimama 0,7 - 0,8.

Skaičiuojant terminalo sandėlio plotą, pasirinktam kroviniui ir jo kiekiui per metus, taikomas sandėlių, krovinių srautų ir vidutinio krovinio saugojimo laiko metodą.

Būtiną sandėlio talpumą, krovinio kiekį, kurį vienu metu galima laikyti sandėlyje:<sup>33</sup>

$$E_{(sand.)} = \frac{Q_{(sand.)} \cdot t_{(s)} \cdot k_{(e)}}{T} \quad (19)$$

čia:  $Q_{(sand.)}$  – sandėlyje saugotas krovinių kiekis, t;

$t_{(s)}$  – vidutinis krovinio saugojimo laikas, paromis, atsižvelgiant į krovinių rūšį, turi būti imamos krovinių saugojimo sandėliuose normos arba kitu būdu nustatomas krovinių saugojimo sandėlyje laikas;

$k_{(e)}$  – sandėlio talpumo išnaudojimo koeficientas priklauso nuo sandėlio arba sandėliavimo aikštelės konstrukcijos ir krovinių rūšies,  $k_{(e)} = 0,7 - 0,9$ ;

$T$  – navigacijos periodas arba uosto darbo laikas, paromis per metus, daugelis uostų šį laiką priima nuo 320 iki 350 parų, atmetus blogas hidrometeorologines sąlygas, šventes ir panašiai.

Krovinių kiekis, kuris saugotas sandėlyje:

$$Q_{(sand.)} = Q \cdot k_{(sand.)} \quad (20)$$

čia:  $Q$  – metinis krovinių srautas, t;

$k_{(sand.)}$  – krovinio praėjimo pro sandėlį koeficientas, paprastai konkretiems terminalams gali būti priimamas  $k_{(sand.)} = 1,0$ .

Būtiną sandėlio plotas:

$$S = \frac{E_{(sand.)}}{q \cdot k_p} \quad (21)$$

---

<sup>33</sup> V. Paulauskas, R. Barzdžiukas, B. Plačienė ir kt. 2001. Klaipėda. Uosto technologija, 82-83 p.

čia:  $q$  – technologinė sandėliuojamo krovinio apkrova, kuri priimama atsižvelgiant į sandėlio arba sandėliavimo aikštelės paruošimą,  $q = 8 - 25 \text{ t/m}^2$ ;

$k_p$  – sandėlio ploto išnaudojimo koeficientas, kuris priklauso nuo sandėlio konstrukcijos ir krovinio rūšies,  $k_p = 0,4 - 0,8$ .

Taigi, pasinaudojant terminalų teritorijos ploto skaičiavimo metodika įvertinami reikalingi sandėliavimo plotai prognozuojamiesiems būsimiems 2026 metų srautams. Sandėliavimo plotai įvertinami remiantis optimistinėmis srautų prognozėmis.

### 3.4 Laivų ir terminalo krovos įrangos emisijos metodika

Pagrindinės emisijos rūšys iš laivų ir uosto įrenginių bei mechanizmų, naudojančių iškastinį kurą: anglies dvideginis ( $\text{CO}_2$ ); anglies monoksidas ( $\text{CO}$ ); sieros oksidai ( $\text{SO}_x$ ); azoto oksidai ( $\text{NO}_x$ ) ir kietosios dalelės ( $\text{PM}$ ). Anglies dvideginio ir sieros oksidų generuojamas kiekis priklauso nuo sudeginto kuro masės, o anglies monoksido, azoto oksido ir kietųjų dalelių generuojamas kiekis priklauso nuo variklio panaudoto realaus galingumo.

Emisijų skaičiavimui naudojamos formulės, kurių dedamosios yra: sunaudotas kuro kiekis, panaudotas realus variklio galingumas bei santykinis konkrečių emisijų dydis.

Anglies dvideginio emisijos kiekis<sup>34</sup>:

$$\text{CO}_2 = Q_k \cdot \Delta\text{CO}_2 \cdot \frac{t}{60} \quad (22)$$

čia:  $Q_k$  – bendras kuro kiekis;

$\Delta\text{CO}_2$  – anglies dvideginio koeficientas, kuris naftos produktas: dyzelinui, mazutui yra 3,0 – 3,5, SGD 2,5 – 2,9.

Sieros oksidų kiekis:

$$\text{SO}_x = Q_k \cdot \Delta\text{SO}_x \cdot \frac{t}{60} \quad (23)$$

čia:  $\Delta\text{SO}_x$  – sieros oksidų koeficientas, kuris priklauso nuo kuro rūšies: naftos produktams (sieros oksidų kontroliuojamuose rajonuose) jis yra 0,001 – 0,035, SGD – 0.

Anglies monoksido kiekis:

$$\text{CO} = N_{vid} \cdot \Delta\text{CO} \cdot \frac{t}{60} \quad (24)$$

čia:  $N_{vid}$  – vidutinis variklio galingumas per laiko tarpą, minutėmis;

---

<sup>34</sup> Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas.

$\Delta CO$  – anglies monoksido koeficientas, priklauso nuo variklio tipo.

Azoto oksidų generuojamas kiekis:

$$NO_x = N_{vid} \cdot \Delta NO_x \cdot \frac{t}{60} \quad (25)$$

čia:  $\Delta NO_x$  – azoto oksido koeficientas, priklauso nuo variklio tipo.

Kietųjų dalelių generuojamas kiekis:

$$PM = N_{vid} \cdot \Delta PM \cdot \frac{t}{60} \quad (26)$$

čia:  $\Delta PM$  – kietųjų dalelių koeficientas, priklauso nuo variklio tipo ir kuro rūšies, naftos produktams iki 10 g/kWh, SGD kurui yra artimas nuliui.

Laivų varikliai yra pakankamai galingi, laivai sunaudoja daug kuro. Laivai naudoja daug kuro plaukdami ir kiek mažiau sunaudoja stovėdami uostuose arba inkaravietėse, t.y. prieigose prie uostų. Laivo sunaudojamo kuro kiekis dažnai skaičiuojamas per reisą arba per kitą periodą.

Laivo kuro sunaudojimas plaukiant:

$$Q_k = q'_L \cdot \sum N \cdot T_{PL} \quad (27)$$

čia:  $q'_L$  - santykinis laivo kuro sunaudojimas plaukimo metu, daugeliui laivų pagrindinių ir pagalbinių variklių santykinis kuro sunaudojimas sudaro nuo 0,13 – 0,25 kg/kWh.

$\sum N$  – bendras vidutinis pagrindinių ir pagalbinių variklių galingumas plaukimo metu;

$T_{PL}$  – laivo plaukimo laikas valandomis, pvz. per reisą, atskiroje plaukimo atkarpoje ir panašiai.

Variklio galingumas paskaičiuotas pagal sunaudojamą kuro kiekį per konkretų laiką:

$$N = \frac{q_{kh} \cdot t}{q'_k} \quad (28)$$

čia:  $q_{kh}$  - kuro sunaudojimas per valandą, kg;

$q'_k$  – santykinis kuro sunaudojimas, kg/kWh;

$t$  – variklio darbo laikas, val.

Uosto įranga naudoja daug kuro, kadangi didelė dalis įrangos mechanizmai naudoja vidaus degimo variklius, kurių dauguma naudoja dyzelinius variklius, ir tuo pačiu sunaudoja daug dyzelino arba kitokio kuro. Kuro panaudojimas per metus gali būti paskaičiuotas vertinant įrenginių ir mechanizmų kiekį terminale, santykinį kuro sunaudojimą įrenginių ir mechanizmų varikliuose, variklių įrenginių ir mechanizmų galingumą, įrenginių ir mechanizmų variklių galingumo panaudojimo koeficientą, o taip pat įrenginių ir mechanizmų vidutinį panaudojimo laiko koeficientą.

Kuro kiekis, kurį panaudoja mobilus uostinis kranas per metus terminale gali būti paskaičiuotas:

$$q = 365 \cdot 24 \cdot n \cdot q' \cdot k_N \cdot k_T \cdot N \quad (29)$$

čia:  $n$  – kranų skaičius terminale;

$q'$  - santykinis kuro sunaudojimas;

$k_N$  – variklių galingumo panaudojimo koeficientas;

$k_T$  – kranų panaudojimo laiko koeficientas;

$N$  – kranų variklių galingumas.

Emisijos koeficientai laivų varikliams priklausomai nuo kuro rūšies laivų varikliams pateikiamas 10 lentelėje.

10 Lentelė. Emisijos koeficientai priklausomai nuo kuro rūšies<sup>35</sup>

Emisijos rūšys	Naftos produktai (dyzelinas)	SGD
CO <sub>2</sub> , nuo kuro kiekio	3,2	2,4
SO <sub>x</sub> , % nuo kuro kiekio	0,1	0,0 – 0,1
NO <sub>x</sub> , g/kWh	10	4
CO, g/kWh	5	3
PM, g/kWh	0,5	0,0 – 0,1

Tokiu būdu emisijos mažinimas iš variklių priklauso nuo variklių tipo ir konstrukcijos, naudojamo kuro rūšies, o taip pat variklių darbo sąlygų (manevrinių režimų). Kuro sąnaudos priklauso nuo variklio režimo, ypač mechanizmų pereinamųjų režimų.

Pateiktos generuojamų emisijų iš vidaus degimo variklių skaičiavimo formulės gali būti pritaikytos laivyboje naudojamiems įrenginiams (laivams, uosto mechanizmams bei kitoms transporto priemonėms). Naudojant nurodytas formules būtina įvertinti emisijų generavimo koeficientus, priklausomai nuo variklių tipo ir jų galingumo, skaičiuojant CO, NO<sub>x</sub> ir PM emisijas, o taip pat kuro tipus, jų sąnaudas bei sudėtį, skaičiuojant CO<sub>2</sub> ir SO<sub>x</sub> emisijas.

11 Lentelė. Emisijos santykinis dydis priklausomai nuo variklio galingumo<sup>36</sup>

N, kW	CO <sub>2</sub> , g/kWh	NO <sub>x</sub> , g/kWh	PM, g/kWh
30	5,0	7,5	0,40

<sup>35</sup> Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas.

<sup>36</sup> Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas.

11 Lentelė. Tęsinys. Emisijos santykinis dydis priklausomai nuo variklio galingumo<sup>37</sup>

N, kW	CO <sub>2</sub> , g/kWh	NO <sub>x</sub> , g/kWh	PM, g/kWh
100	5,0	7,2	0,30
250	5,0	7,2	0,20
1000	5,0	7,5	0,25
5000	5,0	9,8	0,50
10000	5,0	10,5	0,50
≥10000	5,0	11,0	0,50

Taigi, laivybos generuojama emisija priklauso nuo kuro rūšies, variklių kokybės ir galingumo. Žinant kuro sunaudojimo kiekius laivyboje, generuojamos emisijos rūšys ir kiekius, galima ir būtina ieškoti poveikio aplinkai minimalizavimo galimybes ir būdus.

### 3.5 Terminalo SSGG analizės metodika

SSGG metodas taikomas pagrindžiant ir nustatant realią situaciją. Ši analizė gali būti taikoma daugeliui elementų, pvz.: transporto koridoriams, uostams. Analizė padeda ištirti tokius tiriamų objektų elementus<sup>38</sup>:

- stipriosios vietos;
- silpnosios vietos;
- galimybės;
- grėsmės.

SSGG analize galima, kuo tiksliau nustatyti SSGG elementus, o juos nustačius maksimaliai išnaudoti privalumus ir galimybes, šalinti trūkumus ir rasti geriausius būdus kompensuoti pavojus. Prie kiekvieno išvardinami veiksniai, kurie gali turėti poveikį pasirinktam objektui. Nustačius visus elementus, pradedamas tyrimas, kuris leidžia nusakyti visą situaciją bei pateikti informaciją, kuri būtų susijusi su pateikto objekto privalumais ir trūkumais.

Silpnosios vietos arba trūkumai turi būti gerai žinomi, kad būtų rasti būdai juos šalinti kaip galima greičiau, kadangi jie labiausiai veikia klientus. Silpnosios vietos gali būti silpna pozicija

<sup>37</sup> Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas.

<sup>38</sup> Paulauskas V. 2000. Klaipėda. Uostų plėtra. 170-176 p.

rinkoje, pasenusios technologijos, nepatyrusi vadyba, silpnas finansinis potencialas, novatoriškumo stoka, prasta reputacija, prasta teikiamų paslaugų kokybė ir daugelis kitų veiksnių.

Vertinant terminalo stipriąsias ir silpnąsias vietas, atkreipiamas dėmesys į šiuos elementus:

- geografinė padėtis;
- techninės galimybės;
- terminalo įranga;
- darbo patirtis;

Geografinė padėtis turi nemažai įtakos. Tinkamas maršrutų išsidėstymas, trumpas, patogus ir greitas maršrutas suteikia galimybę pritraukti didesnius krovinių srautus.

Techninės galimybės susijusios su terminalais, informacinėmis sistemomis ir tai dažniausiai nusako krovos pajėgumus.

Terminalo įranga susijusi su krovos efektyumu. Krovos įrangos pajėgumai suteikia galimybę efektyviai dirbti su krovinių srautais ir užtikrinti greitą krovinių pakrovimą į laivą.

Darbo patirtis susijusi su personalu. Tai svarbus rodiklis, vertinant stipriąsias ir silpnąsias vietas. Svarbu, kai atliekami sudėtingi ir atsakingi pervežimų darbai, užsakymų ar krovos darbai, kuomet perduodama didelė atsakomybė už krovinį. Sukaupta gera darbo patirtis suteikia galimybę kokybiškai ir tiksliai suteikti paslaugas bei suteikia patikimumą klientų atžvilgiu, dėl to labai svarbu:

- terminalo specializacija;
- specializacijos periodas;
- atsiliepiamai apie darbo patirtį.

Potencialios galimybės daugiausiai susijusios su geografinėmis sąlygomis ir žmonių ištekliais. Terminalo krovos galimybės leidžia gana tiksliai planuoti krovinių srautų vystymą bei nuolat analizuoti galimybes, norint kaip galima tiksliau nustatyti plėtros prioritetus ir eiliškumą. Krovinių srautų galimybės svarbus aspektas, kuris susijęs su ateities vystymosi perspektyvų galimybėmis. Galimybės suteikia didesnę konkurencingumą prisitaikyti prie rinkos pokyčių. Taip pat, galimybės susijusios ir su informacinių sistemų vystymu, teikiamų paslaugų plėtojimu ir tobulinimu.

Didžiausią pavojų krovinių srautams, kurie gali tykoti ar tykoja, bet kurio terminalo sudaro:

- konkurencija;
- politiniai, ekonominiai pokyčiai šalyje;
- dideli krovinių konjunktūros pokyčiai;
- gamtiniai kataklizmai.

Konkurencija gali būti dviejų rūšių: transporto koridorių tarpusavio konkurencija bei vieno transporto koridoriaus atskirų dalių konkurencija. Terminalai ir jų veikla, krovinių srautai bei

terminalo plėtra yra veikiami konkurencijos. Iš galimų grėsmių didžiausią poveikį gali turėti nauji konkurentai, konkurencijos agresyvumas, mažas rinkos tempas, didėjantis klientų spaudimas, neaiški politinė ar ekonominė situacija, technologinis atsilikimas.

Politiniai ir ekonominiai pokyčiai užuostyje turi įtakos uosto veiklai ir yra vienas iš didžiausių pavojų, kadangi atskiri politiniai sprendimai gali pakeisti situaciją tam tikrame transporto koridoriuje ar jo dalyje.

Taigi, SSGG analizė turėtų būti vykdoma nuolat, dėl to, kad padėtis yra dinamiška ir iš anksto praktiškai neįmanoma numatyti įvairių aplinkybių, o tokios analizės padeda tikslinti terminalo vystymo planus. Tik visapusiška analizė gali suteikti galimybę geriau susiorientuoti ir priimti tikslesnius planus.

## 4. DAUGIAFUNKCINIO TERMINALO INFRASTRUKTŪROS IR SUPERSTRUKTŪROS PLĖTROS ĮVERTINIMAS

Šioje dalyje prognozuojamas terminalo krovinių: durpių, metalo laužo ir grūdų srautas iki 2026 metų. Taip pat, įvertinamas krantinės pralaidumas, apskaičiuojamas reikalingas teritorijos plotas, norint sandėliuoti prognozuojamus krovinių srautus bei nustatomi laivų ir terminalo krovos įrangos emisijų kiekis. Atliekama terminalo SSGG analizė.

### 4.1 Krovinių srauto daugiakriterinio prognozavimo skaičiavimas

Daugiakriterinė srautų analizė padeda įvertinti tam tikrus pokyčius ateityje. Srautų prognozavimo metodika nesuteikia visiško tikslumo, tik padeda susidaryti bendrą vaizdą apie galimus srautus. Remiantis pateikta daugiakriterinio prognozavimo metodika, įvertinami trijų krovinių: durpių, metalo laužo ir grūdų srautas UAB „Kamineros krovinių terminalas“ 2022 – 2026 metais.

#### *Durpių srautas 2022 – 2026 metais.*

Pagal (1) formulę apskaičiuojama atsitiktinių dydžių matematinė viltis:

$$m_{yi} = \frac{1}{6} \cdot (172,241 + 196,633 + 229,471 + \dots + 215,045) = \frac{1}{6} \cdot 1170,641 = 195,11$$

Pagal (2) formulę apskaičiuojama konkrečių atsitiktinių dydžių dispersija:

$$\begin{aligned} \sigma_{yi}^2 = S_{\xi i}^2 &= \frac{1}{6-1} \cdot (172,241 - 195,11)^2 + (196,633 - 195,11)^2 + \dots \\ &+ (215,045 - 195,11)^2 = \frac{1}{5} \cdot 2841,61 = 568,32 \end{aligned}$$

Pagal (3) formulę apskaičiuojamas atsitiktinių dydžių standartai:

$$\sigma_{yi} = S_{\xi i} = \pm \sqrt{568,32} = \pm 23,84$$

Pagal (4) formulę apskaičiuojamas variacijos koeficientas:

$$\delta = \frac{23,84}{195,11} = 0,12 = 12 \%$$

Pagal apskaičiuotą variacijos koeficientą, pastebima, kad gautoji reikšmė yra mažesnė už 20 %, tuomet durpių srautai laikomi pastovūs. Pastoviems srautams tikslesnės yra trumpalaikės prognozės.

Pagal (6) formulę apskaičiuojami b koeficientai:

$$b_i = \frac{196,633 - 172,241}{1} = 24,39$$

Kitos b reikšmės randamos analogiškai.

12 Lentelė.  $b_i$  koeficientų reikšmės

Metai	2016	2017	2018	2019	2020	2021
$b_i$	0	24,39	28,62	5,42	-0,87	8,56

Pagal (7) formulę apskaičiuojamas galutinis  $b$  koeficientas:

$$b = \frac{0 + 24,39 + 28,62 + \dots + 8,56}{6} = 13,22$$

Veiksnių svorių koeficientai:

- Globali ekonominė situacija – 0,3
- Šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija – 0,25
- Transporto sistemų pajėgumai – 0,2
- Konkurentų veiksmai – 0,15
- Kiti veiksniai – 0,10

Priimame, kad per ateinančius 5 metus pasaulinės ekonomikos situacija kis taip, kaip parodyta 13 lentelėje.

13 Lentelė. Visuotinės ekonominė situacija, priimant kaip 100 %,  $F_{m1}$ <sup>39</sup>

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
Poreikio prieaugis, %	0,6	2,1	5,1	9,0	13,2

Šalies ekonominės situacijos veiksnys svarbus, nes tai susiję su šalies užuosčio importu / eksportu.

14 Lentelė. Šalies užuosčio ekonominė situacija, 100 %,  $F_{m2}$ <sup>40</sup>

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
Poreikio prieaugis, %	2,4	7,8	17,1	27,6	38,7

Transporto sistemos plėtros galimybės susijęs su privažiuojamųjų kelių prie terminalų, šalies ir kaimyninių šalių, per kurias planuojama vežti krovinius, plėtra. Taikomas konkrečiam uostui ar terminalui. Šis santykinis veiksnys gali apimti daugiau elementų, bet dažniausiai priskiriami techniniai elementai.

<sup>39</sup> Paukaskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. 2015. 40 – 47 p.

<sup>40</sup> Paukaskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. 2015. 40 – 47 p.

15 Lentelė. Transporto sistemos santykinis veiksnys  $F_{m3}$ <sup>41</sup>

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
Poreikio prieaugis, %	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2

Konkurentai savo veiksmis ir plėtros programomis visada linkę perimti dalį krovinių.

16 Lentelė. Konkurentų poveikio santykinis veiksnys  $F_{m4}$ <sup>42</sup>

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
Poreikio prieaugis, %	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9

Kiti papildomi veiksniai dažnai svarbūs, kai šalia sunkiai prognozuojamos šalys, kuriose kartais priimami su rinkos sąlygomis nesuderinami sprendimai, apsunkinantys krovinių vežimą. Papildomų veiksmių santykinis veiksnys gali būti svarbus konkrečių krovinių rūšių atžvilgiu, todėl prognozuojant konkrečius krovinių srautus daugiakriteriniu metodu turi būti išsamiai išanalizuotas bei įvertintas.

17 Lentelė. Kitų veiksmių galimos reikšmės  $F_{m5}$ <sup>43</sup>

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
Poreikio prieaugis, %	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8

Galutinis visų santykinų veiksmių ir jų srovių reikšmės ir daugiakriterinio prognozavimo koeficientas  $M$  pateiktas 18 lentelėje.

18 Lentelė. Daugiakriterinio prognozavimo koeficientai

Metai	2022	2023	2024	2025	2026
$K_{m1} \cdot F_{m1}$	0,3018	0,3063	0,3153	0,3270	0,3396
$K_{m2} \cdot F_{m2}$	0,3072	0,3234	0,3513	0,3828	0,4161
$K_{m3} \cdot F_{m3}$	0,2000	0,2000	0,2000	0,2200	0,2400
$K_{m4} \cdot F_{m4}$	0,1000	0,1000	0,1000	0,9000	0,9000
$K_{m5} \cdot F_{m5}$	0,1000	0,1000	0,7000	0,8000	0,8000
<b>M</b>	<b>1,0078</b>	<b>1,0258</b>	<b>1,0810</b>	<b>1,1413</b>	<b>1,2256</b>

<sup>41</sup> Paukauskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. 2015. 40 – 47 p.

<sup>42</sup> Paukauskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. 2015. 40 – 47 p.

<sup>43</sup> Paukauskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. 2015. 40 – 47 p.

Pagal (8) formulę randama vidutinė kvadratinė paklaida:

$$e^2 = \sigma^2 = 568,32$$

Tuomet:

$$e = \pm 23,84$$

Pagal (5) formulę apskaičiuojamas prognozuojamas durpių srautas 2022 – 2026 metams:

$$Q_{T2022} = (215,045 + 13,22 \cdot 5) \cdot 1,0078 = 283,35 \text{ tūkst. t}$$

Kitos Q reikšmės randamos analogiškai.

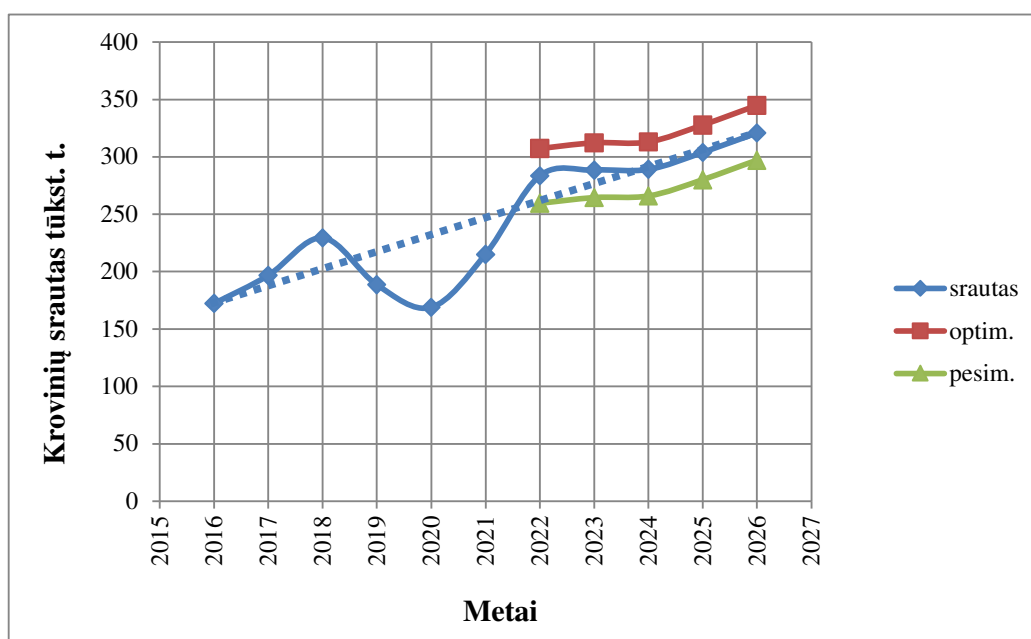
Pagal (9) formulę apskaičiuojama optimistinė durpių srauto prognozė:

$$Q_{opt2022} = 283,35 + 23,84 = 307,19 \text{ tūkst. t}$$

Kitos  $Q_{opt}$  reikšmės randamos analogiškai.

Pagal (10) formulę apskaičiuojama pesimistinė durpių srauto prognozė:

$$Q_{pes2022} = 283,35 - 23,84 = 259,51 \text{ tūkst. t}$$



13 pav. Prognozuojamas durpių srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m.

Atlikus durpių srauto prognozės skaičiavimus, įvertinus pesimistinę ir optimistinę prognozes, pagal 13 pav. matoma, jog krovinio srautas 2022 – 2026 metais didės. 2026 metais prognozuojamas krovinių srautas sieks apie 264,31 tūkst.t. Prognozuojant optimistinį durpių srautą Klaipėdos jūrų uosto terminale, perkraunamo krovinio kiekis 2026 m. siektų 344,74 tūkst.t., pesimistiniu prognozavimo atveju durpių srautas terminale sudarytų apie 297,06 tūkst. t

*Metalo laužo ir grūdų reikšmės apskaičiuojamos analogiškai, gautos reikšmės pateikiamos 19 – 21 lentelėse.*

19 Lentelė. Metalo laužo ir grūdų veiksmų svorio koeficientų reikšmės

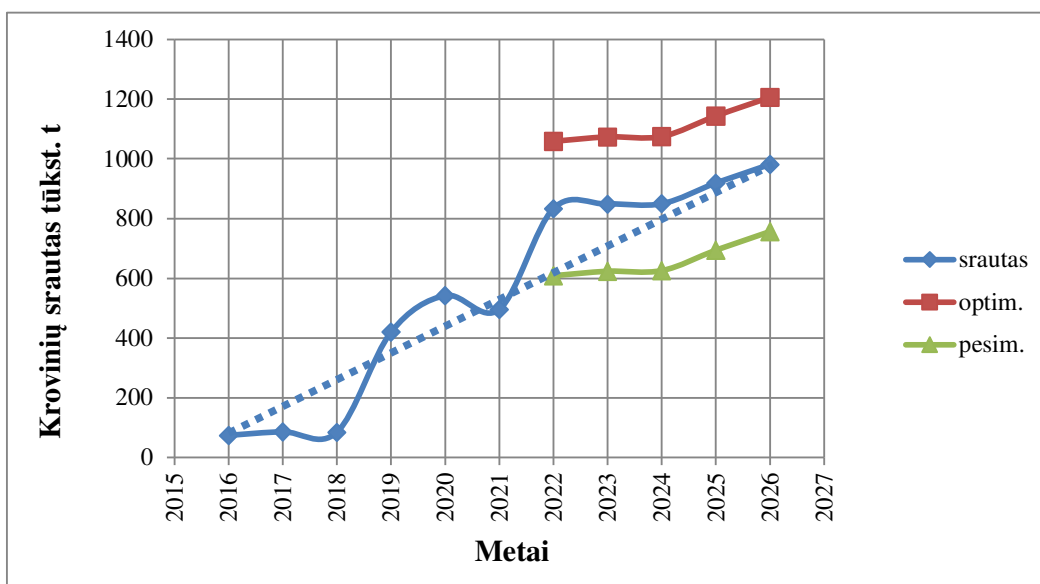
<i>Veiksmų svorio koeficientai</i>	<i>Metalo laužas</i>	<i>Grūdai</i>
Globali ekonominė situacija	0,30	0,30
Šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija	0,25	0,35
Transporto sistemų pajėgumai	0,35	0,05
Konkurentų veiksmai	-	0,25
Kiti veiksniai	0,10	0,05

20 Lentelė. Metalo laužo ir grūdų daugiakriterinio prognozavimo koeficientai

<i>Daugiakriterinio prognozavimo koeficientas, M</i>	<i>Metalo laužas</i>	<i>Grūdai</i>
2022	1,00780	1,01020
2023	1,02580	1,03360
2024	1,02805	1,06015
2025	1,11100	1,09360
2026	1,18635	1,15005

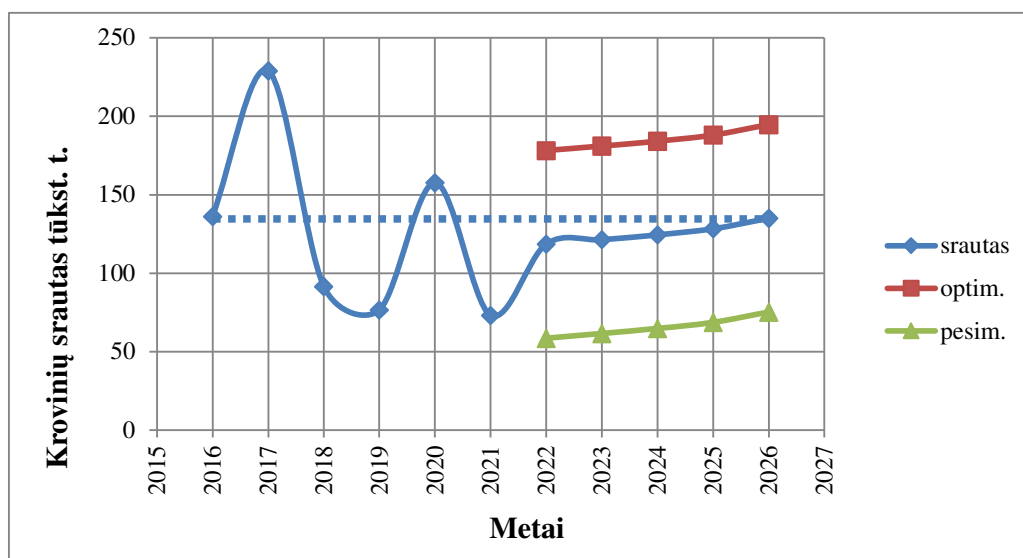
21 Lentelė. Metalo laužo ir grūdų skaičiavimo daugiakriterinio skaičiavimo reikšmės

<b>Reikšmė</b>	<b>Metalo laužas</b>	<b>Grūdai</b>
Atsitiktinių dydžių matematinė viltis $m_{yi}$	284,13	127,82
Atsitiktinių dydžių dispersija $\sigma_{yi}^2$	50540,50	3558,88
Atsitiktinių dydžių standartai $\sigma_{yi}$	224,81	59,66
Variacijos koeficientas $\delta, \%$	79	46,7
Koeficientas b	66,24	8,8319
Paklaida e	$\pm 224,81$	$\pm 59,66$
Prognozuojamas srautas $Q_{T2022}$	833,61	118,55
Optimistinis srautas $Q_{opt2022}$	1058,42	178,20
Pesimistinis srautas $Q_{pes2022}$	608,80	58,89



14 pav. Prognozuojamas metalo laužo srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m.

Atlikus metalo laužo srauto prognozės skaičiavimus, įvertinus pesimistinę ir optimistinę prognozes, pagal 14 pav. matoma, jog krovinio srautas 2022 – 2026 metais didės. 2026 metais prognozuojamas krovinių srautas sieks apie 981,3 tūkst.t. Prognozuojant optimistinį metalo laužo srautą UAB „Kaminera krovinių terminalas“, perkraunamo krovinio kiekis 2026 m. siektų 1,206 mln. tonų., o pesimistiniu prognozavimo atveju krovinio srautas terminale sudarytų apie 756,49 tūkst. t.



15 pav. Prognozuojamas grūdų srautas UAB „Kaminera krovinių terminalas“ 2022 – 2026 m.

Atlikus grūdų srauto prognozės skaičiavimus, įvertinus pesimistinę ir optimistinę prognozes, pagal 15 pav. matoma, jog krovinio srautas 2022 – 2026 metais nedaug, bet didės. 2026 metais prognozuojamas krovinių srautas sieks apie 134,96 tūkst.t. Prognozuojant optimistinį grūdų srautą

UAB „Kaminera krovinių terminalas“, perkraunamo krovinių kiekis 2026 m. siektų 194,61 tūkst. tonų., o pesimistiniu prognozavimo atveju krovinių srautas terminale sudarytų apie 75,3 tūkst. t.

Taigi, UAB „Kaminera krovinių terminalas“ didžiausią krovinių srautą sudaro: durpės, metalo laužas, grūdai. Atlikus krovinių daugiakriterinį prognozavimo metodą, matoma, kad 2022 – 2026 metais krova didės. 2026 metais optimistine prognoze durpių krova siektų 344,74 tūkst.t., metalo laužo – 1,206 mln. t., grūdų – 194,61 tūkst. t., o pesimistiniu atveju durpių srautas sudarytų – 297,06 tūkst. tonų, metalo laužo – 756,49 tūkst. t., grūdų – 75,3 tūkst. tonų

#### 4.2 Terminalo krantinių pralaidumo skaičiavimas

Projektuojant terminalą, būsimiems krovinių kiekiams, įvertinamas krantinių pralaidumas. Terminalo pralaidumas nustato, kokie laivai gali būti aptarnaujami ir kokia projektinė laivo pakrovos valandinė norma.

Pagal (13) formulę apskaičiuojamas krantinės užimtumo laikas, priimant durpių laivo keliamąją galią  $D_1 = 4170$  tonų, projektinę valandinę normą  $M_{(1)} = 200$  t/h

$$t_{1,durpės} = \frac{4170 \cdot 0,9}{200} = 18,8 \text{ h}$$

Analogiškai apskaičiuojami krantinės užimtumo laikas kraunant grūdus ir metalo laužą. Gauti rezultatai pateikiami 22 lentelėje.

22 Lentelė. Krantinės užimtumo laikas kraunant grūdus ir metalo laužą

Krovinių rūšis	Krantinės užimtumo laikas, h
Grūdai	16,3
Metalo laužas	190,4

Apskaičiavus krantinių užimtumo laiką, pagal (12) formulę skaičiuojamas mėnesinis krantinės pralaidumas kraunant durpes:

$$Q_{(mėn)durpės} = \frac{720 \cdot 4170 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,75}{18,8 + 12} = 52639,5 \text{ t/h}$$

Analogiškai apskaičiuojamas mėnesinis krantinės pralaidumas kraunant grūdus ir metalo laužą. Gautos reikšmės pateikiamos 23 lentelėje.

23 Lentelė. Mėnesinis krantinės pralaidumas kraunant grūdus ir metalo laužą

Krovinių rūšis	Krantinės pralaidumas, t/h
Grūdai	49760,9
Metalo laužas	81269,6

Priėmus vidutinį bendrą perkraunamų krovinių kiekį terminale per mėnesį  $\Sigma Q_{(mėn)} = 79728,58 t$ , pagal (14) formulę įvertinamas būtinas minimalus krantinių skaičius terminale kraunant durpes:

$$n_{durpės} = \frac{79728,58}{52639,50} = 1,5 \approx 2$$

Analogiškai įvertinamas būtinas minimalus krantinių skaičius kraunant grūdus ir metalo laužą, rezultatai pateikiam 24 lentelėje.

24 Lentelė. Būtinas minimalus krantinių skaičius kraunant grūdus ir metalo laužą

Krovinio rūšis	Krantinių skaičius
Grūdai	2
Metalo laužas	1

Pagal (15) formulę apskaičiuojamas krantinės ilgis, priėmus, kad durpių gabenamų laivų ilgis – 88,25 metrai:

$$L_{krant(st)durpės} = 88,25 + 10 = 98,25 m$$

Analogiškai apskaičiuojamas krantinės ilgis, priėmus, kad grūdų gabenamų laivų ilgis  $L = 89,0 m$ ., metalo laužo –  $L = 199,9 m$ , rezultatai pateikiami 25 lentelėje.

25 Lentelė. Reikalingas krantinės ilgis aptarnaujanant grūdų ir metalo laužo laivus

Krovinio rūšis	Krantinių ilgis, m
Grūdai	99,0
Metalo laužas	209,9

Taigi, apskaičiavus krantinių pralaidumą, matome, jog krantinių pralaidumas yra pakankamas, priimti atitinkamus laivus. Bendras krantinių ilgis siekia 432,18 m. Prie NR.118 krantinės galima priimti du laivus, kurių ilgis neviršytų 100 metrų arba vieną laivą, kuris transportuoja metalo laužą.

### 4.3 Terminalo teritorijos ploto skaičiavimas

Skaičiuojant būtino sandėliavimo aikštelių plotus, reikia įvertinti krovinių svorio koeficientus. t.y. kiekvienas skirtingas krovinytis turi skirtingą svorio koeficientą. Sandėliavimo plotas įvertinamas prognozuojamam 2026 metų optimistiniam krovinių srautui.

Krovinių svorio koeficientai (q):

- palaidos durpės-  $0,45 t/m^3$ ;
- grūdai –  $1,36 t/m^3$ ;

- metalo laužas – 0,82 t/m<sup>3</sup>.

Norint apskaičiuoti būtinus terminalo plotus, remiantis sąlyga, kad būtų vietos sukaupti būtina krovinių kiekį prie krantinių stovintiems laivams pakrauti. Taip pat reikia atsižvelgti į tai, jog jūroje esant štormui ar kitoms meteorologinėms sąlygoms, būtina turėti papildomos sandėliavimo teritorijos, kad dubliuojantis krovinių kiekiams, būtų vietos krovinių sandėliuoti.

Turint krovinių srautus po penkerių metų galima apskaičiuoti būtinus sandėliavimo plotus atskiriems kroviniams. Imamas dvigubas laivo tonažas, nes esant blogoms oro sąlygoms ir neturint papildomo sandėliavimo ploto, gali atsirasti tokia situacija, jog nebus kur sandėliuoti krovinių. Priimama, kad durpės sandėliavimo trukmė – 10 parų, metalo laužo – 30 dienų

Pagal (17) formulę apskaičiuojamas durpių būtinasis sandėlio talpumas:

$$S_{durpės} = \frac{344740 \cdot 10}{0,45 \cdot 0,7 \cdot 4 \cdot 320} = 8550 \text{ m}^2$$

Metalo laužo būtiną sandėlio talpumą apskaičiuojame analogiškai.

$$S_{metalo\ laužas} = 49243 \text{ m}^2$$

Skaičiuojami sandėliuojamų aikštelių plotai būsimiems durpių srautams pagal (18) formulę:

$$S_{A,durpės} = \frac{8550,10}{0,8} = 10688 \text{ m}^2$$

Būsimiems metalo laužo srautams sandėliuojamų aikštelių plotai apskaičiuojami analogiškai.

$$S_{A,metalo\ laužas} = 61554 \text{ m}^2$$

Uždaro tipo sandėliuose galima sandėliuoti ne tik žemės ūkio produkciją, bet ir kitus birius krovinius.

2026 metais optimistiniu prognozavimo metu planuojamas grūdų kiekis – 194610 tonų. Priimamas krovinių praėjimo pro sandėlį koeficientas – 1,0.

Pagal (20) formulę apskaičiuojamas sandėliuojamas krovinių kiekis:

$$Q_{(sand.)} = 194610 \cdot 1,0 = 194610 \text{ t.}$$

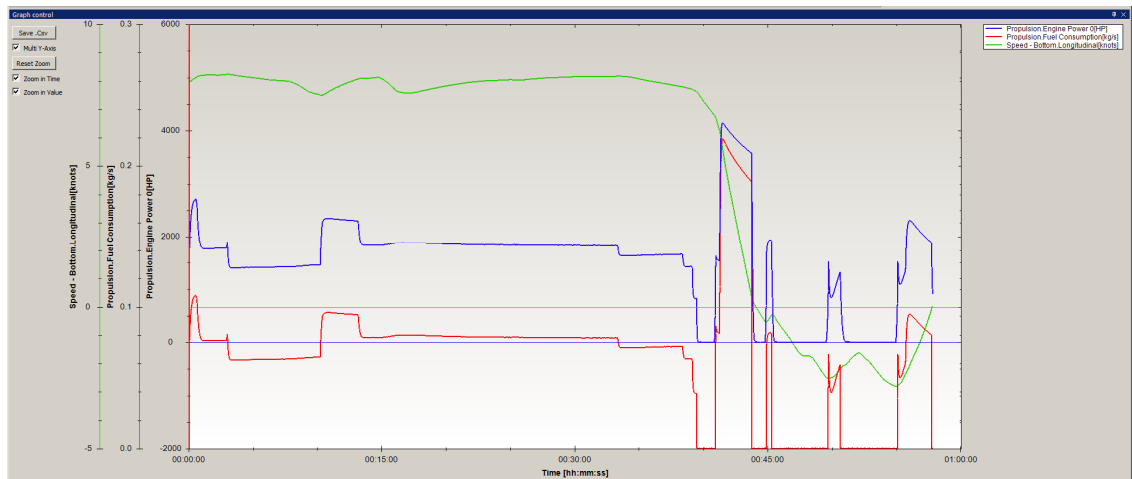
Pagal (19) formulę apskaičiuojamas sandėlio talpumas, priimant, kad grūdai sandėlyje sandėliuojame apie 15 parų:

$$E_{sand} = 194610 \cdot 15 \cdot \frac{0,8}{320} = 7297,9 \text{ t}$$

Pagal (21) formulę apskaičiuojamas būtinasis sandėlio plotas:

$$S = \frac{7297,9}{8 \cdot 0,6} = 1520 \text{ m}^2$$





18 pav. Laivo plaukimo greičio, variklio galingumo ir kuro sąnaudų parametrai

Pagal 18 pav. matoma, kad laivo greitis iki apsisukimo pradžios ir kol buvo prijungti vilkikai, plaukė pastoviu 7,5 - 8 mazgų greičiu. Laivo kuro sąnaudos nuo plaukimo pradžios iki prijungiant vilkikus svyravo nuo 0,06 iki 0,09 kg/s. Prijungus vilkikus laivo apsisukimo metu kuro sąnaudos siekė iki 0,22 kg/s. Laivo variklio galingumas iki laivo apsisukimo pradžios siekė 1500 – 2700 kW. Prijungus du vilkikus, laivo variklio galingumas siekė 4100 kW. Kol laivas prisišvartavo prie krantinės variklio galingumas pasiekė 2000 kW. Vidutinis variklio galingumas – 2100 Kw.

*Laivo emisijų kiekių skaičiavimas, dyzelinis kuras.*

Pagal (27) formulę apskaičiuojamas laivo sunaudoto kuro kiekis įplaukiant ir išplaukiant iš uosto:

$$Q_K = \left( 0,15 \cdot 1643 \cdot \frac{57}{60} \right) \cdot 2 = 468,26 \text{ kg}$$

Pagal (22) formulę apskaičiuojamas anglies dvideginio kiekis, anglies dvideginio emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$CO_2 = \left( 468,26 \cdot 3,2 \cdot \frac{57}{60} \right) \cdot 2 = 2847,02 \text{ kg}$$

Pagal (23) formulę apskaičiuojamas sierų oksidų kiekis, sieros oksido emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$SO_x = \left( 468,26 \cdot 0,001 \cdot \frac{57}{60} \right) \cdot 2 = 0,89 \text{ kg}$$

Pagal (24) formulę apskaičiuojamas anglies monoksido kiekis, anglies monoksido emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$CO = \left( 1643 \cdot 0,005 \cdot \frac{57}{60} \right) \cdot 2 = 15,61 \text{ kg}$$

Pagal (25) formulę apskaičiuojamas azoto oksidų kiekis, azoto oksidų emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$NO_x = (1643 \cdot 0,01 \cdot \frac{57}{60}) \cdot 2 = 31,22 \text{ kg}$$

Pagal (26) formulę apskaičiuojamos kietųjų dalelių kiekis, kietųjų dalelių emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$PM = (1643 \cdot 0,0005 \cdot \frac{57}{60}) \cdot 2 = 1,56 \text{ kg}$$

Analogiškai apskaičiuojamas laivo emisijų kiekis, naudojant SGD kurą. CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO – emisijos koeficientai pasirenkami iš 10 lentelės.

Priklausomai nuo vyraujančio vėjo krypties yra skaičiuojama, koks emisijos kiekis tenka konkrečioms vietoms, pavyzdžiui, miestui. Klaipėdos regione vyraujantys vėjai yra vakarų krypties ir mieste nusėda apie 70 %.

Laivų generuojamų emisijos kiekiai bei emisijos kiekis tenkantis miestui pateikiamas 27-28 lentelėje.

27 Lentelė. Laivo dyzelinio ir SGD kuro emisijų kiekis

Emisijos rūšys	Dyzelinis kuras,kg	Dyzelinio kuro emisijos kiekis, tenkantis miestui, kg	SGD, kg	SGD kuro emisijos kiekis tenkantis miestui, kg
CO <sub>2</sub>	2847,02	1992,91	2135,27	1494,69
SO <sub>x</sub>	0,89	0,62	0	0
CO	15,61	10,93	9,37	6,56
NO <sub>x</sub>	31,22	21,85	12,49	8,74
PM	1,56	1,09	0,31	0,22

28 Lentelė. Laivo dyzelinio ir SGD kuro emisijų kiekis per metus

Emisijos rūšys	Dyzelinis kuras,kg	Dyzelinio kuro emisijos kiekis, tenkantis miestui, kg	SGD, kg	SGD kuro emisijos kiekis tenkantis miestui, kg
CO <sub>2</sub>	42705,30	29893,71	32029,05	22420,34
SO <sub>x</sub>	13,35	9,35	0	0
CO	234,15	163,91	140,55	98,39
NO <sub>x</sub>	468,30	327,81	187,35	131,14
PM	23,40	16,38	4,65	3,25

*Terminalo įrangos emisijos skaičiavimas. Dyzelino kuras.*

Emisijos kiekiai bus skaičiuojami šiems krovos įrenginiams:

- uostiniam kranui Terex „Gottwald G HMK 4406 B“, variklio galingumas – 895 kW.
- portaliniam kranui Kirovec KPP-16/2, variklio galingumas – 384 kW.
- frontaliniam krautuvui „CASE 821 F“. Variklio galingumas – 169 kW.

Uosto įrangos sunaudotas kuro kiekis skaičiuojamas priklausomai nuo vidutinio įrangos variklių galingumo, vidutinio darbo laiko ir santykinio kuro sunaudų. Uosto įrangai galima priimti santykinę kuro sunaudojimą 0,25 – 0,35 kg/kWh. Pamainos metu darbo laiko koeficientas terminalo įrangai priimamas apie 0,9 o įrangos galingumo panaudojimo koeficientas sudaro apie 0,5.

Pagal (29) formulę apskaičiuojamas mobilaus uostinio kranu Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ kuro kiekis per metus:

$$q_{Terex} = 365 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 895 = 235206 \text{ kg} = 235,206 \text{ t}$$

Analogiškai, pagal (29) formulę apskaičiuojamas portalinio kranas Kirovec KPP-16/2 sunaudojamas kuro kiekis:

$$q_{Kirovec} = 365 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 384 = 50457,6 \text{ kg} = 50,46 \text{ t}$$

Taip pat apskaičiuojamas ir frontalinio krautuvo „CASE 821 F“ saunaudojamas kuro kiekis:

$$q_{case} = 365 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 169 = 44413,2 \text{ kg} = 44,41 \text{ t}$$

Bendras uosto įrangos sunaudojamo kuro kiekis:

$$\sum q = 235,21 + 50,46 + 44,41 = 330,08 \text{ t}$$

*Mobilaus uostinio kranu Terex „Gottwald G HMK 4406 B“ emisijos kiekis per metus.*

Pagal (22) formulę apskaičiuojamas anglies dvideginio kiekis, anglies dvideginio emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$CO_2 = 235206 \cdot 3,2 \cdot 0,2 = 150531,84 \text{ kg}$$

Pagal (23) formulę apskaičiuojamas sierų oksidų kiekis, sieros oksido emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$SO_x = 235206 \cdot 0,001 \cdot 0,2 = 470,41 \text{ kg}$$

Pagal (24) formulę apskaičiuojamas anglies monoksido kiekis, anglies monoksido emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$CO = 895 \cdot 0,005 \cdot 0,2 = 0,895 \text{ kg}$$

Pagal (25) formulę apskaičiuojamas azoto oksidų kiekis, azoto oksidų emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$NO_x = 895 \cdot 0,01 \cdot 0,2 = 1,79 \text{ kg}$$

Pagal (26) formulę apskaičiuojamos kietųjų dalelių kiekis, kietųjų dalelių emisijos koeficientas parenkamas iš 10 lentelės:

$$PM = 895 \cdot 0,0005 \cdot 0,2 = 0,0895 \text{ kg}$$

Analogiškai apskaičiuojama portalinio kranų Kirovec KPP-16/20 ir frontalinio krautuvo „CASE 821 F“ dyzelinio kuro emisijos kiekiai. Rezultatai pateikiami 29 lentelėje.

29 Lentelė. Terminalo krovos įrangos dyzelinio kuro emisijų kiekis per metus

Emisijos rūšys	Uostinis kranas	Portalinis kranas	Frontalinis krautuvas	Iš viso:
CO <sub>2</sub>	150531,84 kg	16146,43 kg	14212,22 kg	180890,49 kg
SO <sub>x</sub>	47,04 kg	5,05 kg	4,44 kg	56,53 kg
CO	0,895 kg	0,192 kg	0,085 kg	1,172 kg
NO <sub>x</sub>	1,79 kg	0,384 kg	0,169 kg	2,343 kg
PM	0,0895 kg	0,0192 kg	0,0085 kg	0,1172 kg

Analogiškai apskaičiuojami uosto įrangos emisijos kiekiai naudojant SGD kurą. Rezultatai pateikiami 30 lentelėje.

30 Lentelė. Terminalo įrangos SGD kuro emisijų kiekis per metus

Emisijos rūšys	Uostinis kranas	Portalinis kranas	Frontalinis krautuvas	Iš viso:
CO <sub>2</sub>	112898,88 kg	12109,82 kg	10659,17 kg	135667,87 kg
SO <sub>x</sub>	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg
CO	0,537 kg	0,115 kg	0,0507 kg	0,7027 kg
NO <sub>x</sub>	0,716 kg	0,154 kg	0,0676 kg	0,938 kg
PM	0,0179 kg	0,0038 kg	0,00169 kg	0,023 kg

Terminalo įrangos generuojamų emisijų kiekis tenkantis miestui pateikiamas 31 lentelėje

31 Lentelė. Terminalo įrangos generuojamų emisijų kiekis tenkantis miestui

Emisijos rūšys	Dyzelinis kuras, kg	Dyzelinio kuro emisijos kiekis, tenkantis miestui, kg	SGD, kg	SGD kuro emisijos kiekis tenkantis miestui, kg
CO <sub>2</sub>	180890,49	126623,34	135667,87	94967,51
SO <sub>x</sub>	56,53	39,57	0	0
CO	1,172	0,82	0,7027	0,49
NO <sub>x</sub>	2,343	1,64	0,938	0,66
PM	0,1172	0,082	0,023	0,016

Taigi ištyrus laivo, terminalo krovos įrangos dyzelino ir SGD kuro emisijos kiekius matoma, kad didžiausia dalis išsiskiria – CO<sub>2</sub>. Naudojant dyzelino kurą iš laivų per metus CO<sub>2</sub> išsiskiria – 42,7 t, iš kurių miestui tenka – 29,9 t. tonų, iš terminalo krovos įrangos CO<sub>2</sub> išsiskiria = 180,9 tonų, iš kurių Klaipėdos miestui tenka – 126,6 tonų. Pakeitus dyzelino kurą į SGD, emisijos kiekis sumažėtų apie 1,3 karto.

#### 4.5 Terminalo SSGG analizė

Klaipėdos jūrų uoste UAB „Kaminera krovinių terminalas“ specializuojasi birių ir fasuotų krovinių krova. Daugiausiai krauna šiuos krovinius: metalo laužą, durpes ir grūdus. Terminalas be privalumų turi ir savų trūkumų. Detalus šių savybių nagrinėjimas pateikiamas 32 lentelėje, remiantis SSGG analizės metodika.

32 Lentelė. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ SSGG analizė

Stiprybės	Silpnybės
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nuolatinis bendradarbiavimas su krovinių gamybos įmonėmis;</li> <li>2. Specializuojantis durpių ir metalo laužo krova nėra didelės konkurencijos tarp kitų Klaipėdos jūrų uostų krovos terminalų;</li> <li>3. Atnaujinta laivų krovos technika;</li> <li>4. Krovinių transportavimas glaudžiai susijęs su vakarų Europos valstybių jūrų uostų rinka, Skandinavija, Afrika.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Krovinių krovimo ir sandėliavimo darbai priklauso nuo oro sąlygų;</li> <li>2. Nėra geležinkelio prieigos</li> </ol>
Galimybės	Grėsmės
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plėsti krovinių transportavimo maršrutus;</li> <li>2. Plėsti bendradarbiavimą su kitomis įmonėmis;</li> <li>3. Siekiant didinti krovinių srautus, ieškoti alternatyvų transportavimui.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Didėjanti konkurencija Rygos jūrų uoste;</li> <li>2. Priklausomybė nuo gavėjų uostų;</li> <li>3. Konkurencija tarp Klaipėdos terminalų;</li> <li>4. Aplinkinių gyventojų nusiskundimai dėl dulkių ir triukšmo;</li> </ol>

Terminalo stiprybės turi svarbų vaidmenį pritraukiant bei aptarnaujant klientus UAB „Kaminera krovinių terminalas“. Tai vienintelis terminalas, kuris Klaipėdos jūrų uoste specializuojasi durpių krova, taip pat didelę rinkos dalies Klaipėdos uoste sudaro ir metalo laužo krova. Dėl šių priežasčių UAB „Kaminera krovinių terminalas“ netenka konkuruoti su kitais uosto terminalais. Pastovus bendradarbiavimas vyksta ir su durpių gamybos įmonėmis, kurios priklauso „Lietuviškų durpių įmonių asociacijai“. Glaudus ryšys palaikomas su durpynais, esančiais Šilutėje, Laukėsoje, Ežerėliuose ir Paliuose. Ypač greitas ir patogus susisiekimasis su „Klasmann – Deilmann Šilutė“

įmone, suteikiantis galimybę transportuoti durpes į terminalą kelis kartus per dieną. Planuojamas tikslus korvinių srauto transportavimo grafikas taip užtikrinant pastovų krovinio kiekį sandėliuose ruošiantis krovos operacijoms. Be to, po terminalo reorganizacijos, krovinius į laivo triumus krauti naudojamas mobilus uostinis kranas Terex „Gottwald G HMK 4406 B“, dėl patobulintos įrangos atsiranda galimybė laivų krovą vykdyti greičiau bei efektyviau. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ durpės dažniausiai transportuoja į Belgijos, Olandijos, Vokietijos jūrų uostus. Grūdus – Skandinaviją, Egiptą Turkiją, Alžyrą, metalo laužą – Turkiją. Patirtis, užmegzti ryšiai su vakarų Europos jūrų uostais užtikrina klientų pasitikėjimą rinktis krovinių transportavimo paslaugas.

Durpių ir metalo laužo sandėliavimas turi ir savo silpnybių. Vienas iš pagrindinių – krovos procesas priklauso nuo oro sąlygų. Siekiant išvengti dulkėtumo, palaidų durpių krova nevyksta esant 15 m/s ir didesniai vėjo greičiui. Staigus oro sąlygų pasikeitimas gali turėti įtakos ilgesniam krovinio pakrovimo į laivo triumus operacijos laikui. Ir dėl šių priežasčių užsitęstų visas krovinio transportavimo procesas. Kadangi durpių ir grūdų srautas priklauso nuo sezoniškumo - darbas faktiškai trunka maždaug 106 dienas per metus. Durpės išgaunamos tik šiltuoju metų laikotarpiu esant sausai žemei, tad jeigu oro sąlygos bus nepalankios gamybai, durpių įmonės neturės likučio iš praeito sezono, tikėtina, kad susidurs su sunkumais, neturėdami savo žaliavos gamybai ar prekybai. Šios priežastys gali turėti įtakos UAB „Kaminera krovinių terminalo“ durpių srautams. Viena iš didžiausių problemų – nėra geležinkelio atšakos vedančios tiesiai į UAB „Kaminera krovinių terminalas“.

Tarp galimybių būtų galima pridėti, tai kad UAB „Kaminera krovinių terminalas“ yra suinteresuotas verslo partnerių pritraukime. Su susidomėjimu laukiami pasiūlymai bendradarbiauti įmonių, valdančių krovinių srautus ir matančių galimybę šiuos srautus išnaudojant per Klaipėdos uostą. Tai suteiktų galimybę išplėsti krovinių transportavimo maršrutus jūrų transportu, padidinti darbų intensyvumą kituose regionuose, pritraukti naujų klientų. Siekiant dar labiau padidinti krovinių srautus bei maksimaliai išnaudoti terminalo galimybes, galimas alternatyvus gabenimo būdas. Vienas iš alternatyvų – durpių transportavimas specialiais maišais (*angl. big bag*), taip pat galima krovinius transportuoti ir jūriniuose konteineriuose.

Grėsmės vaidina itin svarbų vaidmenį. Rygos laisvajame jūrų uoste perkraunami durpių kiekiai sparčiai didėja, dėl to gali susidaryti stipri konkurencija tarp Rygos ir Klaipėdos uostų ar terminalų, kuriuose vykdoma durpių krova. Tai gali sukelti konkurenciją kovojant dėl srautų bei maršrutų aptarnavimų. Taip pat grėsmė kyla ir tarp Klaipėdos jūrų uosto terminalo, kurie specializuojasi grūdų krova. UAB „Kaminera krovinių terminalas“ grūdų srautas sudaro tik nedidelę rinkos dalį. Didžiausi grūdų kiekiai kraunami: AB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje KLASCO; UAB Klaipėdos jūrų krovinių kompanijoje „BEGA“ bei UAB Malkų įlankos terminaluose. Durpių transportavimo grėsmė

gali kilti dėl priklausomybės nuo išsikrovimo uosto. Krovinio paklausą sudaro klientai, nesant stipraus užuosčio, kuris užtikrintų vartojišką rinką, maršrutas tam tikra kryptimi gali nebevykti, dėl nedidėjančių durpių srauto. Taip pat, dėl didėjančių durpių, grūdų, metalo laužo srautų bei dažnėjančių krovos operacijų terminale, aplinkui gyvenantys asmenys susiduria su nuolatiniu triukšmu bei dulkėtumu. Vykdamas durpių krovos darbus ar jas transportuojant autotransportu ar laivais, durpės susigula ir vaizdiškai atrodo, kad krovinio pakrautas mažesnis kiekis. Dėl šios priežasties atlikus durpių krovą į laivo triumus, asmuo atsakingas už krovos darbą turi turėti vaizdinių įrodymų, jei tektų krovinio gavėjui įrodyti, jog laivo triumai buvo pakrauti tinkamai, laikantis krovos plano.

Taigi, atlikus terminalo SSGG analizę galima išskirti esmines stiprybes: transportavimas daugiausiai orientuotas į vakarų Europos uostus, Skandinaviją bei Afrikos valstybes. Didžiausios silpnybės, su kuriomis susiduriama – krovinių transportavimo ir krovos darbų priklausomybė nuo oro sąlygų bei sezoniškumas. Konkurencija, priklausomybė nuo išsikrovimo uostų, triukšmas ir dulkėtumas sukels daugybę problemų siekiant padidinti krovinių srautus. Tačiau norint išspręsti būsimas problemas, reikia numatyti galimybes, kurios padėtų bent kiek minimalizuoti kylančias grėsmes.

## IŠVADOS

1. Išanalizavus birių ir fasuotų krovinių terminalą UAB „Kaminera krovinių terminalas“, matoma, kad terminale didžiausią krovinių srautą sudaro: durpės, metalo laužas bei grūdai. 2021 metais šių krovinių perkrauta: durpių - 215,045 tūkst. t., metalo laužo – 495,945 tūkst. t., grūdų – 73,19 tūkst. tonų.
2. Atlikus krovinių srauto daugiakriterinį prognozavimą, matoma, jog 2026 metais optimistine prognoze durpių krova siektų 344,74 tūkst.t., metalo laužo – 1,206 mln. tonų grūdų – 194,61 tūkst. t., o pesimistiniu atveju durpių srautas sudarytų – 297,06 tūkst. tonų, metalo laužo – 756,49 tūkst. t., grūdų – 75,3 tūkst. tonų.
3. Įvertinus terminalo krantinių pralaidumą, matoma, kad norint aptarnauti būsimus durpių ir grūdų 2026 m srautus reikalingas krantinės ilgis –  $L_{krant.} = 100$  metrų, metalo laužui –  $L_{krant.} = 209,9$  m
4. Įvertinus 2026 metų krovinių srautus terminale reikalingas sandėliavimo plotas durpėms  $S_{A,durpės} = 10688 m^2$ , metalo laužui -  $S_{A,metalo laužas} = 61554 m^2$  bei grūdams -  $S = 1520 m^2$ .
5. Nustačius laivų ir terminalo krovos įrangos išmetamųjų emisijų kiekius, pastebima, kad naudojant dyzelino kurą teršalų kiekis didesnis nei naudojant SGD. Naudojant dyzelinį kurą daugiausia dalį išmetamų teršalų kiekį sudaro CO<sub>2</sub>. Pakeitus kurą į SGD emisijų kiekis per metus sumažėtų 1,3 karto.
6. Atlikus terminalo SSGG analizę galima pabrėžti esmines stiprybes: nuolatinis bendradarbiavimas su gamybos įmonėmis, atnaujinta krovos įranga, maža konkurencija su kitais terminalais. Tačiau reikia atsižvelgti ir į kylančias grėsmes: didėjanti konkurencija Rygos jūrų uoste, nusiskundimai dėl triukšmo ir dulkėtumo.

## LITERATŪRA

1. Paulauskas V. Uostų valdymas ir logistika. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 1998, p. 135 – 144.
2. Paulauskas V. Uostų plėtra. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 2000, p. 171 – 176.
3. Paulauskas V. Linijinė laivyba. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 2002, p. 12.
4. Paulauskas V. Uosto terminalų planavimas. Monografija. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 2004, p. 34 – 38.
5. Paulauskas V. Jūrų transporto plėtra. Monografija. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 2015, p. 23 – 40.
6. Paulauskas V., Paulauskas D., Plačienė B., Kaulitzky, A., Barzdžiukas R. ir kiti. Laivybos inžinerija. Kolektyvinė monografija. Klaipėdos universitetas: Klaipėdos universiteto leidykla, 2019, p. 110 – 111.
7. Amendments to the international maritime solid bulk cargoes (IMSBC) code. Prieiga per internetą: < <https://www.mlit.go.jp/common/001249851.pdf>>
8. Bartolini, M., Bottani, E., H, E. (2019). Green warehousing: systematic literature review and bibliometric analysis. Journal of Cleaner Production.
9. Bernacki D., Lis C. 2021. Investigating the sustainable impact of seaport infrastructure provision on maritime component of supply chain. Prieiga per internetą: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/14/12/3519/htm>>
10. Cargo handling equipment on board and in port. Prieiga per internetą: <[https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/16-ME-tal\\_001.pdf](https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/16-ME-tal_001.pdf)>
11. Castrel T. Seaport in the Baltic States. 2017. Prieiga per internetą: <[https://www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market\\_studies/Seaports%20in%20the%20Baltics\\_2017\\_0.pdf](https://www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market_studies/Seaports%20in%20the%20Baltics_2017_0.pdf)>
12. Deng J., Wang X., Wei Z., Wang L., Wang C., Chen Z. 2020. A review of NOx and SOx emission reduction technologies for marine diesel engines and the potential evaluation of liquefied natural gas fuelled vessels. Prieiga per internetą: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720378505> >
13. „DRAFTDODGER“ laivo parametrai. Prieiga per internetą: <<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:3856971/mmsi:241421000/imo:9746102/vessel:DRAFTDODGER>>

14. Durpių pramonė. Lietuviškų durpių įmonių asociacijos interneto svetainė. Prieiga per internetą: <<https://peat.lt/durpiu-pramone>>
15. Freeport of Riga facts. Prieiga per internetą: < <http://rop.lv/lv/>>
16. Gaidelis V., Benetyte R. 2021. Analysis of the Competitiveness of the Performance of Baltic Ports in the Context of Economic Sustainability. Prieiga per internetą: < <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3267/pdf>>
17. GDV. Wheat. Prieiga per internetą: [http://www.tisgdv.de/tis\\_e/ware/getreide/weizen/weizen.htm](http://www.tisgdv.de/tis_e/ware/getreide/weizen/weizen.htm)
18. Grote M., Mazurek N., Grabsch C., Zeilinger J., Le Floch S., Wahrendorf D., Hofer T. 2016. Dry bulk cargo shipping — An overlooked threat to the marine environment? Prieiga per internetą: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27339744/>>
19. Jinming. H. Physical and chemical properties of peat. 2009. Prieiga per internetą: <<https://www.eolss.net/sample-chapters/C08/E3-04-06-03.pdf>>
20. „KAIE“ laivo techniniai parametrai. Prieiga per internetą: <<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:300784/mmsi:256016000/imo:8906298/vessel:KAIE>>
21. Kavaliauskas G. Lithuanian peat producers association „Lietuviškos durpės“. Prieiga per internetą: <[https://balticpeatproducersforum.eu/wp-content/uploads/2019/09/15\\_Giedrius-kavaliauskas-Durpes\\_2019.pdf](https://balticpeatproducersforum.eu/wp-content/uploads/2019/09/15_Giedrius-kavaliauskas-Durpes_2019.pdf)>
22. Kern J., Tammerorg P., Shanskiy M., Sakrabani R., Knicker H., Kammann C., ir kiti. Synergistic use of peat and charred material in growing media – an option to reduce the pressure on peatlands? 2017 m. Prieiga per internetą: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/16486897.2017.1284665>>
23. Klaipėdos Valstybinio Jūrų uosto direkcija. Prieiga per internetą: <https://www.portofklaipeda.lt/uploads/ATASKAITOS/2022/2021%20m.%20Veiklos%20ataskaita1.pdf>
24. Kovalov A., Prodashchuk S., Kravets A., Mkrtychian D., Prodashchuk M. 2020. Improvement of the grain cargo handling technology on the basis of resource – saving. Prieiga per internetą: < [https://www.researchgate.net/publication/348632537\\_Improvement\\_of\\_the\\_grain\\_cargo\\_handling\\_technology\\_on\\_the\\_basis\\_of\\_resource-saving](https://www.researchgate.net/publication/348632537_Improvement_of_the_grain_cargo_handling_technology_on_the_basis_of_resource-saving)>
25. Krovinių vežimas. (2016). Prieiga per internetą: <<http://cargo.litrail.lt/documents/12770/15847/Biraliniai.pdf/5a81a59e-4baa-4856-b6e6-86a025115fa3>>
26. Liebuviene J., Čižiūnienė K. 2022. Comparative Analysis of Ports on the Eastern Baltic Sea Coast. Prieiga per internetą: < <https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/1>>

27. Megha R. Siddagangappa<sup>1</sup>, Asso.Prof. A. H. Kulkarni. 2014. Classification and Quality Analysis of Food Grains. Prieiga per internetą: < <https://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol16-issue4/Version-3/A016430110.pdf>>
28. Mehmman, J., Teuteberg, F. (2016). Process reengineering by using the 4PL approach: A case study on transportation processing in the agricultural bulk logistics sector. Business Process Management Journal. Prieiga per internetą: < <https://proxy.lnb.lt:2085/10.1108/BPMJ-12-2014-0119>>
29. Mikalajūnaitė L., Valionienė E. UAB „Kamineros krovinių terminalas“ naudojamų durpių krovos technologijų vertinimas. 2016, p. 220-225. Prieiga per internetą: < <https://tva.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/312/2018/09/tva-2016.pdf>>
30. Misnikov O. Basic technologies and equipment used for peat deposits development in foreign countries. 2018. Prieiga per internetą: < [file:///C:/Users/Vartotojas/Downloads/Basic Technologies and Equipment Used for Peat Dep.pdf](file:///C:/Users/Vartotojas/Downloads/Basic%20Technologies%20and%20Equipment%20Used%20for%20Peat%20Dep.pdf)>
31. Mukalu Sandro Masaki, Zhang L., Xia X. 2017. A Comparative Study on the Cost-effective Belt Conveyors for Bulk Material Handling. Prieiga per internetą: < <https://ezproxy.biblioteka.ku.lt:4417/science/article/pii/S1876610217359556> >
32. Ni P., Wang X., Li H. 2020. A review on regulations, current status, effects and reduction strategies of emissions for marine diesel engines. Prieiga per internetą: < [https://www.researchgate.net/publication/342570549\\_A\\_review\\_on\\_regulations\\_current\\_status\\_effects\\_and\\_reduction\\_strategies\\_of\\_emissions\\_for\\_marine\\_diesel\\_engines](https://www.researchgate.net/publication/342570549_A_review_on_regulations_current_status_effects_and_reduction_strategies_of_emissions_for_marine_diesel_engines)>
33. Paulauskas V., Filina-Dawidowicz L., Paulauskas D. 2020. The Method to Decrease Emissions from Ships in Port Areas. Prieiga per internetą: < [https://www.researchgate.net/publication/341722231\\_The\\_Method\\_to\\_Decrease\\_Emissions\\_from\\_Ships\\_in\\_Port\\_Areas](https://www.researchgate.net/publication/341722231_The_Method_to_Decrease_Emissions_from_Ships_in_Port_Areas) >
34. „PRIMA LADY“ laivo techniniai parametrai. Prieiga per internetą: < [https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:266364/mmsi:230693000/imo:9195652/vessel:PRIMA\\_LADY](https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:266364/mmsi:230693000/imo:9195652/vessel:PRIMA_LADY)>
35. P. R. Shewry. Wheat. 2009. Prieiga per internetą: < <https://academic.oup.com/jxb/article/60/6/1537/517393>>
36. Raila A., Novošinskas H., Zvincevičius E. 2012. Žemės ūkio technologinis transportas. ASU. 18 p. Prieiga per internetą: < [http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2134/1/technologinis%20 transportas.pdf](http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2134/1/technologinis%20transportas.pdf)>
37. Stowage factor. Prieiga per internetą: <https://www.handybulk.com/stowage-factor/>
38. UAB „Kamineros krovinių terminalo“ interneto svetainė. Prieiga per internetą:

< <http://www.portkaminera.lt/>>

39. Tanneberger F., Tegetmeyer C., Busse S. Ir kt.. The peatland map of Europe. 2017. Prieiga per internetą: < [http://mires-and-peat.net/media/map19/map\\_19\\_22.pdf](http://mires-and-peat.net/media/map19/map_19_22.pdf)>

40. Teisės aktų registras. Dėl grūdų sandėlių technologinio projektavimo taisyklių. Prieiga per internetą: <<https://www.etar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.9BFE87D867B7>>

41. Valionienė E., Zaicev P., Raupelytė M., Karalius R. Journal of maritime transport and engineering. Volume 2, No 2. A comparison of peat handling in Klaipėda and Riga ports, 2013, p. 54 – 62. Prieiga per internetą: <[http://www.latja.lv/wp-content/uploads/files/ZinatRakstuKrajumi/Jornal2\\_2.pdf](http://www.latja.lv/wp-content/uploads/files/ZinatRakstuKrajumi/Jornal2_2.pdf)>

42. Varnienė, M. (2019). Jūrų uosto terminalų krovos įranga ir mechanizmai. In Locaitienė, V., Belakova, O., Rubežienė, A., Varnienė, M., Žukauskaitė, A. (2019). Jūrų uosto terminalo operacijų technologijos. Klaipėda: KU leidykla.

43. Vasiliauskas A. Krovinių vežimo technologijos. 2013. Prieiga per internetą: <[http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/02/2013\\_Kroviniu\\_vezimo\\_tehnologijos-1.pdf](http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/02/2013_Kroviniu_vezimo_tehnologijos-1.pdf)>

44. <[https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020ch1\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020ch1_en.pdf)>

45. <<https://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol16-issue4/Version-3/A016430110.pdf>>

46. <<https://cdn.cranemarket.com/specifications/terex-gottwald-mobile-harbour-cranes-spec-fba2ed.pdf>>

47. <<https://www.lectura-specs.com/en/model/construction-machinery/wheel-loaders-case/821-f-xr-1151959>>

48. <<http://tuma-group.ru/portalnyj-kran-kirovets>>

49. <<https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part3/bulk-breakbulk-terminal-design-equipment/>>

50. <https://www.britannica.com/science/metal-chemistry>