

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS**

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Dovydas Ruzgys

**ŽEMĖS ŪKIO PRODUKTŲ KROVOS  
EFEKTYVUMO TYRIMAI**

Jūrų uostų valdymo programos magistro baigiamasis darbas

Klaipėda, 2020

# MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO LYDRAŠTIS

Dovydas Ruzgys

.....  
(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

Žemės ūkio produktų krovos efektyvumo tyrimai

.....  
(magistro baigiamojo darbo pavadinimas lietuvių kalba)

**Patvirtinu, kad magistro baigiamasis darbas parašytas savarankiškai, nepažeidžiant kitiems asmenims priklausančių autorių teisių, visas magistro baigiamasis darbas ar jo dalis nebuvo panaudotas Klaipėdos universitete ir kitose aukštosiose mokyklose.**

.....  
(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

**Sutinku, kad magistro baigiamasis darbas būtų naudojamas neatlygintinai 5 m. Klaipėdos universiteto studijų procese.**

.....  
(magistro darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

**Magistro baigiamąjį darbą ginti**

.....  
(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

.....  
(magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje

.....  
(data)

.....  
(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

**Magistro baigiamąjį darbą ginti**

.....  
(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

.....  
(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

**Recenzentu(-ais) skiriu**

.....  
(įrašyti recenzento(ų) vardą, pavardę)

.....  
(data )

.....  
(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

## SANTRAUKA

Ruzgys, D. Žemės ūkio produktų krovos efektyvumo tyrimai. Laivybos ir uostų inžinerijos magistro studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovas doc. dr. Raimondas Barzdžiukas, Klaipėdos Universitetas: Klaipėda, 2020. - 60 p. Raktažodžiai: žemės ūkio produkcija, birūs kroviniai, krovinių srautai, krovos efektyvumo tyrimai, terminalo pajėgumas.

Darbe apžvelgti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ (tikrasis įmonės pavadinimas darbe pakeistas ir nebus naudojamas dėl konfidencialumo) bendrovės ypatumai, aprašyti įmonės terminalai, kuriuose vykdoma žemės ūkio produktų krova. Nagrinėjami birūs kroviniai, jų savybės, krovos būdai ir sandėliavimas. Analizuojama grūdinių kultūrų krovos technologija bei jų krovos efektyvumą ribojantys veiksniai. Apžvelgiami birių žemės ūkio produktų srautai bei pateikiama statistinė informacija apie AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautus 2011-2019 metų laikotarpyje.

Pagrindinis darbo tikslas - išanalizuoti žemės ūkio produkcijos srautus, apskaičiuoti šių srautų prognozę 2025 metams, įvertinti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų terminalų pajėgumą. Remiantis sudaryta prognoze, įvertinti žemės ūkio produkcijos srauto vežimo intensyvumą. Taip pat nustatyti laivų ir birių žemės ūkio produktų terminalų parametrų ryšį, apskaičiuoti birių žemės ūkio produktų terminalų krantinių pralaidumą bei reikiamą bendrą sandėlių ir silosų talpumą prognozuojamajam srautui.

## SUMMARY

Ruzgys, D. Agriculture cargo handling efficiency research. Maritime and seaport engineering master's degree program thesis. Supervisor doc. dr. Raimondas Barzdžiukas, Klaipeda University: Klaipeda, 2020. - 60 p. Keywords: agricultural production, bulk cargo, handling efficiency research, capacity of the terminal.

The paper describes AB „Jūrinių krovinių kompanija“ (real name of the company is changed due to confidentiality) companies features, bulk agricultural products terminals of the company, bulk cargo properties and its storage peculiarities. Examined bulk agriculture cargo handling technology and what factors limit handling efficiency. Overviewed of bulk agricultural products flows and provided statistic information of AB „Jūrinių krovinių kompanija“ in 2011 – 2019 years period.

The main goal - to analyze agricultural production flows, calculate its forecast for 2025 year, assess AB „Jūrinių krovinių kompanija“ agricultural products terminals capacity. According to the forecast made, assess agricultural production transport intensity. Also identify parameters of vessels and bulk agricultural products terminals relation, calculate the capacity of bulk agricultural products terminals berths and the required overall storage capacity according to forecasted cargo flow.

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Terminalų techninės charakteristikos.....	14
2 lentelė. Biriųjų žemės ūkio produktų charakteristikos.....	16
3 lentelė. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srantai 2011-2019 metų laikotarpyje.....	41
4 lentelė. Koeficiento $b_i$ reikšmės.....	42
5 lentelė. Žemės ūkio produkcijos srauto linijinio prognozavimo rezultatai.....	43
6 lentelė. Žemės ūkio produkcijos prognozės dėl bendros visuotinės ekonominės situacijos ( $F_1$ )....	44
7 lentelė. Planuojamas užuosčio BVP artimiausiems 6 metams.....	45
8 lentelė. Žemės ūkio produktų transporto santykinis veiksnys ( $F_2$ ).....	45
9 lentelė. Transporto sistemos santykiniai veiksniai ( $F_3$ ) žemės ūkio produktams.....	45
10 lentelė. Konkurentų poveikio santykinis veiksnys ( $F_4$ ).....	46
11 lentelė. Kitų veiksnių galimos reikšmės ( $F_5$ ).....	46
12 lentelė. Daugiakriterinio prognozavimo koeficientų reikšmės.....	46
13 lentelė. Daugiakriteriniai srauto prognozavimo rezultatai.....	46
14 lentelė. Krantinių užimtumo laikai.....	52
15 lentelė. Krantinių mėnesiniai pralaidumai.....	53

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Specializuoto grūdų terminalo kupolai.....	15
2 pav. Laivų pakrovimas, naudojant stacionarias ir mobilias laivų pakrovimo mašinas.....	20
3 pav. Birių krovinių pakrovimo į triumą tvarka.....	21
4 pav. Stacionaraus nuožulnaus-horizontalaus juostinio konvejerio principinė schema.....	24
5 pav. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ bendros ir grūdų krovos palyginimas 2011-2019 m. laikotarpyje.....	28
6 pav. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ krovinių struktūra 2019 m.....	29
7 pav. Žemės ūkio produkcijos srauto statistinių duomenų ir prognozuojamų dydžių grafinė išraiška.....	47
8 pav. Mėnesinio krantinių pralaidumo priklausomybė nuo laivo keliamosios galios.....	53

## TURINYS

IVADAS .....	8
I. TYRIMŲ APŽVALGA.....	10
II. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKTŲ KROVOS EFEKTYVUMO SITUACIJOS ANALIZĖ .....	13
2.1 Tiriamosios įmonės ypatybės ir charakteristikos.....	13
2.2 Birių krovinių charakteristikos ir sandėliavimas .....	15
2.3 Birių žemės ūkio produktų krovos technologija ir problematika .....	19
2.4 Krovinių srautų analizė .....	27
III. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKCIJOS KROVOS EFEKTYVUMO SKAIČIAVIMŲ TEORINĖ- METODINĖ DALIS .....	30
3.1 Krovinių srautų tyrimo metodika. Linijinis ir daugiakriterinis prognozavimas .....	30
3.2 Srautų vežimo intensyvumo nustatymo metodika.....	34
3.3 Laivų ir terminalų parametrų ryšio nustatymo metodika .....	37
3.4 Terminalo krantinių pralaidumo nustatymo metodika .....	38
3.5 Terminalo reikiamo sandėlių talpumo skaičiavimo metodika.....	40
IV. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKCIJOS KROVOS EFEKTYVUMO SKAIČIAVIMAI.....	41
4.1 Birių žemės ūkio produktų srautų prognozės skaičiavimai linijiniu ir daugiakriteriniu metodais.....	41
4.2 Žemės ūkio produkcijos srauto vežimo intensyvumo skaičiavimai .....	47
4.3 Laivų ir birių žemės ūkio produktų terminalų parametrų ryšio skaičiavimai.....	50
4.4 Birių žemės ūkio produktų terminalo krantinių pralaidumo skaičiavimai.....	51
4.5 Žemės ūkio produkcijos reikiamo sandėlių talpumo skaičiavimai .....	54
IŠVADOS.....	56
LITERATŪRA .....	58
PRIEDAI .....	60

## IVADAS

Pasaulio šalių ekonomika remiasi daugybe faktorių. Vienas svarbiausių faktorių šalims, įsikūrusioms prie jūros, yra uostas. Uostas – šalies ekonomikos rodiklis, taip pat rodantis šalies išsivystymo lygį. Kuo didesnis uostas ir kuo daugiau išvystęs paslaugų, tuo daugiau lėšų papildo šalies biudžetą. Uostas yra miesto, kuriame įsikūręs, įvaizdžio dalis. Uostą pirmiausia pamato turistai, atplaukiantys kruiziniais laivais, todėl būtina jį laikyti tvarkingą ir kuo labiau netaršų, jei tikimasi turistų sulaukti dar sykį.

Plėtojant uostą pirmiausia žiūrima į krovinių srautus, kurie gali būti pritraukti į uostą. Priklausomai nuo krovinio rūšies, krovinių srauto dydžio, plėtojami ir uosto terminalai, statomi nauji arba rekonstruojami seni. Prisitaikius prie rinkos pokyčių, parenkamas terminalo dydis ir jo paskirtis. Terminalo technologijoms vystantis reikia nepamiršti, kad ateityje galbūt į uostą ateis vis didesni laivai, su modernesne krovos įranga, technologijomis, todėl planuojant uosto terminalą negalima tiesiog jį pastatyti, reikia remiantis jau esamų terminalų patirtimi ir diegiamomis naujovėmis numatyti viską taip, kad terminalas gebėtų efektyviai vykdyti krovą ir po dešimties metų būtų pajėgus aptarnauti naujesnius laivus.

Turbūt kiekvienas uosto terminalo operatorius nori, kad jo naudojami krovos įrenginiai būtų efektyvūs. Efektyvumą galima būtų įvardinti kaip krovos įrangos darbo našumą, gebėjimą pasiekti projekcinį pajėgumą, ergonomiškumą, patikimumą ir ilgaamžiškumą. Veikiant įvairiems veiksniams, ne visada pavyksta vykdyti krovos operacijas efektyviai. Nors su krovinių srautais dažniausiai susidorojama, tačiau laivų krova prie krantinės dažnai užtrunka ilgiau negu turėtų.

Žemės ūkio produktų krovos efektyvumo tyrimo pagrindimui pasirinkta didžiausia Klaipėdos uosto krovos kompanija – AB „Jūrinių krovinių kompanija“, kuri yra viena lyderių kraunant birius žemės ūkio produktus.

AB „Jūrinių krovinių kompanija“ yra viena didžiausių tarp Rytų Baltijos regiono bei didžiausia Klaipėdos jūrų uosto stividorinė kompanija, valdanti penkis specializuotus terminalus, modernią krovos techniką ir technologijas. Įmonė turi išvystytą uosto, geležinkelių, autokelių infrastruktūrą ir maksimalius gylius prie krantinių, leidžiančius priimti laivus su grimzle iki 13,8 m („Panamax“, „Post Panamax“) bei juos perkrauti. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ teikia platų papildomų logistikos ir kitų su krovinių gabenimu susijusių, o taip pat pridėtinės vertės paslaugų spektrą, teikia laivų buksyravimo paslaugas 3 moderniais, ledo klasės vilkikais.

AB „Jūrinių krovinių kompanija“ 2019 metais krovė apie 13 mln. t. krovinių, iš jų 1,08 mln. t. (8 %) sudarė birūs žemės ūkio produktai (kviečiai, miežiai, rugiai, kitos grūdinės kultūros), kurie yra kraunami įmonei priklausančiuose Krovos terminale bei specializuotame Grūdų terminale.

Krovos paslaugas didžiausiems grūdų eksportuotojams Lietuvoje teikianti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ turi didelį grūdų sukaupimo ir sandėliavimo pajėgumą bei eksploatuoja vieną naujausių ir moderniausių Baltijos šalyse Grūdų terminalą, per kurį eksportuojama daugiau nei 35 proc. visų laivais per Klaipėdos uostą išplukdomų lietuviškų grūdų. Tačiau birių žemės ūkio produktų srautams kiekvienais metais vis augant, didėjant konkurencijai tarp krovos operatorių, yra svarbu atlikti krovos efektyvumo tyrimus – sudaryti krovinių srautų prognozę ir pagal ją įvertinti įmonės terminalų pajėgumą bei išsiaiškinti, kokiais būdais galima padidinti krovos efektyvumą.

**Darbo tikslas:** atlikti žemės ūkio produktų krovos efektyvumo tyrimus, išanalizuoti žemės ūkio produkcijos srautus, sudaryti jų prognozę, įvertinti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų terminalų pajėgumą bei išanalizuoti veiksnius, kurie įtakoja krovos efektyvumą.

**Darbo uždaviniai:**

1. Atlikti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautų situacijos analizę bei sudaryti srauto prognozę 2025 metams.
2. Apskaičiuoti žemės ūkio produkcijos srauto vežimo intensyvumą.
3. Nustatyti atplaukiančių laivų kiekį, jų krovos laiką ir reikiamą krovos įrangos pajėgumą bei įvertinti krantinių pralaidumą.
4. Apskaičiuoti bendrą sandėlių ir silosų talpumą, reikalingą prognozuojamiems krovinių srautams sandėliuoti.

Darbe išnagrinėti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ ypatumai, apžvelgti įmonės terminalai, kuriuose vykdoma grūdų krova, nagrinėjami birūs kroviniai, jų savybės, krova ir sandėliavimas, aprašoma kompanijos grūdų krovos technologija ir ypatybės bei apžvelgiami birių žemės ūkio produktų srautai. Ieškoma veiksnių, kurie riboja maksimalų projektinį krovos pajėgumo įgyvendinimą bei būdų, kuriais būtų galima padidinti žemės ūkio produktų krovos efektyvumą. Taip pat atliekamas tyrimas, ar AB „Jūrinių krovinių kompanija“ terminalų, kuriuose kraunami žemės ūkio produktai, krovininės įrangos pajėgumas, krantinių pralaidumas ir sandėlių bei silosų talpumas yra pakankami prognozuojamam krovinių srautui.

## I. TYRIMŲ APŽVALGA

Baublys A. ir Petrauskas B. knygoje „Transporto terminalai“ pateikė kelių, geležinkelių, oro, jūrų transporto ir konteinerių terminalų klasifikaciją, terminalų projektavimo ir eksploatacijos pagrindus. Nagrinėjo technologinius procesus terminaluose ir jų valdymą bei išdėstė atskirų transporto rūšių sąveikos ir darbo terminale techninius elementus.

Baublys A. knygoje „Krovinių vežimai“ analizavo bendrus krovinių vežimo automobilių, geležinkelių, vandens ir oro transportu klausimus, bendrąją vežimo koncepciją, transporto rūšies parinkimą, vežimo dokumentaciją, terminalus, transporto-ekspedicines operacijas, techninės priemonės krovinių masei ir tūriui matuoti, krovimo frontus. Aprašomas spartesnis laivų apdorojimas panaudojant minimalias išlaidas.

Bugaric U. ir Petrovic D. moksliniame straipsnyje „Increasing the capacity of terminal for bulk cargo unloading“ aprašo optimalų turimų krantinių, krovos ir sandėliavimo įrangos išnaudojimą, kad krova užtruktų kuo trumpesnę laiką, tam neinvestuojant papildomų lėšų, panaudojant optimizuotą darbo strategiją. Pateikia maksimalaus terminalo superstruktūros išnaudojimo principus.

House, D.J. knygoje „Cargo Work: For Maritime Operations“ rašo apie krovinius laivus ir jų tipus. Pateikia informacijos apie įvairiarūšių krovinių apdorojimą uoste, jų krovos ir sandėliavimo technologines ypatybes, krovos schemas į laivus. Taip pat analizuoja krovos operacijų į laivus ypatybes bei problematiką.

Juodeikienė G., Bašinskienė L. ir Repeškienė A. mokomojoje knygoje „Grūdų cheminės sudėties ir technologinių savybių nustatymas“ pateikia mokslinę informaciją apie atskirų varpinių ir ankštinių javų, grūdų cheminės sudėties ir technologinių savybių ypatumus bei jų analizės metodus, taikomus tiek tarptautinėje praktikoje, tiek mūsų šalyje. Grūdų kokybei ir jų sandėliavimui keliami reikalavimai aprašyti pagal naujausius Lietuvoje galiojančius norminius dokumentus.

Leila L. Goedhals-Gerber moksliniame straipsnyje „Predicting the throughput of grain products at the multipurpose terminal at the Port of Cape Town“ rašo apie tai, kaip galima prognozuoti grūdų importo apimtis birių žemės ūkio produktų terminale Keiptaune. Nustatoma ar terminalo pajėgumas yra pakankamas dabartiniams ir prognozuojamiems grūdų srautams apdoroti, ar šie srautai pateisina numatomus terminalo plėtros darbus ir investicijas. Prognozavimui taikytas „Box-Jenkins“ slenkančio vidurkio modelis.

Meidutė I. Ir Vasiliauskas A. V. mokomojoje knygoje „Sandėliavimo logistika. I dalis“ išdėstė logistinės sistemos funkcines dalis, aptarė sandėlių klasifikaciją bei funkcijas. Išsamiai nagrinėjo sandėliavimo sistemą – sandėlio patalpų sudėtį, krovos vienetus, krovos įrangą, krovos darbų organizavimą ir kt.

Minalga R. knygoje „Krovinių transporto sistema“ supažindino su krovinių transporto sistema. Nagrinėjo transporto rūšių raidą, tarp jų – jūrų transportą, gabenimo techniką, aprašė krovinių gabenimo jūra organizavimą ir krovinių transporto plėtros perspektyvas.

Paulauskas V. ir kiti vadovėlyje „Uosto technologija“ aptaria uosto terminalų darbus ir jų specifikas. Aprašo uosto sudėtines dalis ir pateikia jų skaičiavimo metodikas. Taip pat nagrinėjama uostų navigacinė įranga, intermodaliniai ir multimodaliniai vežimai, pavojingų krovinių transportavimas, linijinė laivyba ir uosto rinkodara.

Paulauskas V. monografijoje „Logistika“ aptarė logistikos plėtros istoriją, logistikos procesų planavimą, gamybos grandinių, atskirų jų dalių, susijusių su logistikos procesais, optimizavimą. Pateikė pagrindines logistikos sampratas, sprendė logistikos uždavinius, aiškino, kaip optimizuoti logistikos procesus.

Paulauskas V. monografijoje „Uosto terminalų planavimas“ aprašo uostų terminalo planavimą, atkreipia dėmesį į jų veiksmingumo didinimo būdus ir plėtros galimybes. Nagrinėja krovinių srautų susidarymo principus ir terminalų parametrų priklausomybę nuo jų, aprašo terminalų darbo kokybės sistemas.

Paulausko V. monografijoje „Optimalus uostas“ aptariamos uostų optimizavimo problemos: jų planavimas, projektavimas, statyba ir naudojimas. Ypač akcentuojami laivybos saugumo, transporto rūšių sąveikos ir pajėgumo bei suderinamumo sprendimai. Aptartos uostų plėtros sąlygos ir istorija, uostų kūrimosi pagrindas, t. y. keleivių ir krovinių srautai, uostų planavimo pagrindiniai etapai, uostų navigacinis saugumas.

Raila A., Novošinskas H. ir Zvicevičius E. mokomojoje knygoje „Žemės ūkio technologinis transportas“ analizavo technologinio transporto darbo principus ir projektavimo pagrindus. Pateikė srautinių technologinių linijų ir aprūpinimo sistemų projektavimo pagrindus. Aprašė birius krovinius ir jų savybes, krovos technologijų rūšis, jų veikimo principus bei skaičiavimo metodikas.

Spruogis B. mokomojoje knygoje „Krovos darbų mašinos. Konvejeriai“ analizavo krovos darbų bei mechanizuoto bei automatizuoto transportavimo darbus krovinių terminaluose bei gamybos procese. Aprašė krovinių rūšis, suklasifikavo konvejerius, nagrinėjo jų parametrus, sudedamąsias dalis. Išdėstė konvejerių skaičiavimus ir skaičiavimų atlikimo eiliškumą.

Tsinker G. knygoje „Marine Structures Engineering: Specialized Applications“ rašė apie uosto ir jo statinių projektavimą, statybą, rekonstrukciją, remontą bei techninę priežiūrą. Taip pat išsamiai nagrinėjo uosto struktūras šaltuosiuose regionuose, uosto geležinkelius, jūrinius vandens kelius, molus, bangolaužius bei kitas jūrines struktūras.

Uyar K., Ilhan U., ir Ilhan A. moksliniame straipsnyje „Long Term Dry Cargo Freight Forecasting by Using Recurrent Fuzzy Neural Networks“ pateikia genetinį algoritmą, pagrįstą

periodiniu fazinio neuroninio tinklo veikimu, skirtu prognozuoti ilgalaikiams sausųjų birių krovinių srautams. Empiriniai rezultatai parodė, kad ši metodika yra viena tiksliausių, lyginant su kitomis, kurios buvo naudojamos tų pačių duomenų analizei.

Пунков С.П., Стародубцева А.И. knygoje „Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение“ aprašyti grūdų saugojimo pagrindai, grūdinių gaminių saugojimo taisyklės. Taip pat analizuojami fiziologiniai procesai, kurie vyksta grūdų masėje juos saugant. Aprašytas elevatorių ir sandėlių ūkis, grūdų saugyklų tipai įmonėse bei grūdų džiovavimo ypatumai.

Atlikus tyrimų apžvalgą, galima teigti, kad analizuotos literatūros pakanka atlikti žemės ūkio produktų krovos efektyvumo tyrimui, srautų analizei, prognozinių srautų paskaičiavimui bei pagal gautus rezultatus – darbe analizuojamų terminalų parametrų įvertinimui.

## II. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKTŲ KROVOS EFEKTYVUMO SITUACIJOS ANALIZĖ

Šiame skyriuje aprašoma AB „Jūrinių krovinių kompanija“ įmonės ypatumai, apžvelgiami žemės ūkio produktų terminalai. Apžvelgiamos birių krovinių charakteristikos ir savybės bei atkreipiamas dėmesys į jų sandėliavimo būdus ir ypatumus. Aprašoma krovos technologija, apimanti birių žemės ūkio produktų krovos operacijas ir sandėliavimą. Apžvelgiama įmonės Krovos ir Grūdų terminalų krovininė įranga ir krovos schema, pateikiami pagrindiniai veiksniai, ribojantys maksimalaus projektinio terminalų pajėgumo išnaudojimą. Taip pat analizuojami AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų srautai.

### 2.1 Tiriamosios įmonės ypatybės ir charakteristikos

AB „Jūrinių krovinių kompanija“ yra labai aukšto technologinio lygio krovos kompanija, kuri specializuojasi daugelyje sričių. Kompanija yra įsikūrusi Klaipėdoje, jos pagrindinė teritorija išsidėsčiusi išilgai 15-os krantinių. Įmonėje šiuo metu dirba beveik 600 darbuotojų.

Bendrovės pagrindinės veiklos sritys<sup>1</sup>:

- Krovos paslaugos;
- Krovinių sandėliavimo paslaugos;
- Sandėliavimo paslaugos sandėliuose – šaldytuvuose;
- Logistikos paslaugos;
- Muitinės paslaugos;
- Uosto vilkikų paslaugos.

AB „Jūrinių krovinių kompanija“ pagal savo metinę apyvartą yra pati didžiausia stividorinė organizacija Klaipėdos uoste bei visose Baltijos šalyse. Įmonė nuomojasi dvi atskiras uosto teritorijas, kuriose vykdo savo veiklą prie daugiau nei 20 krantinių (1 lentelė). Daugiausiai krovinių perkraunama šiaurinėje uosto dalyje, prie didžiausių gylį turinčių krantinių. Pietinėje uosto dalyje veikia Jūrų perkėlos terminalas, kuriame yra numatyti rekonstrukcijos darbai įmonės veiklos plėtrai.

AB „Jūrinių krovinių kompanija“ turi šiuos terminalus:

- Krovos terminalas;
- Grūdų terminalas
- Skystų trąšų terminalas;

---

<sup>1</sup> <https://rekvizitai.vz.lt/>

- Birių trąšų terminalas;
- Jūrų perkėlos terminalas;

1 lentelė. Terminalų techninės charakteristikos<sup>2</sup>

	Krovos terminalas	Grūdų terminalas	Birių trąšų terminalas	Skystų trąšų terminalas	Jūrų perkėlos (Ro-Ro) terminalas
Krantinių skaičius	13	1	2	3	5
Krantinių ilgis	2145 m	225 m	421 m	646 m	1241 m
Gylis prie krantinės	13,8 m	13,4 m	13,8 m	13,8 m	10 m
Sandėlių skaičius	8	3 10 silosų	2 ( 8 sekcijos)	6 talpyklos	2
Sandėlių talpa	58300 m <sup>3</sup> 66100 m <sup>3</sup> (atviri sandėliai)	94000 t	220000 t	92000 t	4000 m <sup>2</sup> 135000 m <sup>2</sup> (atviros aikštelės)
Terminalo pajėgumas	7,5 mln. t/m.	2 mln. t/m.	3,5 mln. t/m.	2,6 mln. t/m.	-

Įmonės nuomojamose krantinėse įrengtos visos būtinosios infrastruktūros komunikacijos – gėlo vandens, gaisro gesinimo bei gamybinio vandens vamzdynai, elektros tinklai, telekomunikacijų tinklai, kanalizacija. Teritorijoje nutiesti autotransporto keliai, geležinkelio keliai, pokraniniai keliai. Įrengtos vagonų paskirstymo, išpylimo stotys, autotransporto stovėjimo zonos. Įrengta daug atvirų sandėliavimo aikštelių, uždarytų sandėlių ir silosų grūdų saugojimui.

Kompanija nuolatos modernizuoja ir tobulina savo veiklą atsižvelgdama į rinkos pokyčius. 2013-2014 metais bendrovė investicijoms skyrė per 17 mln. eurų. Buvo atnaujinta ratinė krovos technika, įgyvendinta ilgalaikė portalinių kranų modernizavimo programa, pastatyti nauji sandėliai biriems kroviniams. Prisitaikant prie didėjančios konkurencijos, daug dėmesio yra skiriama veiklos pertvarkymui bei valdymo struktūros reorganizacijoms. Įgyvendinant investicinius projektus, kartu vyksta labai glaudus bendradarbiavimas su Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija ir Lietuvos geležinkeliais, kad jų vykdomi infrastruktūros, krantinių ir privažiuojamųjų geležinkelio kelių plėtros planai leistų maksimaliai išnaudoti kompanijos turimas technologines galimybes.

AB “Jūrinių krovinių kompanija” pastaraisiais metais perkopė 13 mln. tonų krovos ribą ir pasiekė aukščiausių ekonominių rezultatų savo veiklos istorijoje. Ši kompanija užima daugiau kaip trečdalį Klaipėdos uosto paslaugų rinkos ir dėl nuoseklios investicijų programos bei ilgametės darbo patirties visą dešimtmetį išlaiko lyderės poziciją.

<sup>2</sup> <http://www.klasco.lt/lt/terminalai>

Įmonė taipogi yra viena lyderių Klaipėdos uoste, kalbant apie birių žemės ūkio produktų krovą. Kasmet perkraunama apie 1 mln. tonų įvairių grūdinių kultūrų. Krova vykdoma universaliame Krovos bei specializuotame Grūdų terminale (1 pav.), o grūdų krovos į laivus operacijos atliekamos prie krantinių Nr. 5-11.



1 pav. Specializuoto Grūdų terminalo kupolai<sup>3</sup>

AB “Jūrinių krovinių kompanija” ir jos prekinis ženklas yra plačiai žinomas tarp Baltijos regiono uostų ir dažnai yra sutapatinamas su Lietuvos transporto laimėjimais, kai pritraukiami tranzitiniai kroviniai bei plėtojama Lietuvos prekyba su užsienio šalimis. Už labai spartų gamybinį bei technologinį augimą Lietuvos verslo organizacijos įmonei nuolat suteikia sėkmingai veikiančios organizacijos statusą. Kompanijoje dirba aukštos kvalifikacijos specialistai, kurie puikiai išmano savo darbą ir turi ilgametę darbo patirtį. Pastaruoju metu, kai gamybos organizavimo bei valdymo procesai vis labiau automatizuojami ir svarbią vietą užima informacinės technologijos, įmonėje nuolatos daugėja aukštąjį išsilavinimą turinčių jaunų specialistų. Bendrovės gamybos efektyvumas, organizacinis profesionalumas bei nuosekli investicijų politika daro reikšmingą įtaką bendriems uosto krovos rodikliams, šalies ekonomikai ir Klaipėdos darbo rinkai.

Stividorinėms kompanijoms norint išlaikyti savo konkurencingumą bei didinti krovos apimtis būtina užtikrinti pakankamą krovos technologinį pajėgumą bei ieškoti būdų kaip efektyviai krauti kompanijoje dominuojančias krovinių rūšis, viena tokių – birūs žemės ūkio produktai.

## 2.2 Birių krovinių charakteristikos ir sandėliavimas

Biriais krovinių (kitais suverstiniais arba supiltiniais) vadinami nesupakuoti, dažniausiai smulkios frakcijos (nuo ~0,2 mm) kroviniai, kuriems pergabenti reikalingos sandarios talpos. Tokiais krovinių dažniausiai yra vadinami visi nelipnūs, smulkios frakcijos ir neskysti kroviniai, tokie kaip: grūdai, trąšos, skalda, žvyras, smėlis ir kt. Birūs kroviniai yra gabenami dideliais

<sup>3</sup> <http://www.rapsai.lt/rinkos-naujienos/ekskursija-klaipedos-uosto-grudu-terminale/>

kiekiais. Kraunami kasant, semiant, pilant. Toks kroviny s būna kraunamas į specialius vagonus, kėbulus, triumus ir pan.

Supiltiniai kroviniai apibūdinami supiltiniu tankiu, vidiniu ir išoriniu trinties koeficientu, laisvojo byrėjimo kampų, drėgnumu, abrazyvinėmis savybėmis, lipnumu, susigulėjimu, taip pat išskirtinėmis savybėmis (cheminiu aktyvumu, dulketumu, drėgnumu, trinties koeficientu, sprogitimu bei savaiminiu užsidegimu ir kt.).<sup>4</sup> Perdirbimo technologijose krovinių savybės iš esmės gali keistis.

2 lentelė. Biriųjų žemės ūkio produktų charakteristikos<sup>5</sup>

Kroviny s	Tankis $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Laisvojo byrėjimo kampas laipsn.	Trinties koef. $f$ esant ramybei, kai paklotas iš		
			plieno	medžio	gumos
GRŪDAI IR JŪ PRODUKTAI:					
Kviečiai	700-830	35	0,50	0,54	0,57
Rugiai	680-790	35	0,58	0,62	0,66
Miežiai	650-750	35	0,58	0,62	0,66
Avižos	400-500	35	0,58	0,68	0,55
Žirniai	800-820	25	0,25	0,27	0,36
Kukurūzai	700-750	35	0,58	0,62	0,66
Miežiai	450-640	57	0,65	0,70	0,75
Komb. pašarai	490-770	57	0,65	0,70	0,75

Supiltinis 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 kroviniai skirstomi į 4 grupes:

- lengvi, kai  $\rho = 0,6 \text{ t/m}^3$  (medžio pjuvenos, frezuotos durpės, koksas ir kt.);
- vidutiniai, kai  $\rho = 0,6 \dots 1,6 \text{ t/m}^3$  (grūdai, šlakas, akmenis anglis ir kt.);
- sunkūs, kai  $\rho = 1,6 \dots 2,0 \text{ t/m}^3$  (smėlis, žvyras ir kt.);
- ypač sunkūs, kai  $\rho > 2,0 \text{ t/m}^3$  (rūda, akmenys ir kt.).

Svarbios supiltinių krovinių eksploatacinės savybės yra abrazyvinės savybės, granulimetrinė sudėtis, judėjimo laipsnis ir vienalytiškumas.

Pagal abrazyvines savybes kroviniai skirstomi į kategorijas:

- neabrazyviniai – žemės ūkio produktai, grūdai, pjuvenos, vienetiniai supakuoti kroviniai;
- mažai abrazyviniai – iškasama anglis, akmenis anglis, formavimo žemė, minkštos kasamos uolienos, molis, šamotas, dinasas, smėlis, žvyras, cementas;

<sup>4</sup> B. Spruogis. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012.

<sup>5</sup> B. Spruogis. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012.

- abrazyviniai – geležies rūda, antracitas, vidutinio kietumo kalnų iškasenos, koksas, rūdų koncentratas, kalkakmenis, magnezitas, rūdų aglomeratas, skalda;
- labai abrazyviniai – polimetalinės rūdos, spalvotųjų metalų rūdos, kietos kalnų uolienos, geležies rūdos įskaitant kvarcą.

Granulimetrinė krovinių sudėtis, t.y. jų sudedamųjų dalelių kiekis, nustatomas pagal didžiausių dalelių, kurių bandinyje yra ne mažiau kaip 10 proc., matmenis. Pagal šį parametą kroviniai skirstomi į tokias kategorijas:

- dulkių formos (< 0,05 mm);
- miltelių (0,05–0,5 mm);
- grūdų (0,5–6 mm) formos;
- smulkūs (6–80 mm);
- vidutiniškai smulkūs (80–350 mm);
- stambūs (350–500 mm);
- ypač stambūs (> 500 mm).

Pagal vienalytiškumą kroviniai skirstomi į paprastuosius ir rūšiuotus. Šio kriterijaus pagrindas – didžiausias dalelės (gabalo) linijinis matmuo. Paprastuoju vadinamas krovinys, kurio  $a_{\max}/a_{\min} > 2,5$ , čia  $a_{\max}$  ir  $a_{\min}$  – tipinių gabalinių krovinių didžiausias ir mažiausias linijiniai matmenys. Rūšiuotuoju vadinamas krovinys, kurio  $a_{\max}/a_{\min} < 2,5$ . Rūšiuotas krovinys apibūdinamas vidutiniu matmeniu:  $a_{\text{vid}} = (a_{\max} + a_{\min}) / 2$ .

Pagal dalelių judrumo laipsnį supiltiniai kroviniai skirstomi į lengvo, vidutinio ir mažo judrumo.

Krovinio išorinės trinties koeficientas  $f_0$  judant kroviniai yra mažesnis negu ramybės būsenos 10÷30 %, o kai kuriais atvejais gali būti ir didesnis

Organinių krovinių savybės labai priklauso nuo jų drėgnio. Augalinės kilmės krovinių drėgnį derliaus nuėmimo metu nulemia tuo metu vyraujančios gamtinės sąlygos, rūšis, veislė, branda. Sandėliuojamų medžiagų drėgnį lemia supančios aplinkos gamtinės sąlygos, kadangi visos organinės medžiagos pasižymi hidroskopiškumu. Medžiagos hidroskopiškumas – tai galimybė drėkti ir džiuoti, tai viena svarbiausių savybių, darančių įtaką ir kitų medžiagos fizinių savybių kaitai.<sup>6</sup>

Žemės ūkio produktai – grūdai, daržovės dažniausiai būna nevienarūšiai, o užteršti augalinės arba mineralinės kilmės priemaisomis, jų savybės labai skiriasi nuo pagrindinės kultūros, tai turi įtakos ir bendros krovinio masės savybėms. Pavyzdžiui, nuimamos daržovės yra ne tik skirtingų matmenų, bet ir užterštos žemėmis ir lapų liekanomis, nuimamų javų sėklos – nevalyti nedžiovinti grūdai būna ne tik didelio drėgnio, bet ir užteršti kitų augalų sėklomis, šiaudų ir varpų

<sup>6</sup> Raila, A. ir kt. Žemės ūkio technologinis transportas. Kaunas, 2012.

liekanomis. Bendroje krovinio masėje esančios priemaišos ir perteklinis drėgnis keičia ne tik krovinio savybes, bet ir trikdo normalų transportavimo ir technologinių įrenginių darbą. Tokius produktus tenka rūšiuoti, valyti, džiovinti. Perteklinis grūdinių kultūrų drėgnis >14%, o aliejinių kultūrų – rapsų >8% iš esmės keičia sėklų birumą, vidaus trinties kampą, sėklos linę susigulėti. Dėl drėgnų sėklų sumpile besivystančių mikrobiologinių ir biocheminių procesų sėklos dar derliaus nuėmimo metu kombaino bunkeryje pradeda kaisti, drėkti.<sup>7</sup>

Įvairūs birūs kroviniai labai stipriai skiriasi savo fizinėmis savybėmis. Vieniems sandėliuoti užtenka paprastos atviros aikštelės, o kitiems reikalingi specializuoti sandėliai, apsaugantys nuo įvairių aplinkos poveikių. Pagrindinis veiksnys, turintis įtakos biriam kroviniui – aplinkos poveikis.

Biriems kroviniams sandėliuoti naudojami trijų tipų dengti sandėliai<sup>8</sup>:

- šlaitiniai;
- bunkeriniai;
- siloso bokštai.

Šlaitiniuose sandėliuose kroviniai sandėliuojami trikampio skerspjūvio rietuvėse. Rietuvės formuojamos sandėlio viršuje esančiu konvejeriu. Krovinyš iš sandėlio paduodamas požeminiu konvejeriu, prie kurio pristumiamas buldozeriais. Po bunkeriniu sandėliu yra įrengta bunkerių sistema, kuria krovinyš, veikiamas sunkio jėgos, patenka ant iškraunančiojo konvejerio. Grūdai ir dulkių pavidalo kroviniai dažniausiai sandėliuojami siloso bokštuose – elevatoriuose.

Krovinių sandėliavimui parinkta vieta uosto teritorijoje turi atitikti paskirtį ir būti tinkama. Ji turi atitikti krovinio svorį ir konfigūraciją ir taip pat būti pritaikyta naudojamam transportui.

Pagrindiniai rizikos veiksniai, susiję su krovinio sandėliavimo vieta:

- Pagrindo būklė ir tinkamumas – pagrindas turi būti tinkamos konstrukcijos ir gerai prižiūrimas.
- Krovinio tūris, svoris, krūvos aukštis ir dydis.
- Krūvos supylimo kampas, supiltos krūvos būseną, jos vientisumas, nestabilumas dėl galimo slinkimo, byrėjimo...
- Kliūtys darbo zonoje – atliekos, išmesta pakuotė, kiti kroviniai, nejudantys objektai pvz., tokie kaip šviestuvai.
- Bokštai, stulpai ir kolonos, kurios gali kelti papildomą riziką.

---

<sup>7</sup> Raila, A. ir kt. Žemės ūkio technologinis transportas. Kaunas, 2012.

<sup>8</sup> Paulauskas, V. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda, 2001.

- Pėstieji, kurie gali bėti partrenkti judanėių transporto priemonių ir judanėių krovinių darbo aplinkoje. Todėl yra svarbu kontroliuoti asmenių patekimą į darbo zoną.
- Nepakankamas ar netinkamas apšvietimas.
- Darbas arti kitų darbo vietų, pvz., viešųjų kelių, kitų įmonių statinių, statybos objektų.
- Nepalankios oro sąlygos.
- Įrenginiai, tokie kaip konvejerinės sistemos, sandėliavimo konteineriai, bunkeriai, konteineriniai transporteriai.
- Geležinkelio vagonų iškrovimas ir pakrovimas bei manevravimas.

Taigi, birūs kroviniai pasižymi įvairiomis savybėmis. Daugelis šių krovinių yra neatsparūs išoriniam aplinkos poveikiui. Todėl sandėliavimui būtini sandarūs sandėliai, kurių tipas yra parenkamas atsižvelgiant į krovinio charakteristikas. Sandėlio eksploatacija vykdoma atkreipiant dėmesį į galimus rizikos veiksnius.

### **2.3 Birių žemės ūkio produktų krovos technologija ir problematika**

Birūs žemės ūkio produktai, taip pat kaip ir kitos rūšies birūs kroviniai, gali bėti kraunami universaliuose terminaluose, pasinaudojant portaliniais uosto kranais, arba daug didesnį krovos našumą palaikanėiuose specializuotuose terminaluose, kurių krovos principas yra konvejerių ir elevatorių panaudojimas krovos operacijoms.

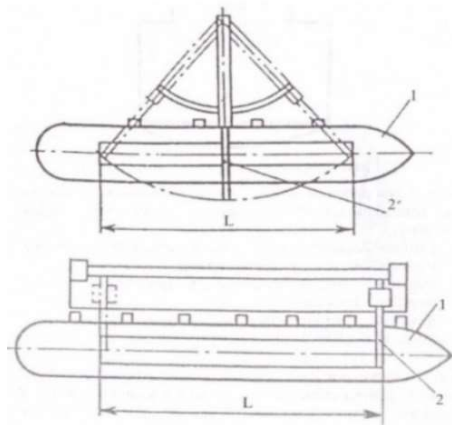
Atsitiktiniai, nepastovūs birių krovinių srautai perkraunami universaliuose uosto terminaluose. Universaliuose terminaluose biriems kroviniams perkrauti naudojami portaliniai kranai su greiferiais. Kadangi terminaluose dažnai nėra specialių sandėlių biriems kroviniams, aplinkos poveikiui jautrūs kroviniai gali bėti kraunami tiesiogiai: vagonas – laivas, laivas – vagonas. Aplinkos poveikiui nejautrūs kroviniai gali bėti sandėliuojami laikinose saugojimo aikėtelėse.

Didelės birių krovinių partijos vežamos specialiais laivais (balkeriais), jie perkraunami specializuotuose uosto kompleksuose. Specializuotų terminalų įranga skirta krauti birius krovinius dideliu našumu ir minimaliomis sąnaudomis. Specializuotais įrenginiais galima pakrauti ir iškrauti tik vienos rūšies krovinį, plaėios specializacijos įrenginiais perkraunami kelių rūšių kroviniai. Specializuoti laivai paprastai statomi su vienu deniu, padidintais triumų dangėiais ir minimaliu kiekiu išsikišusių konstrukcijų, kas leidžia panaudoti našias perkrovimo maėinas.

Universaliųjų terminalų darbo rodikliai neprilygsta specializuotų terminalų darbo rodikliams, o kai kurioms operacijoms atlikti tenka panaudoti rankų darbą. Specializuotuose terminaluose paprastai visi technologiniai procesai yra mechanizuoti.

Biriems kroviniams pakrauti į laivus naudojamos mobilios ir stacionarios pakrovimo mašinos. Mobilioje pakrovimo mašinoje ant bėgiais judančio portalo sumontuojama strėlė, kurioje yra juostinis konvejeris. Jo ilgį galima keisti ir tolygiai pilti krovinį į triumą bei krauti skirtingo dydžio laivus. Laivų švartavimo metu strėlė pakeliamą. Portalas gali judėti išilgai laivo, taigi kraunami skirtingi laivo triumai. Strėlės gale pritvirtintas nuleidimo vamzdis, kurio kampą galima keisti - taip padidinama pakrovimo mašinos aptarnavimo zona. Kai yra didelė podeninė triumo erdvė, nuleidimo vamzdžio gale tvirtinamas krovinio skleidimo mechanizmas (laivas kraunamas „lygiu kyliu“).

Stacionarios pakrovimo mašinos strėlę galima pasukti horizontalioje plokštumoje ir taip pakrauti skirtingus triumus bei išskirstyti triume krovinį. Kadangi stacionarios pakrovimo mašinos krovinio padavimo sistema paprastesnė, galima padidinti konvejerio juostos judėjimo greitį. 2 paveiksle pavaizduoti pakrovimo būdai naudojant mobilias ir stacionarias pakrovimo mašinas (1 – laivas; 2 – pakrovimo mašinos strėlė; L – pakrovimo mašinos darbo zona).



2 pav. Laivų pakrovimas, naudojant stacionarias ir mobilias laivų pakrovimo mašinas<sup>9</sup>

Birūs kroviniai į laivus kraunami laikantis tokios tvarkos:

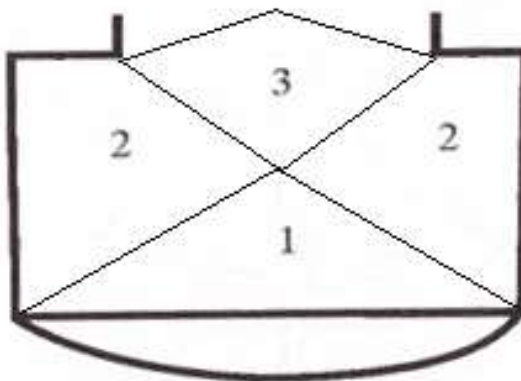
- į triumą įleidžiamas pakrovimo mašinos nuleidimo vamzdis ir krovinys kraunamas triumo liuko pločiu;
- į triumą įleidžiamas krovinio skleidimo mechanizmas, kuris užpildo podeninę triumo dalį;
- iškelus skleidimo mechanizmą užpildoma likusi triumo dalis.

Jeigu laivo podeninė erdvė nedidelė, krovinio skleidimo mechanizmas nenaudojamas, o laivas kraunamas laikantis tokios technologijos (3 pav.):

- į triumą įleidžiamas pakrovimo mašinos nuleidimo vamzdis ir triumo viduryje formuojamas pirmojo sluoksnio kūgis;

<sup>9</sup> Paulauskas, V. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda, 2001.

- nuleidimo vamzdis perstatomas į triumo kampą ir formuojamas pagalbinis krovinio kūgis;
- analogiškai užpildomi likę triumo kampai;
- toliau analogiškai kraunami antras ir kiti krovinio sluoksniai.



3 pav. Burių krovinių pakrovimo į triumą tvarka<sup>10</sup>

Laivų iškrovimo mašinos yra sudėtingesnės už pakrovimo mašinas. Iškrovimo mašinos skirstomos į ciklinio ir nuolatinio veikimo. Ciklinio veikimo mašinos: greiferiniai kranai ir greiferiniai perkrovėjai. Pagrindinis šių mašinų privalumas – galimybė krauti įvairius birius krovinius. Greiferinis iškrovimo mechanizmas sudarytas iš savaeigio portalo, prie kurio tvirtinami visi pagrindiniai mechanizmai, strėlės ir bunkerio. Strėlė yra pakeliama ir ja juda greiferio vežimėlis. Iš greiferio krovinyš išpilamas į bunkerį, iš kurio jis patenka ant konvejerio. Mašinoje įrengiama pusiau automatinė greiferio valdymo sistema, kuri parenka optimalią greiferio judėjimo trajektoriją ir didžiausius greičius. Pagrindinis tokių mašinų trūkumas – didelis dulketumas, krovinio nubyrėjimas bei galimybė apgadinti laivą ir bunkerį dėl didelės greiferio masės ir greičio.

Naudojant greiferinius iškrovimo mechanizmus ar portalinius kranus naudojama tokia laivų iškrovimo technologija:

- greiferiu kasamas pirmasis sluoksnis;
- iškasus krovinį iki triumo dugno greiferis užsipildo tik iš dalies, todėl jis užpildomas keliais ėmimais iš įvairių triumo vietų;
- į triumą nuleidžiamos valymo mašinos – buldozeriai ir kitos kaušinės mašinos, kurios sustumia krovinį į greiferiui pasiekiamą vietą.

<sup>10</sup> Paulauskas, V. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda, 2001.

AB „Jūrinių krovinių kompanijoje“ žemės ūkio produkcijos krova intensyviausiai vykdoma specializuotame Grūdų terminale dengtomis dviejų krypčių juostinių transporterių galerijomis (konvejeriais).

Konvejeris (angl. conveyor < convey – transportuoti) – nenutrūkstamai veikianti mašina. Dažnai jis vadinamas transporteriu. Transporteris (pranc. transporteur < lot. transporto – pernešu, pervežu), transporteris – tai konvejeris be variatoriaus. Konvejerių greitį galima reguliuoti pagal atliekamų operacijų laiko trukmę.<sup>11</sup>

Konvejeriai naudojami kroviniams transportuoti nepertraukiamu srautu be sustojimo juos pakrauti ir iškrauti. Konvejeriai naudojami krovos darbams, kai reikia krauti daug krovinių, t. y. kai krovinius sudaro daug vienos formos gabalinių ar vienetinių krūvių.

Krovinių srautas gali būti iš vientisos srovės arba gabalinių krovinių, taip pat iš atskirų porcijų birių arba gabalinių ir atskirų vienetinių krovinių – tai priklauso nuo krovinio rūšies. Daugeliu atvejų konvejeriai naudojami vienos rūšies kroviniams perkrauti.

Didesnis našumas, nepertraukiamas krovinių srautas ir valdymo automatizavimas yra pagrindiniai veiksniai, dėl kurių konvejeriai plačiai naudojami įvairiose pramonės srityse. Atskirais atvejais ta pati transporto operacija gali būti atliekama skirtingais konvejeriais.

Konvejeriai skirstomi į dvi grupes:

- konvejeriai su traukos elementu (juosta, grandinė, lynas), kai krovins juda kartu su traukos elementu;
- konvejeriai be traukos elemento. Krovins juda veikiamas savo paties svorio (gravitaciniai konvejeriai).

Pagrindinis konvejerio klasifikavimo požymis – jo traukos ir krūvį laikančio įtaiso tipas. Konvejeriai skirstomi į turinčius traukos elementą (juostiniai, grandininiai, lyniniai ir kt.) ir neturinčius traukos elemento (sraigtiniai, inerciniai, vibraciniai, ritininiai). Pagal krūvį laikančio įtaiso tipą konvejeriai gali būti plokšteliniai, grandikliniai, juostiniai, kaušiniai, lopšiniai, pakabinamieji, vežimėliniai, krovinių varantieji, elevatoriai, vamzdiniai, eskalatoriai, juostiniai-grandininiai, žingsniuojantys, strypiniai, sraigtiniai, ritininiai, inerciniai, ant oro pagalvės.

Konvejeriai yra sudėtinė, neatskiriama daugelio šiuolaikinių technologinių procesų dalis, nuo jų priklauso ir jais reguliuojamas gamybos tempas, užtikrinamas jo ritmingumas. Konvejeriai turi didžiulę įtaką darbo našumui ir gaminamai produkcijai didinti.

Šiuolaikinėse įmonėse ir krovinių terminaluose konvejeriai naudojami:

- didelio našumo transportavimo mašinose, kuriomis krovinius reikia pergabenti iš vienos vietos į kitą gamyklos teritoriją arba iš atvykusios transporto priemonės;

---

<sup>11</sup> B. Spruogis. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012.

- didelės galios perkrovimo priemonių transportavimo agregatuose (pavyzdžiui, iš tiltinių perkroviklių ir kt.), kai krovinius reikia perkelti į pakrovimo ir iškrovimo mašinas;
- gamybos technologiniame procese, kai surenkamas gaminys;
- gamybos technologiniame procese, kai apdirbama detalė, keliuose įrenginiuose pagal skirtingas apdirbimo operacijas;
- pagamintos produkcijos terminaluose, iškraunant iš mašinų arba į jas pakraunant krovinius.

Glaudus transportavimo mašinų ryšys su gamybos technologiniu procesu srautinėse linijose turi būti atsakingai parengtas ir atitikti visus kriterijus. Todėl konvejerių darbas turi būti patikimas (dirbti be sutrikimų), patvarus, patogus eksploatuoti ir galimas pritaikyti automatiniam darbo režimui.

Didesnis našumas, nepertraukiamas krovinių srautas bei automatizuotas valdymas – tai pagrindiniai pranašumai, dėl kurių konvejeriai naudojami įvairiose pramonės srityse. Daugeliu atvejų ta pati transporto operacija gali būti atliekama įvairiais konvejeriais.

Pagal krūvį laikančio įtaiso tipą konvejeriai gali būti: plokšteliniai, grandikliniai, juostiniai, kaušiniai, lopšiniai, pakabinamieji, vežimėliniai, krovinių varantieji, elevatoriai, vamzdiniai, eskalatoriai, juostiniai-grandininiai, žingsniuojantys, strypiniai, sraigtiniai, ritininiai, inerciniai, ant oro pagalvės.<sup>12</sup>

AB “Jūrinių krovinių kompanija” Grūdų terminale yra eksploatuojama juostinių transporterių ir elevatorių sistema.. Kombinuojant šių rūšių transporterius tarpusavyje, galima sukurti paprastas ir praktiškas krovinių linijų schemas.

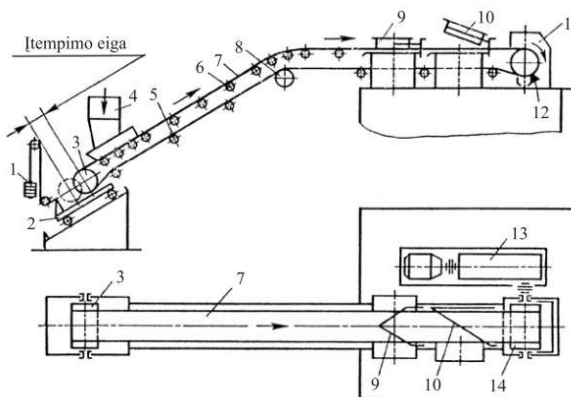
Elevatoriaus ir transporterio, kartu sujungtų į vieną transportavimo sistemą, našumas turi būti vienodas. Jei bus skirtingi vienas iš elementų veiks nepilnu pajėgumu arba bus perkrautas ir užkištas. Tokiu atveju yra stabdoma krova ir šalinami trukdžiai.

Juostiniai konvejeriai yra labiausiai paplitęs nepertraukiamo veikimo horizontalios judesio krypties krovos darbų mašinų įrenginių tipas. Jie naudojami įvairiose pramonės šakose. Iš visų tipų konvejerių, naudojamų pramonėje, beveik 90 proc. sudaro juostiniai konvejeriai. Jie naudojami suverstiniams, gabaliniams bei buriams kroviniams transportuoti, taigi puikiai tinka birių žemės ūkio produktų transportavimui.

Juostinį konvejerį sudaro (4 pav.) traukos elementas (7), kuris yra begalinės juostos pavidalo. Tai konvejerio krovinių laikantis elementas. Pavara (13) suteikia judesį varančiajam būgnui (14), įtempimo įrenginys (2) su įtempimo būgnu (3) ir įtempimo krūviu (1), ritininės atramos (6)

<sup>12</sup> B. Spruogis. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012.

darbinėje juostos atšakoje ir 5 laisvos eigos atšakoje, nukreipimo būgnas (8), pakrovimo įrenginys (4) ir nukrovimo įrenginys (9) ir (10), nukrovimo lovys (11) ir įrenginys (12) juostai nuvalyti. Visi konvejerio elementai sumontuoti ant metalinės konstrukcijos rėmo.



4 pav. Stacionaraus nuožulnaus-horizontalaus juostinio konvejerio principinė schema<sup>13</sup>

Siekiant padidinti konvejerio našumą, judant konvejerio juostai tuo pačiu greičiu ir esant tam pačiam juostos pločiui, konvejerio juostos ritininės atramos konstruojamos taip, kad veikiant juostos ir krovinio, gulinčio ant juostos, masėms, juosta įgautų lovio formą ir padidėtų krovinio skerspjūvis. Kai žinomas našumas  $Q$ , pagal formules galima apskaičiuoti matmenį  $b$ , o pagal jį iš standarto parenkamas juostos plotis  $B$ . Mažiausias leistinas juostos plotis  $B$  tikrinamas pagal krovinio vienalytiškumą. Paprastojo krovinio  $B_{min}=2 \cdot a_{max}+200 \text{ mm}$ , o rūšiuotų krovinių  $B_{min}=3,3 \cdot a_{max}+200 \text{ mm}$ .

Gera sumontuotomis pastotėmis, sujungtomis juostiniais konvejeriais, galima transportuoti birius krovinius gana dideliais atstumais, viršijančiais 100 km. Techninių-ekonominių rodiklių palyginimas ir juostinių konvejerių projektavimo bei eksploataavimo patirtis rodo, kad masiniams kroviniams transportuoti, kai krovinių apimtis – nuo 5 iki 25 milijonų tonų per metus, iki 100 km atstumu juostinius konvejerius naudoti daug ekonomiškiau negu automobilius arba geležinkelių transportą.

Toliau aptarsime AB „Jūrinių krovinių kompanijos“ žemės ūkio produktų krovos Grūdų terminale ir Krovos terminale technologiją, apžvelgsime kokie veiksniai trukdo vykdyti krovą projektiniu našumu bei kokiais būdais galima padidinti krovos efektyvumą.

Specializuotame Grūdų terminale yra didelis žemės ūkio produktų sandėliavimo pajėgumas – 3 kupoliniai sandėliai po 20 tūkst. t., 6 dideli plokščiadugniai silosai po 7,5 tūkst. t. ir 4 maži silosai po 1 tūkst. t. Visi sandėliai, silosai, iškrovimo stotys bei mobilus laivo krautuvai

<sup>13</sup> B. Spruogis. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012.

tarpusavyje sujungti automatizuota juostinių konvejerių ir elevatorių sistema, valdoma iš centrinio valdymo posto (CVP). Įrengtos dvi bunkerinės išpylimo stotys. Išpylimo stotis Nr. 1 skirta geležinkelio vagonų iškrovimui, taip pat, jei nevykdomas vagonų iškrovimas, gali būti iškraunamas ir autotransportas. Į stotį atvesta 1 geležinkelio linija, kurioje vienu metu galima pastatyti 12 geležinkelio vagonų. Stotis juostinių konvejerių ir elevatorių sistema sujungta su 3 kupolais bei 6 didelės talpos silosais. Išpylimo stotis Nr. 2 skirta tik autotransporto išsikrovimui. Vienu metu stotyje telpa vienas sunkvežimis. Stotis tiesiogiai sujungta su mažaisiais silosais. Krovinys byra į grindyse įrengtas išpylimo duobes, tuomet per automatiškai reguliuojamas sklendes patenka ant juostinio konvejerio, sujungto su elevatoriumi, kuriuo krovinys pakeliamas ant sekančio konvejerio, sumontuoto virš visų 4 silosų. Jiems prisipildžius arba esant gamybiniam poreikiui, grūdai bet kada gali būti perkrauti į bet kurį didįjį silosą arba kupolą. Sukaupus krovinio partiją ir atėjus laivui, pradedamos stividorinės procedūros. CVP dirbantys operatoriai atidaro sandėlio arba siloso grindyse esančių duobių sklendes ir krovinys pradeda byrėti ant konvejerio. Tuomet transportuojamas į bunkerines svarstyklas (maksimalus pralaidumas 900 t/val.). Pasverti grūdai toliau konvejeriu ir elevatoriumi patenka į išilgai krantinės esančia transporterio galeriją, iš kurios krovinys patenka į mobilų laivo krautuvą, o per jį kraunamas į laivo triumą. Techniniuose krovininės įrangos dokumentuose yra pateikiamas projektinis sistemos našumas, tačiau faktiškai, jo pasiekti dėl įvairių organizacinių bei techninių apribojimų dažniausiai būna neįmanoma.

#### Organizaciniai apribojimai:

- Žmogiškasis veiksnys – nedidelė mobilaus laivo krautuvo operatoriaus patirtis, CPO operatoriaus gebėjimai parinkti ir vykdyti efektyvią bei optimalią krovos schemą, pamainos viršininko gebėjimas tinkamai vadovauti stividoriniams procesams ir operatyviai spręsti iškilusias problemas;
- Savalaikis technikos įvažiavimas į sandėlį – nustojus savaiminiam krovinio byrėjimui į duobes, kupole reikalinga ratinė technika krovinio perstumdymui iš kupolo pakraščiu ant centre esančių duobių. Vienu metu esant daug įvairių krovos darbų, ne visada užtenka ratinės technikos kiekio, dėl to vienas kaušinis krautuvas dažnai skiriamas dviem skirtingiems darbams;
- Lietuvos geležinkelių operatyvumas – dažnai viename sąstate būna daug vagonų su skirtingų siuntėjų grūdais, todėl reikalingas vagonų išskirstymas, kuris užima daug laiko. Ne visada laiku gaunamas užsakytas šilumvežis vagonų išskirstymui, arba pastatymui/ištraukimui į/iš išpylimo stoties.

#### Techniniai apribojimai:

- Senas mažo našumo mobilus krautuvas – sena krovos technika dažnai genda, labai lėtai juda išilgai krantinės kai reikia pereiti į kitą triumą. Trumpa strėle nepasiekia

tolimojo borto Panamax tipo laivuose, todėl reikalingas papildomas rankinis darbas triumuose;

- Riboto pralaidumo bunkerinės svarstyklės – tai tarsi „butelio kakliukas“ visoje Grūdų terminalo krovos sistemoje – teigia vyriausiasis stividoras M.M. Projektuojant terminalą, nebuvo planuota papildomų sandėlių/silosų statyba bei Panamax tipo laivų krova. Konvejerių sistemos projektinis našumas turėtų siekti 1200 t/val., tačiau bunkerinių svarstyklių pralaidumas yra apie 900 t./val., kuris sistemos krovos efektyvumą riboja iki 75%.
- Mažo skersmens ir galingumo sraigtinis konvejeris plokščiadugniuose silosuose – silose pasibaigus savaiminiam krovinio subyrėjimui į duobes, CVP operatorius įjungia horizontalų sraigtinį konvejerį „šneką“, kuris dirbdamas ir pamažu sukdamasis visu siloso dugno perimetru, likusį krovinį stumia į centrinę duobę. Perimetrą įveikia per 9 val., tada dar reikia 3 val. rankinio darbo kastuvais pašalinti krovinio likučius siloso pakraščiuose ir 4 cm likutinį sluoksnį ant grindų. Pasak vyriausiojo stividoro M.M, pradedant veikti „šnekui“ krovinio likutis sandėlyje būna apie 1 tūkst. t. Taigi gauname, jog paskutinėje siloso ištuštinimo stadijoje krovos našumas tėja apie 83 t/val.

Universaliame Krovos terminale daugiausiai yra kraunama generalinių krovinų, ketaus bei suverstinių geležies rūdų. Tačiau esant dideliems žemės ūkio produktų srautams taip pat kraunama ir nemažai grūdų. Terminale yra 7 uždari sandėliai, tinkantys žemės ūkio produktų sandėliavimui. Įrengta viena geležinkelio vagonų išpylimo stotis Nr. 3, kurioje vienu metu gali būti iškraunami 2 vagonai. Stotis juostiniu transporteriu ir elevatoriumi yra sujungta su tentiniu sandėliu. Visuose kituose sandėliuose krovinys yra sukaupiamas iš autotransportu atvežamų grūdų. Atvykus automašinai, ji važiuoja į mėginių ėmimo postą, kur yra nustatoma grūdų kokybė. Tuomet važiuojama ant autosvarstyklių, kur nustatomas transporto priemonės su kroviniumi svoris. Svėrėjas atlikus svėrimą ir atsižvelgęs į mėginių poste nustatytą grūdų kokybę, vairuotoją nukreipia į atitinkamą sandėlį. Prie sandėlio automašiną pasitinka krovinio apskaitininkas ir patikrinęs važtaraštį pakelia vartus ir leidžia įvažiuoti į sandėlį išsikrauti. Tuomet vairuotojas vėl važiuoja ant autosvarstyklių ir yra pasveriamas tuščias, duomenys suvedami į krovinų informacinę sistemą. Taip nustatomas atvežto krovinio kiekis. Sukaupus krovinio partiją ir atvykus laivui, pradedama krovos operacija. Krovinio transportavimui sandėlis - laivas naudojami uosto vilkikai. Sandėlyje dirba kaušinis krautuvai, kuris iš sampilo semia krovinį ir krauną į uosto vilkiką su priekaba. Vilkikas atveža grūdus prie laivo ir išpila į:

- Specialias prie portalinių kranų lynų pritvirtinamas bieriems kroviniams krauti skirtas krovos dėžes;
- Specialiai grūdų krovai iš anksto parengtas krovos aikštelės.

Krovos našumas priklauso nuo daugelio faktorių. Vieni pagrindinių yra portalinio kranų keliamoji galia bei greiferio talpumas, dirbančių uosto vilkikų skaičius, kranų operatoriaus darbinė patirtis, darbų vadovo organizaciniai gebėjimai, technikos gedimų prevencija, darbo jėgos trūkumas (ypač atostogų ir ligų metu), meteorologinės sąlygos ir kiti veiksniai.

Organizaciniai apribojimai:

- Žmogiškasis veiksnys – portalinio kranų operatoriaus darbinė patirtis, darbų vadovo kompetencija ir patirtis, uosto vilkiko vairuotojo įgūdžiai;
- Lietuvos geležinkeliai – dažnai atsitinka, jog sandėlių ir laivų skiria geležinkelio keliai. Šilumvežiams vykdant manevrus, geležinkelio pervažos yra uždaromos ir krova sustoja;
- Vidinių filialų operatyvumas – dažnai dėl įvairiausių priežasčių įvyksta technikos gedimai, dėl kurių sustoja viena technologinių krovos linijų. Priklausomai nuo to, per kiek laiko į vietą atvyks specialistai (elektrikai, mechanikai, šaltkalviai) ir kaip operatyviai sugebės pašalinti gedimą, priklauso technologinės linijos nedarbingumo laikas.

Techniniai apribojimai:

- Seni portaliniai kranai – seni kranai nebuvo projektuoti didelių laivų krovai, dėl to turi ribotą keliamąją galią. Taip pat dėl ilgo tarnavimo laiko yra nusidėvėję ir dažnai genda;
- Elektros tinklai – visi įmonės portaliniai kranai yra elektriniai. Jų gedimus dažnai iššaukia elektros įtampos svyravimai tinkle.

Tokie veiksniai lemia nepakankamai efektyvią žemės ūkio produkcijos krovą. Didinti žemės ūkio produktų krovos efektyvumą galima sistemingai investuojant į terminalų infrastruktūros bei superstruktūros elementus. Būtina atnaujinti bei tobulinti problematiškiausius technologinių krovos linijų taškus, tinkamai eksploatuoti ratinę bei krovos techniką, plėtoti kelių bei inžinerinių komunikacijų tinklus. Taip pat svarbu investuoti į darbuotojų pakankamą kvalifikaciją bei jos kėlimą – nuolat organizuoti mokymus, atestacijas bei papildomomis naudomis motyvuoti už daug jėgų reikalaujantį darbą.

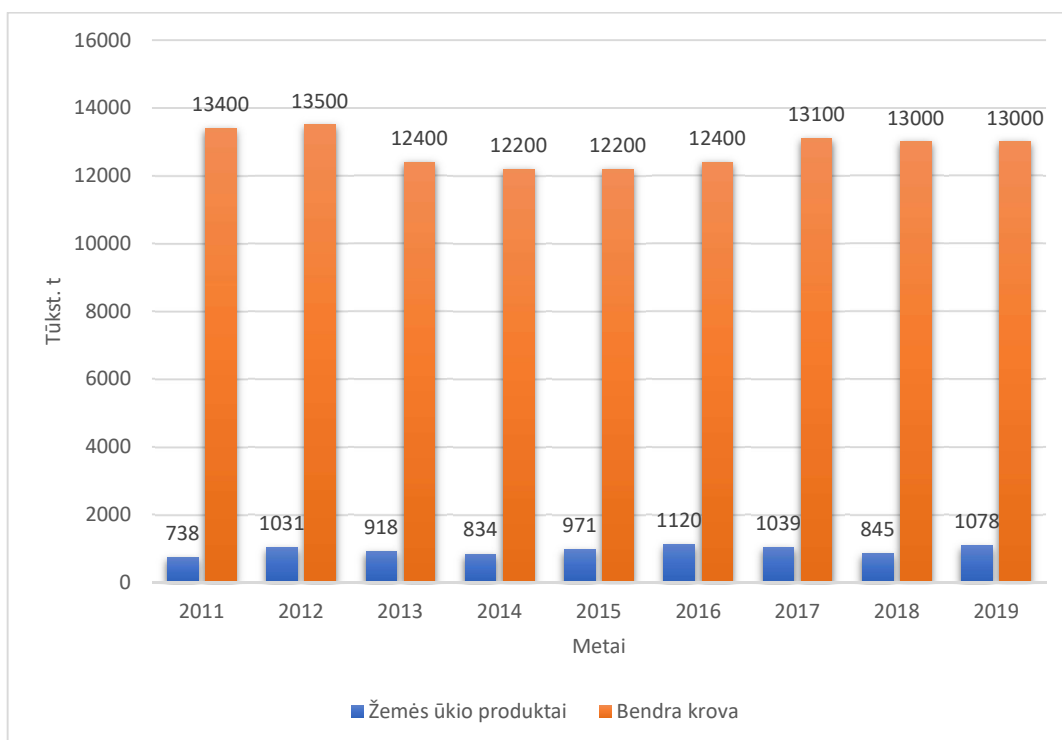
## **2.4 Krovinių srautų analizė**

Pastaraisiais metais Klaipėdos uostas vėl buvo vienas lyderių Baltijos jūros rytinėje pakrantėje, nes bene vienintelis šiame regione išlaikė pastarųjų metų krovos rezultatus. Kituose kaimyniniuose uostuose krova didėjo ne taip intensyviai.

Pernai buvo išlaikytas 2018 metų uosto krovos rekordas - perkrauta net 46,2 mln. t. Pernai didžiausias augimas fiksuotas biriųjų krovinių segmente bei pastebėtas nežymus didėjimas pilant skystuosius krovinius. Palyginti su 2017-aisiais, krovos srantai išaugo apie 7 proc. 2019-aisiais perkrauta 3 mln. tonų daugiau krovinių nei 2017 metais.<sup>14</sup>

Didelį indėlį į Klaipėdos uosto krovos rezultatų gerinimą įnešė ir AB „Jūrinių krovinių kompanija“, pernai vėl pasiekta 13 mln. t. riba (28 % nuo visos Klaipėdos uosto krovos). Iki 2011-ųjų metų įmonės krovos rezultatų augimas buvo gana intensyvus (įmonės krovos rezultatai 5 paveikslėlyje tiksliai neatspindi tikrųjų skaičių dėl konfidencialumo). Nuo 2011-ųjų iki dabar jis išlieka stabilus – apie 12-13 mln. t. per metus (5 pav.).

Taip pat stabilumą įmonėje išlaiko ir žemės ūkio produktų krova. Kasmet šie kroviniai sudaro apie 7 – 9 % nuo bendros krovos. Mažiausiai grūdų tiriamajame laikotarpyje kompanijoje krauta 2011 m. – 738 tūkst. t., daugiausiai 2016 m. – 1120 tūkst. t. Vėliau šiuos statistinius duomenis panaudosime skaičiavimuose.

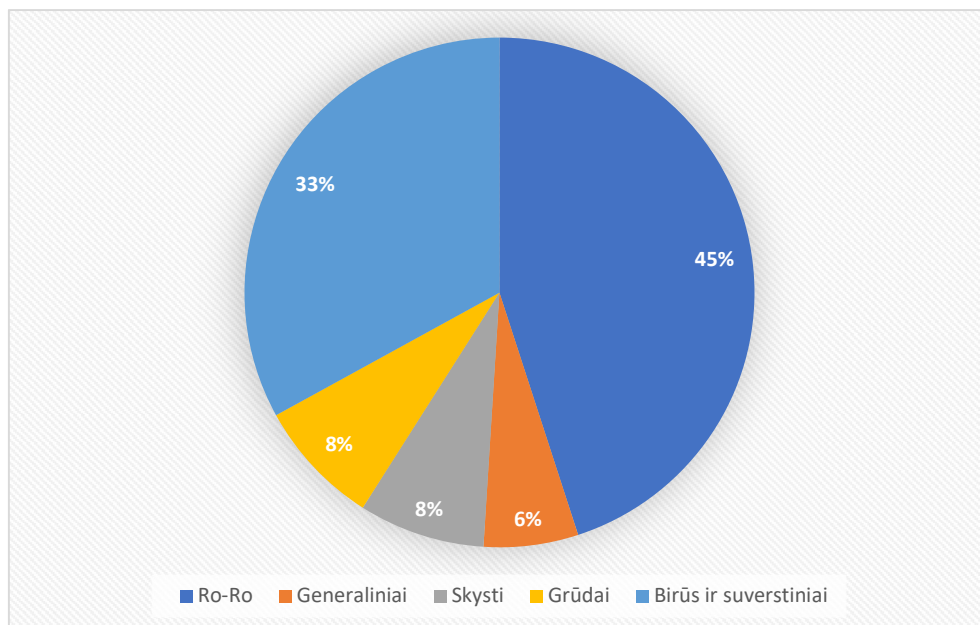


5 pav. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ bendros ir grūdų krovos palyginimas 2011-2019 m. laikotarpyje

Kompanijoje taip pat yra kraunami Ro-Ro kroviniai, įvairūs generaliniai kroviniai (armatūra ryšuliuose, metalo ruošiniai, viela srugose, mediniai padėklai, bėgiai, konteineriai,

<sup>14</sup> <https://www.vz.lt/transportas-logistika/2020/01/06/klaipedos-uosto-krova-2019-m-beveik-islaike-uzpernykstygi>

didmaišiai ir kt.), skystos trąšos ir chemijos produktai, birūs ir suverstiniai kroviniai (geležies rūdos, skalda, trąšos), grūdai bei kiti produktai (6 pav.).



6 pav. AB „Jūrinė krovinių kompanija“ krovinių struktūra 2019 m.

Atlikus AB „Jūrinė krovinių kompanija“ krovinių srautų analizę galima teigti, kad įmonė yra stabili – išlaiko pastovius krovos rezultatus. Kompanija labiausiai specializuojasi Ro-Ro bei birių ir suverstinių produktų krovoje, tačiau krauna ir kitų rūšių krovinius. Įmonės krovos rezultatai devynerių metų laikotarpyje išlieka stabilūs – apie 13 mln. tonų. Atsižvelgiant į analizuotas krovos tendencijas galima daryti išvadą, kad kompanija gali tikėtis išlaikyti esamus krovinių srautus. Norėdama išlaikyti konkurencingumą bei didinti krovos apimtį įmonė nuolatos turi vykdyti krovinių srautų monitoringą, užtikrinti efektyvų ir optimalų darbą bei pakankamą terminalų pajėgumą.

### III. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKCIJOS KROVOS EFEKTYVUMO SKAIČIAVIMŲ TEORINĖ-METODINĖ DALIS

Šiame skyriuje yra pateikiamos krovinių srautų prognozavimo, vežimo intensyvumo, laivų ir terminalų parametrų ryšio nustatymo, krantinių pralaidumo bei reikiamo sandėlių talpumo skaičiavimo metodikos.

#### 3.1 Krovinių srautų tyrimo metodika. Linijinis ir daugiakriterinis prognozavimas

Dauguma transportavimo problemų yra susijusios su krovinių srautais. Srautų tyrimų rezultatų tikslumas tiesiogiai susijęs su investicijomis, nes atsižvelgiant į srautus, planuojamas transporto infrastruktūros ir superstruktūros vystymas, todėl paklaidos arba netikslumai, numatant srautus, gali turėti neigiamos įtakos planuojant investicijas arba įdiegtos investicijos gali neduoti norimų rezultatų.

Transporto srautų pasiskirstymas panašus į upės srautą – jis eina ten, kur:

- Yra mažiausias pasipriešinimas
- Yra srautų atsiradimo priežastys
- Galimas srautų judėjimo tikslingumas
- Yra mažiausiai pasipriešinimo srauto judėjimui veiksnių

Birios žemės ūkio produkcijos srautų dydžiai gamybos grandinėje priklauso nuo jos pajėgumo. Bendras kiekvienos gamybos grandinės dalies krovinių srautas turi būti ne mažesnis nei konkrečios gamybos grandinės elemento pajėgumas.

Birios žemės ūkio produkcijos srautų pasiskirstymas priklauso nuo daugelio veiksnių. Pasiskirstymo prioritetai atrodo taip<sup>15</sup>:

- aptarnavimo galimybė;
- aptarnavimo laikas;
- aptarnavimo kaina;
- aptarnavimo patikimumas, krovinių saugumas;
- žmogiškasis veiksnys;
- tradicijos ir darbo kultūra;
- kiti veiksniai, tokie kaip galimi laikini apribojimai, žiemos sąlygos ir pan.

---

<sup>15</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

Nurodyti prioritetai atitinka rinkos sąlygas. Reguluojant krovinių srautus administraciniais metodais (rinkliavomis, tarifais, specialiomis taisyklėmis, kurios reguliuoja konkrečių prekių įvežimą), galima keisti vežimo maršrutus, tokiu būdu srautas pereina į kitą regioną.

Taigi, srautų tyrimo metodika leidžia nustatyti ne tik esamą padėtį, bet ir planuoti srautus ateičiai su duota arba numatyta paklaida bei apskaičiuoti būtiną transportavimo intensyvumą, atsižvelgiant į įvairius veiksnius, taip pat tiriant srautus nustatyti transporto infrastruktūros ir superstruktūros objektų parametrus, kurių pagrindu gali būti atliekami tolesni planavimo ir projektavimo darbai.

Skaičiuojant konkrečius krovinių srautus, prognozuojant srautų parametrus, remiantis konkretaus praėjusio laikotarpio rezultatais (pavyzdžiui, kelerių metų statistiniais žemės ūkio produkcijos srauto duomenimis), pirmiausia tikslinga apskaičiuoti atsitiktinių dydžių matematinę viltį pagal šią formulę<sup>16</sup>:

$$m_{yi} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i \quad (1)$$

čia:  $x_i$  - bendras konkrečių krovinių kiekis, vežtas per atitinkamą laiko periodą;

$n$  – periodo, per kurį buvo vežtas  $\sum_1^n x_i$  krovinių kiekis, dalių skaičius (pvz., metų, mėnesių, savaitių), tada ir matematinė viltis bus išreikšta tuo periodu.

Apskaičiavus krovinio srauto matematinę viltį, apskaičiuojama konkrečių atsitiktinių dydžių dispersija pagal formulę:

$$\sigma_{yi}^2 = S_{\zeta i}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (x_i - m_{yi})^2 \quad (2)$$

čia:  $S_{\zeta i}^2$  -atsitiktinių dydžių standartai, kurie skaičiuojami taip:

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

Nustatant, kaip nagrinėjami dydžiai išsiskirstę, variacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal šią formulę:

<sup>16</sup> Paulauskas V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda, 2002.

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

Atsižvelgiant į gautą variacijos koeficientą, nustatoma, ar srautai yra pastovūs ar nepastovūs. Nagrinėjant birių žemės ūkio produktų srautus, kai variacijos koeficientas yra mažesnis nei 20 %, srautai laikomi pastoviais, kai variacijos koeficientas didesnis negu 20 %, tai reiškia, kad srautai nepastovūs, bet jų įvertinimas atliekamas taip pat kaip ir pastovių srautų.

Pastovių srautų trumpalaikės prognozės yra daug tikslesnės nei nepastovių.

Toliau apskaičiuojamas tikėtinas krovinių srautas  $n$  metų. Prognozuojamas krovinių srautas po laiko periodo  $t$ , yra apskaičiuojamas pagal formulę<sup>17</sup>:

$$Q_t = Q_0 + bt \quad (5)$$

čia:  $Q_0$  - krovinių kiekis pirmaisiais metais;

$t$  – skaičiuojamas laiko periodas, metais;

$b$  – koeficientas, skaičiuojamas pagal formulę:

$$b_i = (Q_t - Q_0)/t_i \quad (6)$$

čia:  $Q_{t_i}$  - krovinių kiekis  $i$ -taisiais metais;

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

Galutinis koeficientas  $b$  bus lygus:

$$b = \Sigma b_i/n_i \quad (7)$$

čia:  $n_i$  – koeficientų  $b_i$  reikšmių skaičius.<sup>18</sup>

Šitaip yra apskaičiuojama krovinių srauto prognozė linijiniu prognozavimo metodu, kuri yra pagrindas nagrinėjamo srauto superstruktūrai ir infrastruktūrai paruošti bei terminalo pajėgumo nustatymui.

<sup>17</sup> Paulauskas V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda, 2002.

<sup>18</sup> Paulauskas V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda, 2002.

Pasinaudojant šia metodika galima atlikti pirminį prognozavimą, tačiau skaičiavimo rezultatuose norint gauti didesnę tikslumą, galime pasinaudoti daugiakriteriniu prognozavimo metodu, kuris bus aprašytas tolimesniame darbo skyriuje.

Birių krovinių srautų prognozavimui yra sukurta ne viena metodika. Kiekviena iš šių metodikų išsiskiria savo sudėtingumu, panaudojimo galimybėmis bei, žinoma, rezultatų tikslumu. Vienas iš prognozavimo metodų yra vadinamasis daugiakriterinis prognozavimo metodas. Toliau bus nagrinėjamas būtent šis daugiakriterinis birių krovinių srautų prognozavimo metodas. Kaip pavadinimas jau nurodo, šis metodas apima keletą vertinimo kriterijų, kurie savo nuožiūra suteikia didesnę prognozavimo tikslumo laipsni. Pagrindiniai veiksniai / kriterijai, į kuriuos atsižvelgiama taikant daugiakriterinį konteinerių srautų prognozavimą yra tokie:

- bendra ekonominė situacija (globalinė), t.y. bendri ekonomikos pokyčiai;
- šalies (užusčio) ekonominė situacija ir galimi jos pokyčiai;
- transporto sistemos pajėgumas ir jos plėtros prognozės (naujų geležinkelio linijų, terminalų, uosto, logistikos centrų ir plėtra);
- šalies perkamosios galios (konkrečiu prekių grupių) prognozės;
- konkurentų veiksmai ir jų terminalu plėtros programos;
- veiksniai, turintys poveikį krovinių srautams, pavyzdžiui, trąšu naudojimo kiekiai ir jų galimas poveikis būsiamiems derliams;
- galimi politiniai pokyčiai ir jų galimas poveikis konkrečioms transporto koridoriams (maršrutams);
- galimi administraciniai pokyčiai ir jų galimas poveikis srautu persikirstymui;
- kiti veiksniai (gamtiniai kataklizmai, galimi kariniai konfliktai ir panašiai).<sup>19</sup>

Atliekama daug tyrimų, nagrinėjančių birių krovinių srauto prognozavimą. Iš sudėtingesnių prognozavimo būdų galima paminėti prognozavimo metodą, kuris apima itin detalių sąlygų tinklą su šių dydžių sklaidos algoritmais. Dar vienas labai svarbus ir itin sudėtingas metodas yra naudojant tris laiko modulius, suskirstytus į tris srautu grupes (importas – eksportas, pakrančių ir tranzitinių pervežimų kiekiai). Šis metodas turi pagarsėjusį pavadinimą, tai Arima metodas, kuris sujungia daug smulkesnių prognozavimo metodų. Visų šių metodų esmė yra - kiek įmanoma tiksliau bei detaliau nustatyti bei įvertinti kriterijus, galinčius lemti srauto pokyčius. Tikslus šių kriterijų nustatymas bei įvertinimas suteikia ne tik tikslesnius prognozavimo rezultatus, bet taip pat padeda analizuoti ir tirti srautų tendencijas ir jų priklausomybes nuo tam tikrų veiksnių pokyčių.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>20</sup> Tongzon, J. L. Determinants of Port Performance and Efficiency. *Transportation Research A*, Vol. 29, No. 3, 1995.

Daugiakriterinio prognozavimo bendrosios formulės išraiška:<sup>21</sup>

$$Q_T = (Q_0 + B \cdot T) \cdot M \quad (8)$$

čia:  $Q_T$  – prognozuojamas srautas  $t$  laikotarpiu;

$Q_0$  – srautas paskutiniame statistiniame taške;

$B$  – prognozavimo koeficientas, gaunamas remiantis statistiniais duomenimis;

$T$  – prognozavimo periodas;

$M$  – daugiakriterinio prognozavimo koeficientas, kuris gali būti apskaičiuotas:

$$M = \sum(K_M \cdot F_M) \quad (9)$$

čia:  $K_m$  – veiksmų svorio koeficientai, jų bendra suma turi būti lygi vienetui;

$F_m$  – santykiniai veiksniai, kurie  $Q_0$  taške lygūs vienetui.<sup>22</sup>

Būtina turėti omenyje tai, kad linijinis prognozavimo būdas yra gana paprastas, juo gaunami akivaizdūs rezultatai, bet kartu galimos didelės paklaidos, o kartais gaunami rezultatai gali būti nelabai patikimi arba linijinis prognozavimo metodas iš viso netaikytinas.

Esant galimybei patikimiausia taikyti kiek įmanoma daugiau ir įvairesnių prognozavimo metodų. Gautus rezultatus būtų galima palyginti tarpusavyje ir taip įgyti tikslesnį šių metodų prognozavimo tikslumą. Žinoma, sudėtingesni prognozavimo metodai yra visada priimtinesni dėl savo tikslumo, o daugiakriterinis prognozavimo metodas būtent tokia charakteristika ir pasižymi lyginant su linijiniu prognozavimu.

### 3.2 Srautų vežimo intensyvumo nustatymo metodika

Srautų intensyvumas dažniausiai nėra pastovus, todėl siekiant užtikrinti birių žemės ūkio produktų srautų vežimus, intensyvumą tenka didinti<sup>23</sup>. Ši situacija ypač svarbi esant sezoniniams vežimams (pavyzdžiui, vežant krovinius į vietas, kur tai įmanoma tik atskirais metų laikotarpiais (derliaus išvežimas iš ūkių rudenį ir žiemą)).

Nagrinėdami žemės ūkio produkcijos srautą, kai žinome konkrečią pristatymo vietą, šiuo atveju AB „Jūrinių krovinių kompanija“ ir priimdami, jog srauto prognozė atitinka konkrečias transportavimo vietas, galime apskaičiuoti vežimo intensyvumą.

<sup>21</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>22</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011

<sup>23</sup> Paulauskas, V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda, 2004.

Priimant palankią tikimybę  $P$ , o nepalankią tikimybę  $Q$ , bendruoju atveju palanki tikimybė  $P$  bus lygi<sup>2</sup>:

$$P = 1 - Q \quad (10)$$

Vežimų palankią tikimybę apskaičiuosime taip:

$$P_{\text{vež.}} = (P_1) \cdot (P_2) \cdot (P_3) \cdot (P_i) \quad (11)$$

čia:  $P_1$  – vežimo sąlygų palanki tikimybė;

$P_2$  – transporto priemonių, vežančių krovinius, palanki tikimybė;

$P_3$  – terminalų darbo palanki tikimybė;

$P_i$  – kitos palankios tikimybės.

Vežimo sąlygų palanki tikimybė gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$P_1 = (1 - Q_T) \cdot (1 - Q_{\xi}) \cdot (1 - Q_{1i}) \quad (12)$$

čia:  $Q_T$  – darbo laiko, atliekant vežimus, nepalanki tikimybė;

$Q_{\xi}$  – nepalanki audrų tikimybė;

$Q_{1i}$  – kitos nepalankios tikimybės, kada negali plaukti laivai.

Transporto priemonių, vežančių krovinius, nepalanki tikimybė (situacijos, kai dėl transporto priemonių gedimo negali būti vežami kroviniai) skaičiuojama:

$$P_2 = (1 - Q_{2G}) (1 - Q_{2A}) (1 - Q_{2T}) (1 - Q_{2i}) \quad (13)$$

čia:  $Q_{2G}$  – transporto priemonių gedimo tikimybė;

$Q_{2A}$  – transporto priemonių avarijų tikimybė;

$Q_{2T}$  – nepalanki transporto priemonių techninės profilaktikos navigacijos metu tikimybė;

$Q_{2i}$  – kitos transporto priemonės nepalankios tikimybės.

Terminalų darbo palanki tikimybė rodo terminalo naudojimo galimybes darbo laiko atžvilgiu ir ją galime apskaičiuoti taip:

$$P_3 = (1 - Q_{3T}) (1 - Q_{3G}) (1 - Q_{3šv}) (1 - Q_{3i}) \quad (14)$$

čia:  $Q_{3T}$  – nepalanki terminalo darbo dienų tikimybė;

$Q_{3G}$  – nepalanki terminalo įrangos gedimo tikimybė;

$Q_{3šv}$  – terminalo nedarbo laiko dėl švenčių tikimybinė išraiška navigacijos metu;

$Q_{3i}$  – kitos nepalankios terminalo darbo laiko tikimybės.

Tiesiogiai skaičiuojant (14) formulę gali būti padaryta klaidų, kadangi palankios ir nepalankios tikimybės dažnai turi įtakos keliems veiksniams (dėl audros tuo pačiu metu negali įplaukti laivai ir nedirba terminalas), todėl vežimų palanki tikimybė skaičiuojama pagal formulę<sup>24</sup>:

$$P'_{vez.} = \frac{P_{vez.}}{\rho'} \quad (15)$$

čia:  $\rho'$  – koreliacijos koeficientas (yra priimamas nuo 0,8 iki 0,95).

Perskaičius srauto palankią tikimybę, galime apskaičiuoti vežimo intensyvumą  $I$ , iš kurio galima nustatyti, kiek reikia didinti vežimo intensyvumą, siekiant vežti numatytą krovinių kiekį konkrečiu periodu:

$$I = \frac{1}{P'_{vez.}} \quad (16)$$

Minimalų laivų kiekį, kurie atliks vieną reisą, nustatysime taip:

$$N_L = \frac{\Sigma Q}{Q_L} \cdot I \quad (17)$$

čia:  $\Sigma Q$  – metinis krovinių srautas, tonomis;

$Q_L$  – terminale aptarnaujamo laivo vidutinė keliamoji galia, tonomis.

Taip pat skaičiuojamas būtinas terminalų įrangos pajėgumas, t.y. jeigu priimami anksčiau nurodyti skaičiai, įrangos pajėgumas per parą turi būti lygus:

---

<sup>24</sup> Paulauskas, V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda, 2004

$$Q_{tr} = \frac{\Sigma Q}{T_v \cdot P_1 \cdot P_3} \quad (18)$$

čia:  $T_v$  – vidutinis navigacijos periodas 305 dienos.

Apskaičiavus birių žemės ūkio produktų srautų intensyvumą, bus galima įvertinti minimalų aptarnaujamą laivų kiekį ir terminalų įrangos pajėgumą.

### 3.3 Laivų ir terminalų parametrų ryšio nustatymo metodika

Svarbus planuojamo terminalo pajėgumo, atsižvelgiant į numatomus krovinių srautus, ir konkrečių parametrų laivų kiekio, kuris būtinas numatomam krovinių srautui vežti, ryšys. Tuo remiantis parenkami atitinkami terminalo elementai: krantinių ilgis ir gylis prie krantinių, terminalo krovinių sandėliavimo plotai laivų krovinių partijoms kaupti ir kiti.

Nustačius terminalo pajėgumą ir laivų, kurie veš numatytą krovinių kiekį, parametrus bendras laivų skaičius gali būti apskaičiuotas formule:

$$n_L \approx \frac{Q}{Q_L} \cdot f'_L \quad (19)$$

čia:  $Q$  – planuojamas krovinių srautas;

$Q_L$  – vieno laivo krovinių talpa, priimsime 50000 tonų;

$f'_L$  – laivų apkrovos pataisa, įvertinant stochastinį transportavimo procesų pobūdį, priimame 0,9.

Reikiamas technikos kiekis krovos darbas atlikti turi būti suderintas su planuojamu terminalo darbo našumu  $q_p$ , kuris gali būti apskaičiuotas formule<sup>25</sup>:

$$q_p = \frac{Q}{365 \cdot f_T \cdot n_T} \quad (20)$$

čia:  $n_T$  – teritorijoje esantis terminalų skaičius.

<sup>25</sup> Paulauskas V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda, 2004.

$f'_T$  - terminalo darbo laiko mažinimo dėl įvairių trukdžių (oro sąlygų, laivų atplaukimo neperiodiškumo, trukdžių, susijusių su kitomis transporto sistemomis bei neperiodišku krovinių srautu ir t.t.) koeficientas.

Įvertinus galimus trukdžius, terminalo darbo laiko mažinimo koeficientas, atsižvelgiant į krovinių srautą, biriųjų krovinių terminalams gali būti priimamas 0,5.

Laivo arba laivų pakrovimo laikas terminale sudarys:

$$T_L = \frac{Q_L}{q_p} \cdot f_L \quad (21)$$

Taigi laivų kiekis, kuris gali būti pakrautas per metus, įvertinus vietą vienam laivui prie krantinės, bus lygus:

$$n'_i = \frac{365}{T_L} \cdot f'_{LV} \quad (22)$$

čia:  $f'_{LV}$  - laivo atplaukimo neperiodiškumo koeficientas, kuriuo įvertinamas stochastinis transportavimo procesas; jis gali būti priimtas apie 0,85-0,90.

Bendras laivų krovimo laikas, būtinas planuojamam krovinių kiekiui perkrauti terminale bus lygus:

$$\sum T_L = T_L \cdot n_L \quad (23)$$

Naudojantis šia metodika, galima apskaičiuoti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų terminalo parametrų ir laivų ryšį, t.y. apskaičiuoti bendrą laivų kiekį, terminalo darbo našumą, laivų pakrovimo laiką, laivų kiekį, kurį galima pakrauti per metus bei bendrą laivų krovimo laiką.

### 3.4 Terminalo krantinių pralaidumo nustatymo metodika

Atliekant terminalų skaičiavimus, atsižvelgiant į priimtinius terminalų pajėgumus (krovinių srautus), turi būti apskaičiuotas būtinas krantinių ilgis.

Skaičiuojant būtiną krantinių ilgį už pagrindą imamas krantinės pralaidumas per konkretų laiko tarpą. Dažniausiai priimamas terminalo krantinės pralaidumas per mėnesį.<sup>26</sup>

Mėnesinis krantinės pralaidumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_{m\acute{e}n} = \frac{720 \cdot D_1 \cdot \alpha \cdot k_{met} \cdot k_{u\acute{z}}}{t_1 + t_{pag}} \quad (24)$$

čia:  $D_1$  – skaičiuojamojo laivo keliamoji galia, tonomis;

$\alpha$  – koeficientas, įvertinantis laivo keliamosios galios išnaudojimą (priimamas 0,9);

$k_{(met.)}$  – krantinės darbo laiko koeficientas, įvertinantis prastovų laiką dėl meteorologinių veiksnių (priimamas 0,8);

$k_{(u\acute{z}.)}$  – koeficientas, įvertinantis krantinės užimtumą, atliekant krovos darbus bei pagalbines operacijas (paprastai imamas 0,75);

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

Krantinės užimtumo laikas, vykdant krovos operacijas, skaičiuojamas formule:

$$t_1 = \frac{D_1 \cdot \alpha}{M_1} \quad (25)$$

čia:  $M_1$  – projektinė laivo pakrovimo valandinė norma (skaičiuojama, atsižvelgiant į krano arba kranų darbo intensyvumą, t/val.).

Priėmus vidutinį bendrą terminale per mėnesį  $\sum Q_{(m\acute{e}n.)}$  perkraunamų krovinių kiekį, būtinas minimalus krantinių terminale skaičius skaičiuojamas formule:

$$n = \sum Q_{(m\acute{e}n.)} / Q_{(m\acute{e}n.)} \quad (26)$$

Naudojantis šiuo metodu galima apskaičiuoti mėnesinį AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų terminalų krantinių pralaidumą.

---

<sup>26</sup> V. Paulauskas, R. Barzdžiukas, B. Plačienė, A. Tranyzas, V. Lukauskas, M. Jonkus, R. Maksimavičius, A. Paulauskienė, A. Maniachin. Uosto technologija. Klaipėda, 2001.

### 3.5 Terminalo reikiamo sandėlių talpumo skaičiavimo metodika

Terminalo teritorijų plotų skaičiavimas atliekamas sandėlių (krovinių saugojimo aikštelių), krovinių srautų ir vidutinio krovinių saugojimo laiko sandėliuose metodu. Taikant šį metodą, būtinas sandėlio talpumas skaičiuojamas formule<sup>27</sup>:

$$E_{(sand.)} = Q_{sand.} \cdot t_{(s)} \cdot k_{(e)} / T \quad (27)$$

čia:  $E_{(sand.)}$  – sandėlio talpumas, t.y. krovinių kiekis, kurį vienu metu galima laikyti sandėlyje;

$Q_{(sand.)}$  – krovinių kiekis, laikytas sandėlyje (t), skaičiuojamas, kaip:

$$Q_{sand.} = Q \cdot k_{(sand.)} \quad (28)$$

kur:  $k_{(sand.)}$  – krovinių laikymo sandėlyje koeficientas, paprastai konkreitiems terminalams gali būti priimamas 1,0, jeigu visi kroviniai pirmiausia kraunami į sandėlį, o paskui į laivą ir atvirkščiai. Jeigu dalis krovinių kraunami iš vagonų, automobilių, baržų ir panašiai arba iš laivo kroviniai kraunami tiesiai į kitas transporto sistemas,  $k_{(sand.)}$  apskaičiuojamas, taikant statistinius arba kitus metodus;

$t_{(s)}$  – vidutinis krovinių saugojimo laikas (paromis), atsižvelgiant į krovinių rūšį; turi būti imamas, remiantis krovinių saugojimo sandėliuose normomis arba nustatomas kitaip;

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

$T$  – vidutinis navigacijos periodas – 305 dienos, bet kartais, remiantis statistiniais duomenimis, šis periodas sutrumpėja 10 dienų;

Naudojantis šia metodika galime atlikti AB „Jūrinių krovinių kompanija“ birių žemės ūkio produktų terminalo reikiamo sandėlių ir silosų talpumo skaičiavimus.

---

<sup>27</sup> Paulauskas V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda, 2004.

## IV. ŽEMĖS ŪKIO PRODUKCIJOS KROVOS EFEKTYVUMO SKAIČIAVIMAI

Šiame skyriuje skaičiuojama tiriamosios kompanijos birių žemės ūkio produktų srautų prognozė ateinantiems šešeriems metams, pasinaudojant dviem skirtingais metodais, ir palyginami gauti rezultatai. Bus nustatomas srauto vežimo intensyvumas. Atliekami laivų ir birių žemės ūkio produktų terminalų tarpusavio ryšio skaičiavimai. Taip pat skaičiuojamas AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų terminalų krantinių pralaidumas ir minimalus bendras sandėlių ir silosų talpumas, reikalingas prognozuojamam srautui sandėliuoti.

### 4.1 Birių žemės ūkio produktų srautų prognozės skaičiavimai linijiniu ir daugiakriteriniu metodais

Esamų ir ateities krovinių srautų analizė yra labai naudinga siekiant įvertinti įvairiausių faktorius, nulemiančius srautų teigiamus ir neigiamus pokyčius. Tačiau vien praeities ir esamų srautų analizės neužtenka. Susumavus šiuos duomenis ir pasitelkiant matematinius metodus, galima įvertinti srautą tam tikram ateities laikotarpiui, žinoma, srautų prognozavimo matematiniai metodai negarantuoja absoliutaus tikslumo, tačiau tai yra vienas iš būdų, kuris padeda susidaryti bent preliminarų prognozuojamo srauto bendrąjį vaizdą, kuriuo remiantis galima atlikti tolimesnius vertinimus.

Šiame poskyryje bus skaičiuojama žemės ūkio produkcijos srauto prognozė 2025 metams. Prognozuojama šešeriems metams, nes daugelis tolimesnių skaičiavimų susiję su terminalo superstruktūra, kurios atsipirkimas skaičiuojamas 6-7 metams. Taip pat ilgesniam laikotarpiui skaičiuojama prognozė gali būti netiksli dėl sunkiai numatomų srautą įtakančių veiksnių. Skaičiavimai bus atliekami pasinaudojant 3.1 poskyryje pateiktomis formulėmis. Kad skaičiavimai ir rezultatai būtų kuo tikslesni, pasinaudosime 2011-2019 metų tiriamosios įmonės žemės ūkio produkcijos srautų duomenimis, pateiktais 3 lentelėje.

3 lentelė. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautai 2011-2019 metų laikotarpyje

Metai	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Srautas, tūkst. t.	738,2	1031,5	918,1	834,0	971,8	1120,2	1039,3	845,1	1078,2

Tuomet, pasinaudoję (6) formule ir 3 lentelėje pateiktais duomenimis apskaičiuojame koeficiento bi reikšmes:

$$b_1 = \frac{1031,5 - 738,2}{2} = 146,7$$

Likusios  $b_i$  reikšmės apskaičiuojamos analogiškai ir pateikiamos 4 lentelėje.

4 lentelė. Koeficiento  $b_i$  reikšmės

Koef. $b_i$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$
Reikšmė	146,7	-56,7	-42,1	68,9	74,2	-40,5	-97,1	121,1

Naudodamiesi (7) formule randame koeficientą  $b$ :

$$b = \frac{146,7 - 56,7 - 42,1 + 68,9 + 74,2 - 40,5 - 97,1 + 121,1}{8} = 21,8$$

Toliau, pasinaudodami (1) formule, skaičiuojame srauto matematinį vidurkį:

$$m_{yi} = \frac{738,2 + 1031,5 + 918,1 + 834,0 + 971,8 + 1120,2 + 1039,3 + 845,1 + 1087,2}{9} = 953,9$$

Turėdami matematinį vidurkį, pasinaudoję (2) formule, randame atsitiktinių dydžių dispersiją:

$$\sigma_{yi}^2 = S_{\zeta i}^2 = \frac{1}{9-1} \cdot ((738,2 - 953,9)^2 + \dots + (1087,2 - 953,9)^2) = 16366,2$$

Tuomet, naudodamiesi (3) formule, galime rasti atsitiktinių dydžių standartą:

$$S_{\zeta i}^2 = \sqrt{16366,2} = 127,9$$

Priimame, jog atsitiktinių dydžių paklaida bus:

$$S_{\zeta i} = \pm 127,9$$

Apskaičiavę reikiamus koeficientus bei atsitiktinių dydžių paklaidą, pasinaudodami (5) formule, galime apskaičiuoti birių žemės ūkio produktų srauto prognozę 2025 metams:

$$Q_{2025} = 738,2 + 21,8 \cdot 14 = 1043,4 \text{ tūkst. t.}$$

Tada apskaičiuojame optimistę ir pesimistinę srauto prognozę 2025 metams:

$$Q_{opt.} = 1043,4 + 127,9 = 1171,3 \text{ tūkst. t.}$$

$$Q_{pes.} = 1043,4 - 127,9 = 915,5 \text{ tūkst. t.}$$

Remiantis atliktais skaičiavimais ir siekiant gauti platesnį prognozuojamą laikotarpį, didinant  $t$  parametą (5) formulėje gaunama linijinė tiriamosios kompanijos žemės ūkio produkcijos srautų prognozė laikotarpiui iki 2025 metu. Gauti rezultatai pateikiami 5 lentelėje.

5 lentelė. Žemės ūkio produkcijos srauto linijinio prognozavimo rezultatai

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Srautas, tūkst. t.	934,4	956,2	978,0	999,8	1021,6	1043,4

Pagal apskaičiuotus rezultatus sudaromas grafinis duomenų atvaizdavimas, kuris pateikiamas 1 priede.

Tuomet pasinaudoję (4) formule nustatome variacijos koeficientą:

$$\delta = \frac{127,9}{953,9} \approx 0,13 = 13 \%$$

Apskaičiavome, kad variacijos koeficientas yra 13 %. Jeigu variacijos koeficientas mažesnis negu 20 %, teoriškai tai reiškia, kad srautai yra pastovūs. Tačiau iš faktinės statistikos matyti, kad AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautai kai kuriais metais kito netgi iki maždaug 290 tūkst. t.. Tokiam srautų kitimui įtakos turi įvairūs veiksniai - konkurencija tarp krovos kompanijų, nepastovus derlius, kuris labai priklauso nuo kintančių hidrometeorologinių sąlygų, sezoniškumas, naujos krovos technologinės įrangos įsigijimas, darbo organizavimo struktūros pokyčiai ir kiti veiksniai.

Atlikus linijinį srauto prognozavimą matyti, jog AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautas turi tendenciją nežymiai didėti. Per pastaruosius devynerius metus (2011 - 2019 m.) srauto augimas buvo 47 % (nuo 738,2 iki 1087,2 tūkst.t.). Tai galima paaiškinti naujų sandėlių, skirtų žemės ūkio produkcijai statyba, naujų didelės keliamosios galios kranų įsigijimu, grūdų terminalo naujų konvejerių sumontavimu bei pakankamai geru derliumi pastaraisiais metais.

Atkreipus dėmesį į srauto prognozę, matome kad ji yra palengva didėjanti – kiekvienais metais prognozuojamas srauto prieaugis yra 21,8 tūkst. t. Atlikę skaičiavimus nustatėme, kad 2025 metais žemės ūkio produkcijos srautas gali siekti 1043,4 tūkst. t., o prognozuojant optimistiškai – 1171,3 tūkst. t. Prognozuojant pesimistiškai, srautas 2025 būtų 915,5 tūkst. t. Pesimistinė srauto prognozė tikėtina tuo atveju, jeigu pasikartotų pasaulinė ekonominė krizė. Atsižvelgiant į tendenciją, jog pasaulinė ekonominė krizė kartojasi kas 10-12 metų bei pastaruosius įvykius dėl COVID-19 viruso pasaulyje, kuris galimai neigiamai paveiks pasaulinę ekonomiką, galime numanyti, jog pesimistinė srauto prognozė yra tikėtina.

Toliau, pasitelkus metodinėje dalyje aprašytu daugiakriteriniu prognozavimo metodu bei apskaičiuotais linijiniais prognozavimo rezultatais įvertinama tikslesnė žemės ūkio produkcijos srautų prognozė.

Linijinio prognozavimo rezultatai jau aptarti prieš tai ir belieka tik įvertinti daugiakriterinio prognozavimo koeficientą. Remiantis ankstesniais skaičiavimais nustatėme, kad variacijos koeficientas yra 13 %. Priimame, kad toks bus ir ekonominio veiksnio svorio koeficientas, t.y. 0,13, o likusių veiksnių svorio koeficientai nustatomi remiantis ekspertine nuomone:

- Globalinės ekonominės ir politinės situacijos koeficientas – 0,13;
- Šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija – 0,25;
- Transporto sistemos pajėgumai – 0,25;
- Konkurentų veiksmai – 0,25;
- Kiti papildomi veiksniai – 0,12;

Žemės ūkio produktų vežimai paprastai atitinka BVP, prekybos ir transporto tarpusavio santykio taisyklę, t.y. 1 : 2 : 3. Tarkime, kas 10-12 metų įvyksta ekonominės krizės ir bendras šalių BVP neauga 2-3 metus arba patiria recesijos padarinių, todėl, kaip pavyzdį, galima imti situaciją, kad per ateinančius 6 metus pasaulinė ekonomikos situacija kis taip, kaip nurodyta žemiau pateiktoje lentelėje.<sup>28</sup>

6 lentelė. Žemės ūkio produkcijos prognozės dėl bendros visuotinės ekonominės situacijos (F<sub>1</sub>).<sup>29</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Žemės ūkio produktų poreikio prieaugis, %	0,6	2,1	5,1	9,0	13,2	17,7

Šalies ekonominės situacijos santykinis veiksnys svarbus žemės ūkio produktų vežimams, nes tai susiję su šalies eksportu ir importu. Toliau pateikiama lentelė su planuojamais

<sup>28</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>29</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

Klaipėdos uosto užuosčio BVP artimiausiems 6 metams, įvertinant ekonominės krizės padarinius nurodytam užuosčiui.

7 lentelė. Planuojamas užuosčio BVP artimiausiems 6 metams<sup>30</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Užuosčio BVP	0,8	1,8	3,1	3,5	3,7	4,1

Žemės ūkio produkcijos transporto veiksnys, atsižvelgiant į užuosčio BVP situaciją numatytam laikotarpiui pateikiamas 8 lentelėje.

8 lentelė. Žemės ūkio produktų transporto santykinis veiksnys ( $F_2$ )<sup>31</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Žemės ūkio produktų poreikio prieaugis, %	2,4	7,8	17,1	27,6	38,7	51,0

Transporto sistemos plėtros galimybės, kalbant apie žemės ūkio produktus, susijusios su grūdų terminalų, privažiavimų prie terminalų, šalies ir kaimyninių šalių, per kurias planuojama vežti žemės ūkio produktus, plėtra, ir santykinis veiksnys, taikoma konkrečiam uostui arba terminalui. Pastarasis veiksnys gali apimti daugiau elementų, bet dažniausiai jam priskiriami techniniai elementai. Pavyzdžiui, planuojamas grūdų terminalo atnaujinimas ir naujų technologinių linijų įdiegimas, privažiavimai prie jo, plėtojama kelių sistema, taigi santykinio transporto sistemos plėtros veiksnio ( $f_3$ ) preliminarus įvertinimas pateikiamas 9 lentelėje.<sup>32</sup>

9 lentelė. Transporto sistemos santykiniai veiksniai ( $F_3$ ) žemės ūkio produktams<sup>33</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Žemės ūkio produktų vežimo galimybės	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3

Konkurentų veiksmas ir jų plėtros programos visada nukreiptos į tai, kad būtų perimta dalis krovinių. Pavyzdžiui, konkurentų uostuose po 3 metų numatyta įvesti papildomų grūdų krovos pajėgumų, kurie galėtų perimti apie 10 % srautų, po 7 metų perimtų apie 20 % srautų, po 12 metų būtų rekonstruojamas terminalas, dėl to konkurentai turėtų netekti apie 5 % krovinių. Konkurentų poreikio santykinis veiksnys ( $F_4$ ) pateikiamas 10 lentelėje.

<sup>30</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>31</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>32</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>33</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

10 lentelė. Konkurentų poveikio santykinis veiksnys ( $F_4$ )<sup>34</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Konkurentų poveikis	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9

Kiti papildomi veiksniai dažnai yra svarbus, jei šalia yra sunkiai prognozuojamų šaliu, kuriose kartais priimami su rinkos sąlygomis nesuderinami sprendimai, apsunkinantys krovinių, dažna ir tokių kaip žemės ūkio produktai, vežimą. Šie kiti papildomi veiksniai įvertinami žemiau esančioje lentelėje.

11 lentelė. Kitų veiksmų galimos reikšmės ( $F_5$ )<sup>35</sup>

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Kiti veiksniai	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8	1,0

Remiantis šiais pateiktais santykiniais veiksniais ir jų svorio reikšmėmis, pagal (9) formulę apskaičiuoti M koeficientai ir pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. Daugiakriterinio prognozavimo koeficientų reikšmės

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
$K_1 \cdot F_1$	0,1308	0,1327	0,1366	0,1417	0,1472	0,1530
$K_2 \cdot F_2$	0,2560	0,2695	0,2928	0,3190	0,3468	0,3775
$K_3 \cdot F_3$	0,2525	0,2525	0,2525	0,2528	0,2530	0,2533
$K_4 \cdot F_4$	0,2525	0,2525	0,2525	0,2523	0,2523	0,2523
$K_5 \cdot F_5$	0,1212	0,1212	0,1208	0,1210	0,1210	0,1212
M	1,0130	1,0284	1,0552	1,0868	1,1203	1,1573

Pasinaudojus apskaičiuotais daugiakriteriniais koeficientais M ir (8) formule, apskaičiuojami prognozuojami žemės ūkio produkcijos srautai. Rezultatai pateikiami 13 lentelėje.

13 lentelė. Daugiakriteriniai srauto prognozavimo rezultatai

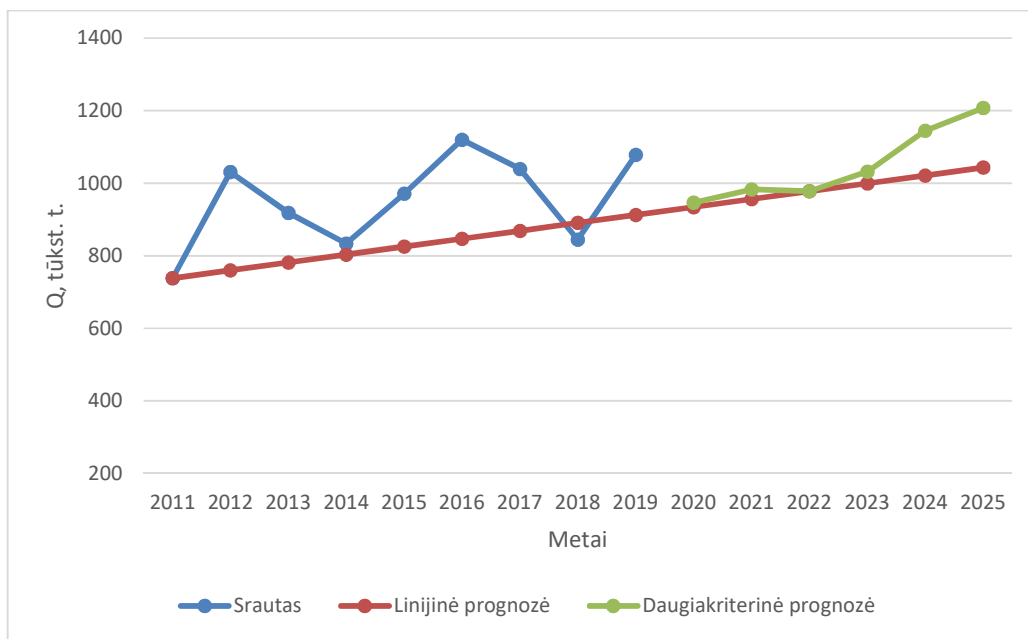
Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Srautas, tūkst. t.	946,5	983,4	978,0	1032,0	1144,5	1207,5

Pagal apskaičiuotus rezultatus sudaromas grafinis duomenų atvaizdavimas, kuris pateikiamas 2 priede.

<sup>34</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

<sup>35</sup> Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda, 2011.

Iš apskaičiuoto rezultato galime matyti, kaip daugiakriterinio prognozavimo metodu buvo gautas detalesnis, nei linijiniu metodu, prognozuojamas AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautas iki pat 2025 metų. Pasitelkus turimus žemės ūkio produktų krovos statistinius duomenis bei apskaičiuotus prognozuojamus dydžius, bendra grafinė išraiška atvaizduojama 7 paveiksle.



7 pav. Žemės ūkio produkcijos srauto statistinių duomenų ir prognozuojamų dydžių grafinė išraiška

Daugiakriterinis metodas leidžia labiau detalizuoti prognozavimą, tačiau kriterijų reikšmių bei jų svorio koeficientų nustatymas kelia papildomus klausimus dėl jų tikslumo. Taigi priimant, kad šie kriterijai buvo įvertinti teisingai remiantis ekspertine nuomone, galime teigti, kad daugiakriterinės analizės metodas tiriamosios įmonės žemės ūkio produkcijos srautui leido nustatyti tikslesnę prognozuojamą srautą, kuris kasmet turėtų augti. Atsižvelgiant į tokią srauto prognozę, būtina užtikrinti pakankamą terminalų pajėgumą bei nuolat ieškoti būdų krovos efektyvumui gerinti.

#### 4.2 Žemės ūkio produkcijos srauto vežimo intensyvumo skaičiavimai

Šiame poskyryje bus skaičiuojama AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų srauto vežimo intensyvumas. Skaičiavimus atliksime pasinaudodami 3.2 poskyryje pateiktomis formulėmis. Norint apskaičiuoti srauto vežimo intensyvumą, visų pirma turėsime atlikti vežimo tikimybių skaičiavimus. Vežimo sąlygų palankią tikimybę apskaičiuosime pasinaudoję (12) formule:

$$P_1 = \left(1 - \frac{10}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{15}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{3}{305}\right) = 0,9106;$$

Transporto priemonių, vežančių krovinius, nepalanki tikimybė skaičiuojama pagal (13) formulę:

$$P_2 = \left(1 - \frac{3}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{0,15}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{3}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{3}{305}\right) = 0,9704;$$

Priimant, kad laivo gedimo tikimybė yra 1 % nuo bendro laivo darbo laiko, avarijų tikimybė – 0,0005 % taip pat nuo bendro laivo darbo laiko, techninei profilaktikai reikia 3 dienų viso plaukiojimo metu, kitų darbų vidutinis sutrukdymo periodas yra 1 % nuo viso laivo darbo laiko.<sup>36</sup>

Terminalų darbo palankią tikimybę apskaičiuosime pasinaudodami (14) formule:

$$P_3 = \left(1 - \frac{18}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{6}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{3}{305}\right) \cdot \left(1 - \frac{8}{305}\right) = 0,8895;$$

Terminalo darbo palanki tikimybė, priimant, kad nedarbo dienų skaičius viso navigacijos periodo metu yra 18 dienų (nepilnos pamainos, išėiginės), terminalo įrangos gedimo tikimybė, kai terminalo darbas navigacijos metu yra apribotas – 6 dienos ir švenčių 3 dienos, terminalo sustabdymo laikas dėl meteorologinių sąlygų bus 8 dienos.

Nepalankios tikimybės gali būti apskaičiuotos pagal atskiras formules, tačiau mes pritaikysime metodiniuose nurodymuose pateiktus duomenis.

Vežimo sąlygų palanki tikimybė skaičiuojama remiantis šiais veiksniais<sup>37</sup>:

- vidutinis navigacijos periodas – 305 dienos, bet kartais, remiantis statistiniais duomenimis, šis periodas sutrumpėja 10 dienų;
- navigacijos periodu audrų tikimybė, remiantis ilgalaikiais hidrometeorologijos stebėjimais, yra 15 dienų, kai į paskirties uostą plaukiantys laivai privalo štormuotis;
- kitos sąlygos trukdančios laivybai, yra navigacinių ženklų tvarkymas, kuris užima vidutiniškai 3 dienas ir atliekamas prieš navigacijos periodą.

Tuomet, pagal (9) formulę, galime apskaičiuoti vežimų palankią tikimybę:

$$P_{vež.} = 0,9106 \cdot 0,9704 \cdot 0,8895 = 0,7860;$$

<sup>36</sup> Paulauskas, V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda, 2002.

<sup>37</sup> Paulauskas, V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda, 2002.

Naudodamiesi (15) formule, galime apskaičiuoti žemės ūkio produkcijos srauto vežimų palankią tikimybę (koreliacijos koeficientą  $\rho'$  priimsime 0,85, kadangi srautui išvežti bus naudojamas minimalus laivų skaičius):

$$P'_{\text{vež.}} = \frac{0,7860}{0,85} = 0,9247;$$

Tada skaičiuojame srauto vežimo intensyvumą, pagal (16) formulę:

$$I = \frac{1}{0,9247} = 1,0814;$$

Nustatę vežimo intensyvumą ir laikydami, kad 2025 metais AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijos srautas bus 1207,5 tūkst. t. (pasinaudosime prieš tai atliktuose prognozavimo skaičiavimuose nustatyta realia daugiakriterinio srauto prognoze, kadangi ji apima daugiau veiksnių ir yra labiau tikėtina, negu linijiniu būdu apskaičiuota prognozė), o optimaliausia laivų keliamoji galia 50000 tonų, pasinaudoję (17) formule galime nustatyti minimalų laivų skaičių, kurie atliks vieną reisą:

$$N_L = \frac{1207500}{50000} \cdot 1,0814 = 26,11 \approx 26 \text{ laivai};$$

Taip pat, pagal (18) formulę, skaičiuojame būtiną minimalų terminalų įrangos pajėgumą per parą:

$$Q_{tr} = \frac{1207500}{305 \cdot 0,9106 \cdot 0,8895} = 4888 \text{ t/parą.}$$

Atlikę skaičiavimus ir įvertinę visas aplinkybes nustatėme, kad srauto vežimo intensyvumas yra 1,0814. Tuomet apskaičiavome, kad AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produkcijai išvežti reikės mažiausiai 26 laivų, kurie atliks vieną reisą, o būtinas terminalo įrangos pajėgumas turi būti bent 4888 tonos/parą. Atsižvelgdami į duomenis, pateiktus 1 lentelėje, matome, kad vien tik Grūdų terminalo pajėgumas (2 mln. t. per metus) yra pakankamas susidoroti su prognozuojamu srautu. Žinant, kad dalis laivų grūdais yra kraunama per Krovos terminalą, kurio metinis pajėgumas yra 7,5 mln. t., galime teigti, kad tiriamosios įmonės turimas techninis įrangos pajėgumas yra pakankamas prognozuojamam žemės ūkio produkcijos srautui krauti 2025 metais.

### 4.3 Laivų ir birių žemės ūkio produktų terminalų parametrų ryšio skaičiavimai

Šiame poskyryje atliksime skaičiavimus ir nustatysime, koks yra ryšys tarp AB „Jūrinių krovinių kompanija“ Grūdų ir Krovos terminalų ir atplaukiančių laivų parametrų. Pasinaudodami 3.3 poskyryje aprašyta metodika, apskaičiuosime bendrą atplaukiančių laivų skaičių, reikiamą technikos kiekį krovos darbas atlikti bei laivų pakrovimo laiką terminale. Taip pat įvertinsime, kiek parų užtruktų pakrauti visą prognozuojamą žemės ūkio produkcijos srautą.

Naudodamiesi (19) formule ir priimdami, kad optimali laivo krovininė talpa yra 50 tūkst. t., apskaičiuojame bendrą atplaukiančių laivų skaičių:

$$n_L \approx \frac{1207500}{50000} \cdot 0,9 = 21,74 \approx 22 \text{ laivai};$$

Tuomet, pagal (20) formulę, skaičiuojame minimalų reikiamą technikos našumą krovos darbams atlikti:

$$q_p = \frac{1207500}{365 \cdot 1 \cdot 0,5} = 6616 \text{ t/parą};$$

Atkreipę dėmesį į 1 lentelę bei 2.3 poskyryje aprašyta krovos technologiją, galime matyti, kad vidutinis vieno terminalo krovos našumas yra pakankamas. Vien AB „Jūrinių krovinių kompanija“ Grūdų terminalo krovos našumas yra 900 t/h ( $1200\text{m}^3$  į laivą per valandą, priimant, kad  $1\text{m}^3$  žemės ūkio produkcijos tankis yra apie  $0,75 \text{ t/m}^3$ ), o metinis terminalo našumas – 2,0 mln. t.

Laivų pakrovimo laiką terminale, jei būtų kraunama tik apskaičiuotu minimaliu reikiamu krovos įrangos pajėgumu, skaičiuosime pagal (21) formulę:

$$T_L = \frac{50000}{6616} \cdot 0,9 \approx 7 \text{ paros};$$

Tuomet, laivų kiekis, kuris gali būti pakrautas per metus, įvertinus vietą vienam laivui prie krantinės, bus apskaičiuojamas pasinaudojus (22) formule:

$$n'_i = \frac{365}{7} \cdot 0,85 \approx 44 \text{ laivai};$$

Nustatę laivų pakrovimo laiką terminale ir bendrą atplaukiančių laivų skaičių, naudodamiesi (23) formule galime apskaičiuoti bendrą laivų krovimo laiką, būtiną planuojamam krovinių kiekiui perkrauti terminale:

$$\sum T_L = 7 \cdot 22 = 154 \text{ paras.}$$

Taigi, 2025 metais AB „Jūrinių krovinių kompanija“ esant planuojamam 1207,5 tūkst. t. srautui, naudojant apskaičiuotą minimalų reikiamą 6616 t/parą našumą ir optimaliausią 50000 tūkst. t. keliamosios galios laivą, jį pakrauti užtruktų apie 7 paras. O per metus atplaukus 22 tokiems laivams, viso prognozuojamo srauto pakrovimui reikėtų 154 parų. Norint gauti realistiškesnius rezultatus, reikėtų naudoti faktinį krovos įrangos našumą ir tiksliau įvertintų koeficientų. Faktiškai įmonėje grūdų krova vyksta daug didesniu pajėgumu, nes laivą krauti 7 paras ne visada yra optimalu ir ekonomiškai naudinga. Krova Grūdų terminale vykdoma apie 900 t/val. našumu ir optimalios keliamosios galios laivas, nesant išorinių trikdžių (įrangos gedimai, nepalankios oro sąlygos ir kt.) yra pakraunamas per 3-4 paras.

#### **4.4 Birių žemės ūkio produktų terminalo krantinių pralaidumo skaičiavimai**

Šiame poskyryje atliksime birių žemės ūkio produktų terminalo krantinių pralaidumo skaičiavimus. Atkreipsime dėmesį į atplaukiančių laivų keliamąją galią ir krantinės užimtumo laiką vykdant stividorines operacijas. Kadangi AB „Jūrinių krovinių kompanija“ yra 2 terminalai, kuriuose vyksta žemės ūkio produktų krova, kiekvieno krantinės pralaidumą skaičiuosime atskirai. Atlikdami skaičiavimus remsimės 3.4 poskyryje pateiktomis formulėmis.

Visų pirma, iš 1 lentelės bei 2.3 poskyrio paimame terminalų krovos pajėgumus.

Grūdų terminalo krovos valandinė norma (atkreipiame dėmesį, kad bunkerinių svarstyklių maksimalus pralaidumas yra 900 t/val.):

$$M_{1(Grūdų)} = 900 \text{ t/h};$$

Krovos terminalo gamybinė laivo pakrovimo valandinė norma (priimant, kad Panamax tipo laivas dažniausiai kraunamas iš karto trimis portaliniais kranais, kurių kiekvieno paros našumas yra apie 1500 t.):

$$M_{1(Krovos)} = 4500 \text{ t/parą} \approx 187,5 \text{ t/h};$$

Turėdami  $M_1$  reikšmes, pagal (25) formulę galime apskaičiuoti krantinių užimtumo laiką. Grūdų terminalo krantinės užimtumo laikas:

$$t_{1(Grūdų)} = \frac{50000 \cdot 0,9}{900} = 50 \text{ h};$$

Krovos terminalo krantinės užimtumo laikas:

$$t_{1(Krovos)} = \frac{50000 \cdot 0,9}{187,5} = 240 \text{ h};$$

Tačiau, prie krantinių krovai švartuojasi įvairių dydžių laivai. Reikia į tai atsižvelgti ir apskaičiuoti krantinių užimtumo laiką esant skirtingoms laivų krovininėms talpoms. Skaičiavimus atliksime analogiškai ir gautus rezultatus pateiksime 14 lentelėje:

14 lentelė. Krantinių užimtumo laikai

Laivo keliamoji galia, t.	10000	20000	30000	40000	50000	60000
$t_{1(Grūdų)}$ , val.	10	20	30	40	50	60
$t_{1(Krovos)}$ , val.	48	96	144	192	240	288

Tuomet, pasinaudodami 14 lentelėje pateiktais duomenimis, pagal (24) formulę apskaičiuojame mėnesinius krantinių pralaidumus.

Grūdų terminalo krantinės pralaidumas:

$$Q_{mėn(Grūdų)} = \frac{720 \cdot 50000 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,75}{50 + 12} = 313\,548 \text{ t};$$

Krovos terminalo krantinės pralaidumas:

$$Q_{mėn(Krovos)} = \frac{720 \cdot 50000 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,75}{240 + 12} = 77\,143 \text{ t};$$

Atlikdami analogiškus skaičiavimus, apskaičiuojame krantinių pralaidumus atsižvelgdami į skirtingą laivų keliamąją galią ir krantinių užimtumo laikus. Duomenis surašome į 15 lentelę.

15 lentelė. Krantinių mėnesiniai pralaidumai

Laivo keliamoji galia, t.	10000	20000	30000	40000	50000	60000
$Q_{m\acute{e}n(Gr\ddot{u}d\ddot{u})}$ , t.	62 710	125 419	188 129	250 839	313 548	376 285
$Q_{m\acute{e}n(Krovos)}$ , t.	15 429	30 857	46 286	61 714	77 143	92 571

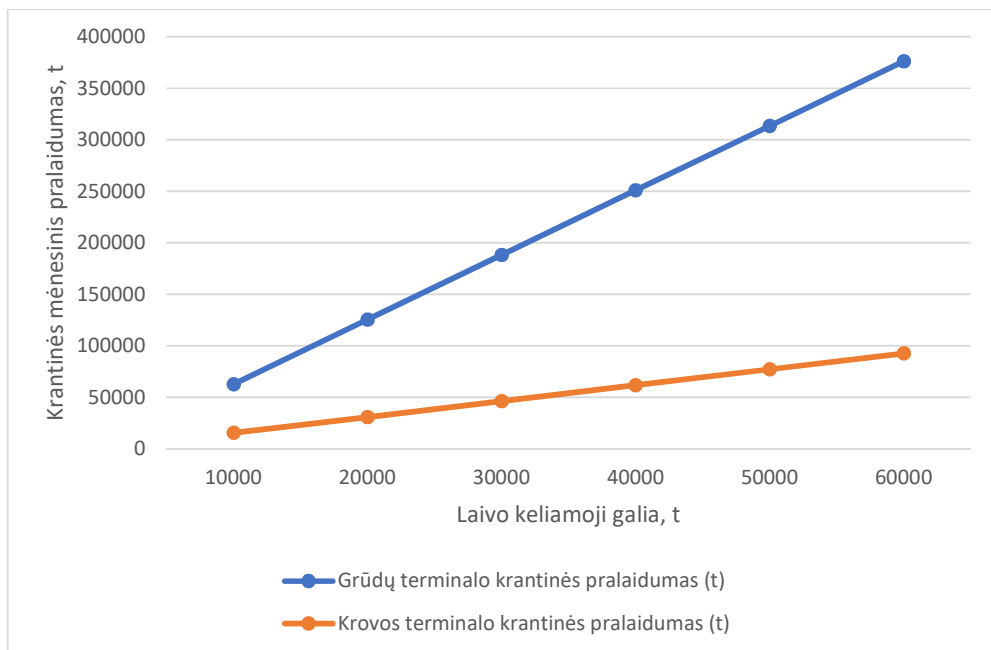
Norėdami sužinoti bendrą abiejų AB „Jūrinių krovinių kompanija“ krantinių pralaidumą, naudojant optimalios keliamosios galios laivus (50000 t.), susumuojame abiejų krantinių mėnesinį pralaidumą ir dauginame iš skaičiavimo paklaidos, kurią priimame 0,8:

$$Q_{m\acute{e}n} = (Q_{m\acute{e}n(Gr\ddot{u}d\ddot{u})} + Q_{m\acute{e}n(Krovos)}) \cdot 0,8 = (313548 + 77143) \cdot 0,8 = 312\,553\,t;$$

Norėdami sužinoti metinį krantinių pralaidumą, suminį mėnesinį krantinių pralaidumą padauginsime iš 12 mėnesių:

$$Q_{m\acute{e}n} = Q_{m\acute{e}n} \cdot 12 = 312553 \cdot 12 = 3\,750\,636\,t;$$

Apskaičiavus mėnesinius krantinių pralaidumus, gauti rezultatai grafiškai atvaizduojami 8 paveiksle.



8 pav. Mėnesinio krantinių pralaidumo priklausomybė nuo laivo keliamosios galios

Būtinai minimalus krantinių skaičius terminale gali būti apskaičiuotas pasinaudojant (26) formulę:

$$n = 100625/312553 = 0,32 \approx 1 \text{ krantinė};$$

$$\sum Q_{(m\acute{e}n.)} = 1207500/12 = 100\ 625 \text{ t.}$$

Atlikę skaičiavimus galime daryti išvadą, kad prognozuojamam žemės ūkio produkcijos srautui išvežti, atsižvelgiant į apskaičiuotą terminalo krantinių pralaidumą, užtenka 1 krantinės. Iš 1 lentelės matome, kad AB „Jūrinių krovinių kompanija“ Grūdų terminalas turi 1 krantinę, o Krovos terminalas turi 13 krantinių (grūdams krauti yra naudojamos 6 krantinės, atsižvelgiant į šių užimtumą). Taip pat nustatytas krantinių pralaidumas yra daugiau negu tris kartus didesnis nei prognozuojamas birių žemės ūkio produktų srautas 2025 metais. Taigi, galime teigti, kad šiuo metu turimos krantinės yra visiškai pakankamos prognozuojamam krovinių srautui ir naujų krantinių statyba nėra reikalinga.

#### 4.5 Žemės ūkio produkcijos reikiamo sandėlių talpumo skaičiavimai

Šiame poskyryje bus skaičiuojamas AB „Jūrinių krovinių kompanija“ prognozuojamai žemės ūkio produkcijai sandėliuoti reikalingas sandėlių bei silosų talpumas. Skaičiavimus atliksime naudodamiesi 3.5 poskyryje pateiktomis formulėmis. Analizuojant krovinių srautus, aktualu žinoti, ar esant prognozuojamam srautui, bus pakankamas turimas sandėlių talpumas, ar nėra būtinas naujų sandėliavimo plotų įrengimas.

Visų pirma, naudodamiesi (28) formule, apskaičiuojame krovinių kiekį, laikytą sandėlyje:

$$Q_{(sand.)} = 1207500 \cdot 0,85 = 1\ 026\ 375 \text{ t};$$

$k_{(sand.)}$  priimame 0,85, kadangi apie 15% produkcijos nepatenka į sandėlius, nes yra kraunama tiesiai į laivus.

Tuomet, pagal (27) formulę, galime apskaičiuoti reikiamą sandėlio talpumą:

$$E_{(sand.)} = 1026375 \cdot 45 \cdot 0,8/305 = 121\ 146 \text{ t.}$$

$t_{(s)}$  priimame 45 paros, kadangi, atsižvelgiant į ekspertinę nuomonę, toks yra vidutinis birių žemės ūkio produktų saugojimo laikas sandėlyje;

$k_{(e)}$  daugiausiai priimamas 0,7 - 0,9. Kadangi šis koeficientas didelės įtakos rezultatui neturi, priimsime vidutinę jo reikšmę 0,8.

$T$  priimame 305 paras.

Atlikę skaičiavimus galime matyti, kad AB „Jūrinių krovinių kompanija“ bendras abiejų terminalų sandėlių bei silosų talpumas (Grūdų terminalas 94000 t, Krovos terminalas 58300 m<sup>3</sup>) yra pakankamas prognozuojamam 2025 metų žemės ūkio produkcijos srautui sandėliuoti. Galime daryti išvadą, kad esamas sandėliavimo pajėgumas pakankamas. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad Krovos terminale didžiąją dalį sandėlių ploto užima kitos rūšies kroviniai, būtina nuolat stebėti esamus, bei prognozuoti būsimus krovinių srautus, norint užtikrinti pakankamą sandėliavimo pajėgumą bei nenutrūkstamą bei efektyvią krova.

## IŠVADOS

Atlikus žemės ūkio produkcijos krovos efektyvumo tyrimus nustatėme, kad tiriamosios įmonės infrastruktūra, technologinis pajėgumas bei sandėlių ir silosų bendras talpumas yra pakankami 2025-iems metams prognozuojamam žemės ūkio produktų srautui krauti. Žemiau pateikiamos apibendrintos šio darbo uždavinių išvados:

1. Kiekvienais metais AB „Jūrinių krovinių kompanija“ krovinių srautai išlieka stabilūs - 12-13 mln. t. Viena stabiliausių krovinių rūšių – žemės ūkio produkcija, kuri nors ir nežymiai, tačiau yra didėjanti. Linijiniu metodu apskaičiuota žemės ūkio produkcijos srauto prognozė rodo, kad 2025 metais birių žemės ūkio produktų srautas didės iki 1043,4 tūkst. t. Daugiakriteriniu metodu apskaičiuota žemės ūkio produkcijos srauto prognozė parodė, kad 2025 metais srauto didėjimo galima tikėtis iki 1207,5 tūkst. t. Tokie rezultatai rodo, kad įmonė ateityje gali tikėtis šių krovinių srauto augimo ir todėl turi užtikrinti pakankamą terminalų pajėgumą.
2. Nustatyta, kad žemės ūkio produkcijos srauto vežimo intensyvumas yra 1,0814. Minimalus laivų, kurie atliks vieną reisą, skaičius yra 26 laivai, o minimalus terminalų įrangos paros pajėgumas turi būti 4888 t/parą. Vien specializuoto Grūdų terminalo faktinis paros našumas yra apie 20 tūkst. tonų, todėl galima teigti, kad tiriamosios įmonės krovos įrangos našumas yra pakankamas prognozuojamam srautui.
3. Remiantis apskaičiuota žemės ūkio produkcijos srauto prognoze 2025-iems metams nustatyta, kad bendras optimalios keliamosios galios atplaukiančių laivų skaičius bus 22 laivai, o minimalus reikiamas krovos įrangos našumas šiems laivams pakrauti yra 6616 t/parą. Vieno tokio laivo krova, esant minimaliam krovos įrangos našumui, užtruktų 7 paras, o visų 22 laivų – 154 paras. Tai reiškia, kad AB „Jūrinių krovinių kompanija“ yra pajėgi per nepilnus metus pakrauti prognozuojamą žemės ūkio produkcijos srautą. Taip pat nustatyti krantinių užimtumo laikai ir mėnesiniai pralaidumai. Bendras metinis abiejų terminalų krantinių pralaidumas yra 3750,6 tūkst. t. - daugiau nei tris kartus didesnis, negu prognozuojamas žemės ūkio produkcijos srautas 2025 metais. Galima teigti, kad šiuo metu eksploatuojamos krantinės yra visiškai pakankamos žemės ūkio produkcijai krauti.
4. Nustatyta, kad prognozuojamam žemės ūkio produkcijos srautui sandėliuoti reikiamas sandėlių talpumas yra 121,1 tūkst. t. AB „Jūrinių krovinių kompanija“ specializuoto Grūdų terminalo ir Krovos terminalo bendras sandėlių talpumas yra 137,7 tūkst. t., todėl galima teigti, kad poreikio naujų sandėlių statybai kol kas nėra.

Atlikus visus skaičiavimus ir įvertinus terminalų pajėgumą, nustatyta, kad visais aspektais tiriamosios įmonės esama technologinė įranga bei superstruktūros ir infrastruktūros elementai yra pakankami prognozuojamam žemės ūkio produkcijos srautui. Tačiau išanalizavus techninius bei organizacinius veiksnius, lemiančius nepakankamai efektyvią žemės ūkio produkcijos krovą, rekomenduojama krovos efektyvumą gerinti sistemingai investuojant į terminalų infrastruktūros bei superstruktūros elementus. Pirmiausia turėtų būti šalinami krovos sistemos „butelio kakliukai“ – pakeistas senas, „Panamax“ tipo laivų krovai nepritaikytas, mobilus krautuvas bei riboto pralaidumo bunkerinės svarstyklės. Taip pat reikėtų atsisakyti senų portalinių kranų, periodiškai juos pakeičiant naujais ir moderniais uosto kranais, modernizuoti plokščiadugnių silosų sraigtinius konvejerius. Tokios investicijos išspręstų krovos sistemų atskirų segmentų našumo suderinamumą ir leistų pasiekti didesnę krovos efektyvumą. Taip pat galimi mažiau investicijų reikalaujantys organizaciniai sprendimai, tokie kaip bendro kompromiso ieškojimas su AB „Lietuvos geležinkeliais“ siekiant spartesnio vagonų pastatymo ir ištraukimo, darbuotojų mokymai, kvalifikacijos kėlimas, motyvacinės sistemos, siekiant mažesnės darbuotojų kaitos bei dar aukštesnio profesionalumo.

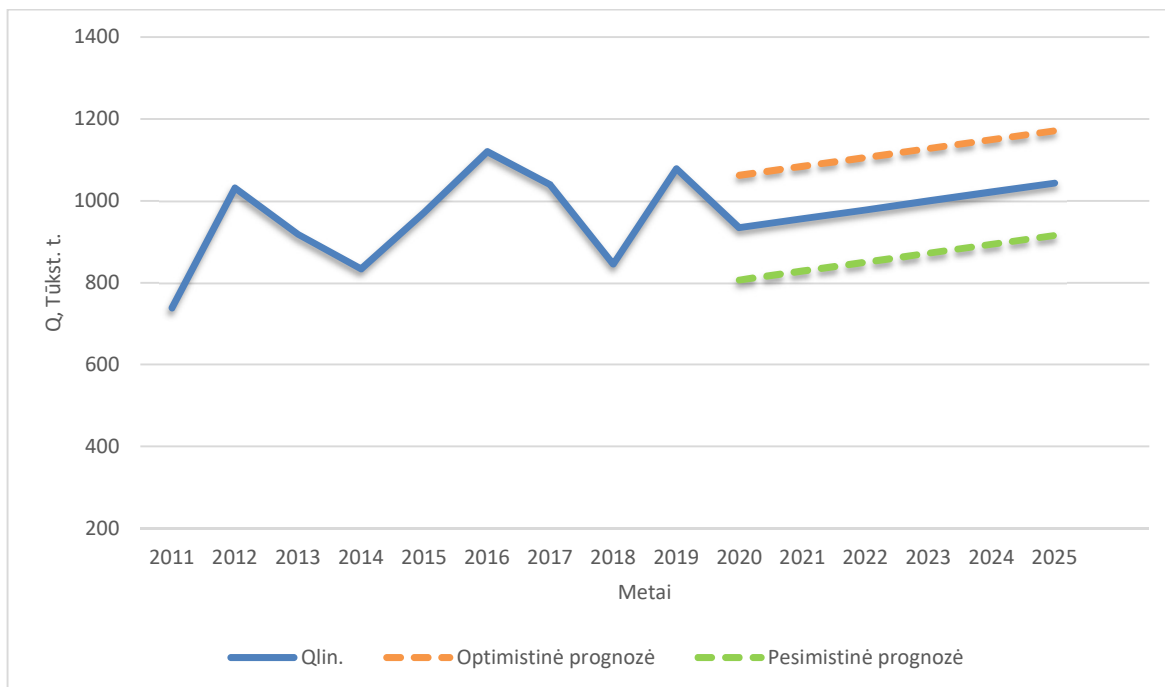
## LITERATŪRA

1. Baublys, A. Krovinių vežimai. Vilnius: Technika, 2002. 432 p.
2. Baublys, A., Petrauskas, B. Transporto terminalai. Vilnius: Technika, 2002. 286 p.
3. Bugaric, U., Petrovic, D. Increasing the capacity of terminal for bulk cargo unloading. Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, 2007. 1366 – 1381 p.
4. House, D.J. Cargo Work: For Maritime Operations. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. 323 p.
5. Juodeikienė, G., Bašinskienė, L. ir Repeškieienė, A. Grūdų cheminės sudėties ir technologinių savybių nustatymas. Technologija, 2014. 380 p.
6. Leila, L. Goedhals-Gerber. Predicting the throughput of grain products at the multipurpose terminal at the Port of Cape Town. Journal of Transport and Supply Chain Management, 2016. 9 p.
7. Meidutė, I. Ir Vasiliauskas, A. V. Sandėliavimo logistika. Vilnius: Firidas, 2007. 80 p.
8. Minalga, R. Krovinių transporto sistema. Kaunas: Kauno kolegijos leidybos centras, 2007. 2013 p.
9. Paulauskas, V. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2001. 256 p.
10. Paulauskas, V. Logistika. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2007. 256 p.
11. Paulauskas, V. Optimalaus laivo parinkimas linijinėje laivyboje. Klaipėda: Klaipėdos Universiteto leidykla, 2000. 59 p.
12. Paulauskas, V. Optimalus uostas. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2011. 319 p.
13. Paulauskas, V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2002. 32 p.
14. Paulauskas, V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2004. 383 p.
15. Raila, A., Novošinskas, H., Zvicevičius, E. Žemės ūkio technologinis transportas. Kaunas: ASU leidybos centras, 2012. 116 p.
16. Spruogis, B. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai. Vilnius: Technika, 2012. 81 p.
17. Thorensen, C. A. Port designer's handbook: recommendations and guidelines. London: Thomas Telford Publishing, 2003.
18. Tongzon, J. L. Determinants of Port Performance and Efficiency. Transportation Research A, Vol. 29, No. 3, 1995.
19. Tsinker, G. P. Marine Structures Engineering: Specialized Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, 1995.
20. Tsinker, G. P. Port engineering: planning, construction, maintenance and security. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

21. Uyar, K., Ilhan, U., Ilhan, A. Long Term Dry Cargo Freight Forecasting by Using Recurrent Fuzzy Neural Networks. *Procedia Computer Science*, Volume 102, 2016. 642 – 647 p.
22. Vianen, T., Ottjes, J., Lodewijks, G. Simulation – based determination of the required stockyard size for dry bulk terminals. Faculty of Mechanical, Delf University of Technology, Delf, Netherlands, 2013. 119 – 128 p.
23. Пунков, С.П., Стародубцева, А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. Агропромиздат, 1990. 367 p.
24. <<http://www.portofklaipeda.lt/>>.
25. <<http://www.klasco.lt/lt/terminalai>>.
26. <<http://www.rapsai.lt/rinkos-naujienos/ekskursija-klaipedos-uosto-grudu-terminale/>>.
27. <<http://www.uostas.info/uostas.html>>.
28. <<https://rekvizitai.vz.lt/>>.
29. <<https://www.portofklaipeda.lt/>>.
30. <<https://www.vz.lt/transportas-logistika/2020/01/06/klaipedos-uosto-krova-2019-m-beveik-islaike-uzpernyksti-lygi>>.

## PRIEDAI

1 priedas. Linijinė AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų prognozė 2025 metams



2 priedas. Daugiakriterinė AB „Jūrinių krovinių kompanija“ žemės ūkio produktų prognozė 2025 metams

