

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS**  
**JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS**  
**JŪRŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

Giedrius Braziulis

**NAFTOS TERMINALO KROVOS POTENCIALO**  
**TYRIMAI**

Laivybos ir uostų inžinerijos magistratūros studijų programos  
baigiamasis darbas

Klaipėda, 2020

# MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO LYDRAŠTIS

**Giedrius Braziulis**

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

**Naftos terminalo krovos potencialo 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.**

..... **Giedrius Braziulis**.....

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

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

..... **Giedrius Braziulis**.....

(magistro darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

**Magistro baigiamąjį darbą ginti**.....

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas.....

(magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje Nr. 61JG-M-BD-JI-03

.....  
(data)

**Aušra Gricė**.....

(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

**Magistro baigiamąjį darbą ginti**.....

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

..... (data )

prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas.....

(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

**Recenzentu(-ais) skiriu**

doc. dr. Mindaugas Česnauskis

dr. Nadežda Lazareva

(įrašyti recenzento(ų) vardą, pavardę)

.....  
(data )

doc. dr. Birutė Plačienė.....

(programų vadovas vardas, pavardė ir parašas)

## SANTRAUKA

Braziulis, G. Naftos terminalo krovos potencialo tyrimai. Laivybos ir uostų inžinerijos magistratūros studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovas Prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas, Klaipėdos universitetas: Klaipėda, 2020. Darbo apimtis 77 p. *Raktažodžiai: Naftos produktų terminalas, krovos potencialas, skystųjų produktų krova.*

Šiame darbe apžvelgta naftos industrijos tiekimo grandinė ir naftos produktų krovos terminalo vieta joje. Išskiriami svarbiausi naftos terminalo infrastruktūros elementai, pagrindinės priežastys turinčios įtakos konkurencingumui. Taip pat atliekamas AB „Klaipėdos nafta“ veiklos tyrimas. Analizuojami svarbiausi AB „Klaipėdos nafta“ naftos krovos grandinės elementai, krantinių ir estakadų charakteristikos, produktų sandėliavimo galimybės, pagrindinės krovos schemas, naftos produktų krovimo technologijos bei krovos dinamika.

Pagrindinis darbo tikslas – ištirti naftos tiekimo grandinės dalies – naftos produktų terminalo, krovos potencialą, bei jį labiausiai įtakojančius veiksniai. Tuo tikslu tyrime panaudojami autoriaus sudaryta naftos produktų krovos potencialo vertinimo metodologiniai pagrindai. Atskirai vertinama krova terminalo estakadose, jos dinamika analizuojamais metais. Išskiriamos pagrindinės maksimalias galimybes įtakojančios priežastys bei nustatomas krovos potencialas. Remiantis krovos krantinėse tyrimu pasirenkamas optimalus laivų atvykimo grafikas, galimas pakrauti naftos produktų kiekis. Sandėliavimo galimybių tyrimo metu parenkamos optimalios naftos produktų partijos. Visos šios dalys suderinamos nustatant bendrą naftos produktų terminalo krovos potencialą bei esamą jo įgyvendinimo lygį. Tyrime naudojami naujausi tuo metu prieinami ir konfidencialumo sutarčių nepažeidžiantys duomenys.

## SUMMARY

Braziulis, G. Research into Oil Terminal Loading Potential. Thesis of the Master's study program in Shipping and Port Engineering. Supervisor Prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas, Klaipeda University: Klaipeda, 2020. Thesis consists of: 77 p. *Keywords: Oil product terminal, loading potential, liquid product handling.*

This paper reviews the supply chain of the oil industry and the location of the oil product handling terminal in it. The most important elements of the oil terminal infrastructure and the main reasons affecting competitiveness are singled out. A study of the activities of SCS “Klaipėdos Nafta” is also being carried out. The most important elements of SCS “Klaipėdos Nafta” oil terminal, characteristics of quays and overpasses, product storage possibilities, main loading schemes, oil product loading technologies and loading dynamics are analyzed.

The main goal of this thesis is to study part of the oil supply chain – the oil product terminal, its product handling potential, and the factors most influencing it. For this purpose, the research uses the author's created methodology for assessing the handling potential of oil products. Cargo handling on terminal overpasses and its dynamics in the analyzed years are evaluated separately. The main reasons influencing the maximum possibilities are singled out and the loading potential is determined. Based on the study of loading berths, the optimal schedule of arrival of ships is selected and the amount of oil products that can be loaded is determined. The optimal batches of oil products are selected during the storage feasibility study. All these parts are coordinated by determining the total handling potential of the oil product terminal and the current level of its implementation. The study uses the most recent data available at the time that does not violate confidentiality agreements.

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

<b>1 lentelė.</b> Talpyklų tipai .....	15
<b>2 lentelė.</b> AB „Klaipėdos nafta“ terminalo kompleksas .....	23
<b>3 lentelė.</b> Didžiausią krovą Klaipėdos uoste atliekančios krantinės .....	23
<b>4 lentelė.</b> Bendro krovos laiko estakadoje dedamųjų optimizavimo galimybės .....	54
<b>5 lentelė.</b> Laisvai pakraunamo naftos produktų kiekio panaudojimas partijų formavimui .....	67
<b>6 lentelė.</b> Partijų kaupimo laikai ir galima metinė krova pagal vidutines procesų trukmes .....	69
<b>7 lentelė.</b> Partijų kaupimo laikai ir galima metinė krova optimizavus procesus .....	71

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<b>1 pav.</b> Naftos tiekimo grandinė.....	12
<b>2 pav.</b> Naftos terminalų elementai.....	14
<b>3 pav.</b> Techninių veiksnių įtaka naftos produktų krovos įmonei.....	15
<b>4 pav.</b> Naftos terminalų konkurencingumą apsprendžiantys svarbiausi faktoriai.....	16
<b>5 pav.</b> Pagrindiniai KN naftos krovos terminalo klientai ir konkurentai.....	19
<b>6 pav.</b> Naftos produktų krova Rytų Baltijos uostuose.....	20
<b>7 pav.</b> Naftos produktų krova Klaipėdos naftos terminale.....	21
<b>8 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ vykdoma veikla.....	22
<b>9 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo pagrindinės vykdomos krovos schemas.....	22
<b>10 pav.</b> Tarpinės geležinkelio stotys aptarnaujančios Klaipėdos terminalus.....	24
<b>11 pav.</b> Vagonų nuvarymo į laisvą Pauosčio kelyno kelią schema.....	24
<b>12 pav.</b> Naftos produktų talpyklos terminale.....	26
<b>13 pav.</b> Naftos terminalo krovos potencialo tyrimo pagrindiniai aspektai.....	28
<b>14 pav.</b> Naftos produktų kiekio ir išpiltų cisternų skaičiaus pasiskirstymas 2018 m.....	38
<b>15 pav.</b> Metinis estakadų užimtumas 2018 metais.....	39
<b>16 pav.</b> Metinis estakadų užimtumas ir neišnaudoti pajėgumai 2018 metais.....	40
<b>17 pav.</b> Pirminis naftos terminalo krovos potencialo palyginimas.....	41
<b>18 pav.</b> Šviesių naftos produktų išpylimo schema.....	42
<b>19 pav.</b> Benzino išpylimo 4 estakadoje laikų pasiskirstymas.....	43
<b>20 pav.</b> Benzino išpylimo laikų pasiskirstymas po duomenų apdorojimo.....	43
<b>21 pav.</b> Benzino išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis.....	45
<b>22 pav.</b> Apdorotų benzino išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis.....	45
<b>23 pav.</b> Benzino išpylimo laikų pasiskirstymo pagal įtakojančias priežastis palyginimas.....	46
<b>24 pav.</b> Mazuto išpylimo 3 estakadoje laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis.....	48
<b>25 pav.</b> Apdorotų mazuto išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis.....	48
<b>26 pav.</b> Mazuto išpylimo laikų pasiskirstymo pagal įtakojančias priežastis palyginimas.....	49
<b>27 pav.</b> Tamsių naftos produktų išpylimo naudojant cirkuliacinį režimą schema.....	51
<b>28 pav.</b> Tamsių naftos produktų išpylimo laikai II estakadoje naudojant cirkuliacinį režimą.....	51
<b>29 pav.</b> Eksportuojamų tamsių naftos produktų išpylimo laikai naudojant cirkuliacinį režimą.....	52
<b>30 pav.</b> II estakadoje tranzitu keliaujančių tamsių naftos produktų pylimo laikų palyginimas.....	52
<b>31 pav.</b> I estakadoje tranzitu keliaujančių tamsių naftos produktų pylimo laikų palyginimas.....	53
<b>32 pav.</b> Naftos terminalo krovos estakadose ir maksimalių galimybių palyginimas.....	55

<b>33 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ krovos krantinėse pasiskirstymas 2018 metais .....	57
<b>34 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ naftos produktų krovos krantinėse 2018 metais specializacija.....	57
<b>35 pav.</b> Metinis krantinių užimtumas 2018 metais .....	58
<b>36 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ krantinių užimtumo ir rezervavimo 2018 metais palyginimas .....	59
<b>37 pav.</b> Atvykstančių tanklaivių nukrypimas nuo numatyto krovos lango pradžios 2018 metais....	60
<b>38 pav.</b> Atvykstančių tanklaivių nukrypimo nuo numatyto krovos lango santykinė dalis.....	60
<b>39 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ I krantinės užimtumo 2018 metais laiko dedamosios .....	61
<b>40 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ II krantinės užimtumo 2018 metais laiko dedamosios .....	62
<b>41 pav.</b> I krantinėje 2018 m. pakrauto kiekio ir vidutinio krovos našumo priklausomybė .....	63
<b>42 pav.</b> II krantinėje 2018 m. pakrauto kiekio ir vidutinio krovos našumo priklausomybė.....	64
<b>43 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ krovos krantinėse potencialas – maksimalios krovos galimybės.....	65
<b>44 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ talpyklų tūrio ir apyvartumo palyginimas .....	66
<b>45 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ talpyklų tūrio ir per metus pakrauto kiekio palyginimas.....	66
<b>46 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ atskirų elementų suderinamumo schema.....	68
<b>47 pav.</b> AB „Klaipėdos nafta“ krovos potencialo įgyvendinimo lygis .....	72

# TURINYS

<b>IVADAS .....</b>	<b>9</b>
<b>I. NAFTOS INDUSTRIJOS TIEKIMO GRANDINĖS KLASIFIKAVIMAS IR ANALIZĖ..</b>	<b>11</b>
1.1 Naftos terminalo vieta tiekimo grandinėje.....	11
1.2 Naftos terminalų struktūros elementai ir jų ypatumai .....	14
<b>II. AB „KLAIPĖDOS NAFTA“ TERMINALO VEIKLOS ANALIZĖ .....</b>	<b>19</b>
2.1 AB „Klaipėdos nafta“ konkurencinė aplinka ir krovos apimtys.....	19
2.2 Naftos terminalo infrastruktūra ir techninės charakteristikos .....	21
2.2.1 Naftos terminalo krantinės ir geležinkelio estakados .....	23
2.2.2 Naftos terminalo produktų kaupimo pajėgumai .....	25
<b>III. NAFTOS TERMINALO KROVOS POTENCIALO TYRIMO METODIKA.....</b>	<b>28</b>
3.1 Krovos potencialo estakadose tyrimo metodika.....	29
3.2 Krovos potencialo krantinėse tyrimo metodika .....	32
3.3 Talpyklų panaudojimo efektyvumo tyrimo metodika .....	35
3.4 Atskirų terminalo elementų suderinamumo tyrimo metodika .....	35
<b>IV. NAFTOS TERMINALO KROVOS POTENCIALO TYRIMAI .....</b>	<b>38</b>
4.1 Krovos estakadose analizė ir krovos potencialo vertinimas .....	38
4.1.1 Šviesiujų naftos produktų pylimo III ir IV estakadose analizė .....	42
4.1.2 Tamsiujų naftos produktų išpylimas III estakadoje .....	47
4.1.3 Tamsiujų naftos produktų pylimas naudojant cirkuliacines sistemas.....	50
4.2 Terminalo krantinių užimtumo laikas ir krovos operacijos .....	56
4.3 Terminalo talpyklų panaudojimo efektyvumas.....	65
4.4 Infrastruktūros elementų suderinamumo lygis – terminalo krovos potencialas .....	67
<b>IŠVADOS .....</b>	<b>73</b>
<b>LITERATŪRA.....</b>	<b>75</b>

## IVADAS

Naftos produktų terminalas yra svarbi naftos produktų logistikos grandinės dalis. Čia atliekami krovos ir saugojimo darbai, stebimi naftos produktų kokybės parametrai. Naftos terminalo krovos potencialą gali riboti tiek vidiniai, tiek išoriniai veiksniai. Atskirų terminalo elementų maksimalių krovos galimybių suderinamumas ir bendro terminalo krovos potencialo įgyvendinimo lygis parodo naftos terminalo konkuravimo galimybes ir prioritетines veiklos tobulinimo sritis.

**Temos aktualumą** sąlygoja besikeičianti situacija pasaulyje, kuri verčia naftos produktų krovos terminalus evoliucionuoti ir prisitaikyti prie kintančių sąlygų. Naftos perdirbimo gamyklos vis daugiau dėmesio skiria naftos perdirbimo proceso efektyvumui. Kitaip tariant, siekiama gaminti kuo daugiau šviesių naftos produktų ir mažinti tamsių, prisitaikant prie griežtėjančių ekologinių reikalavimų. Dėl šios priežasties terminalai, specializavęsi kraunant tamsiuosius naftos produktus, turi prisitaikyti prie besikeičiančios situacijos. Naftos produktų prekyba vis dažniau vyksta vienkartinėmis partijomis. Tokie sandoriai daro įtaką terminalo maksimalioms galimybėms ir krovos efektyvumui, nes turima infrastruktūra turi būti tam pritaikyta. Taigi naftos produktų terminalo krovos potencialo žinojimas yra labai svarbus planuojant metinę krovą, vertinant papildomų krovinių pritraukimo galimybę, pasirašant sutartis su klientais, nustatant poreikį terminalo infrastruktūros plėtrai bei efektyvumo gerinimui.

**Tyrimo objektas** – naftos terminalo technologinės grandinės elementų krovos pajėgumai.

Šio darbo pagrindinis **tikslas** yra ištirti naftos terminalo krovos technologinę grandinę ir ją įtakojančius faktorius, siekiant krovos potencialo įvertinimo ir didinimo.

### **Darbo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti naftos produktų terminalą, kaip naftos tiekimo grandinės sudedamąją dalį, ir išskirti svarbiausius jo infrastruktūros elementus;
2. Atlikti AB „Klaipėdos nafta“ naftos produktų terminalo veiklos ir technologinės infrastruktūros analizę;
3. Sukurti ir tyrimuose pritaikyti naftos terminalo krovos potencialo vertinimo metodologinius pagrindus;
4. Atlikti AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos grandinės potencialo tyrimą.

Šiame darbe analizuojama naftos terminalo, kaip tiekimo grandinės dalies, infrastruktūros elementų svarba vykdomai veiklai. Atliekamas AB „Klaipėdos nafta“ veiklos tyrimas, siekiant išskirti svarbiausias technologinės grandinės dalis, galinčias daryti įtaką krovos potencialui – maksimalioms krovos galimybėms. Šių kritinių elementų identifikavimas leidžia vertinti terminalo infrastruktūros išnaudojimo efektyvumą, maksimalią galimą krovą ir tobulintinas sritis.

**Informacijos šaltiniai.** Temos analizei naudojami užsienio šalių ir Lietuvos autorių moksliniai straipsniai, knygos, Lietuvos Respublikos įstatymai, Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos informacija, AB „Klaipėdos nafta“ pateikiamos ketvirtinės, metinės ir kitos viešai platinamos veiklos ataskaitos, statistiniai veiklos duomenys bei kita vidinė, su krova susijusi, konfidencialumo sutarčių nepažeidžianti informacija.

# I. NAFTOS INDUSTRIJOS TIEKIMO GRANDINĖS KLASIFIKAVIMAS IR ANALIZĖ

Nafta ir naftos produktai šiuolaikinėje visuomenėje vis dar užima svarbią vietą. Jų tiekimo grandinės efektyvus funkcionavimas yra sudėtingas procesas, kuriam įgyvendinti kiekviena grandinės dalis turi funkcionuoti kaip galima efektyviau, nes tik tada galima užtikrinti priimtinas veiklos maržas ir sklandų produktų judėjimą. Toliau aptariama naftos ir naftos produktų grandinės sandara ir naftos terminalo vieta joje.

## 1.1 Naftos terminalo vieta tiekimo grandinėje

Mokslinėje literatūroje nėra vieningo tiekimo grandinės apibrėžimo, tačiau visų apibrėžimų pagrindas, anot H. Sahebi (Sahebi H. et al., 2014), yra tai, jog tiekimo grandinės apibūdinamos kaip įvairių įmonių visų verslo procesų veikloje integravimas į bendrą tinklą. Taigi tiekimo grandinės suprantamos kaip sudėtingos dinaminės sistemos, bendradarbiaujančios konkurencinėje aplinkoje, siekiant įgyvendinti rinkos poreikius tiekiant produktus arba paslaugas. C. Lima ir R. Relvas (Lima, C., Relvas, S. 2016) teigimu tiekimo grandinės atskirų elementų srautų valdymas, koordinavimas ir apdorojimas sudėtingoje ir pastoviai besikeičiančioje aplinkoje yra svarbi veiklos efektyvumo užtikrinimo priemonė.

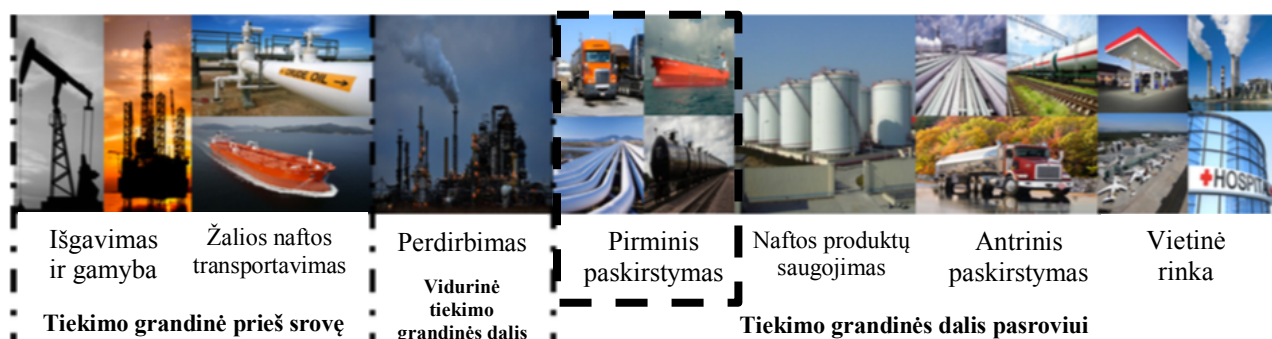
Be to, C. Lima (Lima, C. et al 2018) teigimu, naftos ir naftos produktų tiekimo grandinė veikia nestabilioje ir neapibrėžtoje aplinkoje, nes ji gali būti veikiamą geopolitinių neramumų, globalios konkurencijos ir ekonomikos, gamtosauginių reikalavimų, kainų nestabilumo, spekuliacinių veiksmų ir kitų priežasčių. W. Al-Othman (Al-Othman, W., et al, 2008) teigimu šios problemos stochastinę kilmę lemia tai, kad yra daug parametrų, kurių negali įtakoti sprendimus priimančys asmenys. Anot C. Lima ir R. Relvas (Lima, C., Relvas, S. 2016), tai sukelia sunkumų verslui, kuris orientuotas į maržas. Efektyvią veiklą ir kaštų mažinimą galima užtikrinti naudojant tikslesnes prognozes, tvarkaraščius, trumpesnius planavimo laikotarpius. Dėl to pastoviai siekiama sukurti integruotą ir lanksčią tiekimo grandinę, kuri padėtų pagerinti sprendimų priėmimą, sumažinti kaštus ir padidinti pelną (Latheef, I., Schweitzer, E., Apicella, M. 2008). Taigi atskirų tiekimo grandinės dalių efektyvumo didinimas, turimo potencialo išnaudojimas mažina bendrą grandinės riziką ir nestabilumą.

Naftos industrijos tiekimo grandinė anot L. Salsano (Salsano, L., Camponogara, E. et al. 2017) yra viena sudėtingiausių ir ekonomiškai svarbių šių dienų visuomenėje. H. Sahebi (Sahebi, H. et al, 2014), C. Lima (Lima, C. et al 2018) ir kitų autorių teigimu naftos tiekimo grandinė gali būti suskirstyta į tris segmentus:

- Tiekimo grandinė prieš srovę (angl. upstream);

- Vidurinė tiekimo grandinės dalis (angl. midstream);
- Tiekimo grandinės dalis pasroviui (angl. downstream).

Tokios funkcijos kaip naftos telkinių paieška ir gavyba (Silva, T., Camponogara, E. 2014), žalios naftos transportavimas į perdirbimo gamyklas priklauso tiekimo grandinei prieš srovę (Assis, L., Camponogara, E. 2016). Šios tiekimo grandinės dalies pagrindiniai infrastruktūros elementai yra gavybos platformos, transportavimo laivai, ir žalios naftos krovos terminalai. Vidurinioji tiekimo grandinės dalis apima žalios naftos priėmimą iš krovos terminalų į perdirbimo gamyklas, jos perdirbimą į naftos produktus, tokius kaip mazutas, benzinai, dyzelinas ir t.t.. Tiekimo grandinės dalis pasroviui apima naftos produktų saugojimą, pirminį ir antrinį paskirstymą, didmeninę ir mažmeninę prekybą naftos produktų rinkoje. Vizualiai visos tiekimo grandinės sudedamosios dalys pateiktos 1 paveikslėlyje.



1 Pav. Naftos tiekimo grandinė. Šaltinis: Lima, C., Relvas, S. 2016

Anot L. Salsano (Salsano, L., Camponogara, E. et al. 2017) vienas iš pagrindinių vidurinės grandinės segmento rūpesčių yra optimalus krovos operacijų planavimas. Žalios naftos priėmimo terminalai turi optimaliai pasirinkti krovos kelią (vamzdynus, rezervuarus), kad vėliau maišant skirtingas naftos rūšis būtų gaunama maksimali nauda. Šioje tiekimo grandinės dalyje žalia nafta perdirbimo gamyklose perdirbama į naftos produktus – benziną, dyzelinį kurą, reaktyvinį kurą, žibalą, reformatą, mazutą, vakuuminį gazolį, bitumą, gudroną, tepalus, naftos dujas ir kt. (V. Barkauskas, V. Mickevičius, L. Miknius, 2005). Gauti naftos produktai pagal distiliavimo temperatūrą gali būti skirstomi į šviesuosius naftos produktus (benzinas, dyzelinas, reaktyvinis kuras, reformatas ir kt.) bei tamsuosius naftos produktus (mazutas, vakuuminis gazolis ir kt.)

Trečioji naftos tiekimo grandinės dalis pasroviui susideda iš naftos produktų paskirstymo ir rinkodaros įmonių, kurios dalyvauja transportuojant prieš tai išvardintus naftos produktus. C. Lima ir R. Relvas (Lima, C., Relvas, S. 2016) teigimu paskirstymas reikalauja nusistovėjusios ir patikimos infrastruktūros (logistikos centrų), kuri apima saugojimo talpyklas su reikalinga įranga, terminalus galinčius priimti skirtingas transporto priemones kroviniams kaupti, vandens ir žemyninius kelius (geležinkelio ir autotransportui). L. Fernandes ir S. Relvas (Fernandes, L.,

Relvas, S. 2013) teigimu šios infrastruktūros priemonės yra kartinės sėkmingų naftos produktus galutiniam vartotojui gabenančių terminalų dalys.

Šio darbo pagrindinės analizės objektas tolimesnėje tiekimo grandinėje esantys naftos produktų krovos terminalai susiduria su panašiais sunkumais kaip ir vidurinioji tiekimo grandinės dalis. Čia atliekamos krovos operacijos, laikinai saugomi (kaupiami) naftos produktai ir nafta, stebimi naftos produktų kokybės parametrai. Tai užtikrina sklandų ir nenutrūkstamą naftos ir naftos produktų perkrovimą. Planavimo problemos tokiuose terminaluose, anot S. Mouret (Mouret, S. 2009), yra sudėtingi optimizavimo uždaviniai reikalaujantys tiek modeliavimo, tiek algoritmų sprendinių. Siekiant užtikrinti efektyvų terminalo darbą, reikia daug dėmesio skirti krovos operacijų planavimui. Maksimalias terminalo galimybes galima pasiekti tik optimaliai išnaudojant terminalo turimą infrastruktūrą (estakadas, krantines ir talpyklas), kurių panaudojimo efektyvumo galimybės mažėja daugėjant įvairių skirtingų produktų skaičiui terminale. Taip yra todėl, kad dėl produktų cheminių savybių dažnai jie negali būti maišomi, dėl ko turi būti dedikuoti vamzdynai, o keičiant produktus drenuojami gaištant laiką ir užlaikant kitas krovos operacijas. Taigi, efektyvios naftos logistikos technologijos ir perkrovimo operacijos turi įtakos įmonės gabenamų krovinių srauto dydžiui, logistiniams procesams, krovos potencialui, bei įmonės ekonominei veiklai.

Norint išvengti problemų planuojant ir sudarant transportavimo bei krovos grafikus būtina atkreipti dėmesį į (Latheef, I., Schweitzer, E., Apicella, M. 2008):

- Prieš tai gautų krovos rezultatų suvestines;
- Neefektyvų paklausos numatymą;
- Pasiūlos transportavimo grandinės reikalavimus;
- Nepakankamą suvokimą priežasčių, kurios gali turėti įtakos kainai;
- Nesugebėjimą optimizuoti galutinės kainos funkcijos;
- Ribotas į terminalą judančio transporto su naftos produktais matomumas. Iš anksto tiksliai nežinomi tikslūs atvykimo laikai;
- Sunkiau pasirinkti ar pakeisti turintį atvykti tanklaivį.

Dėl šių veiklą apsunkinančių priežasčių reikia priimti strateginius sprendimus dėl infrastruktūros vystymo, kurie apimtų terminalo vietą, kranto talpyklų skaičių ir talpą, transportavimo strategiją, terminalo technologinės įrangos poreikį (Kazemi, Y., Szmerekovsky, J., 2015.).

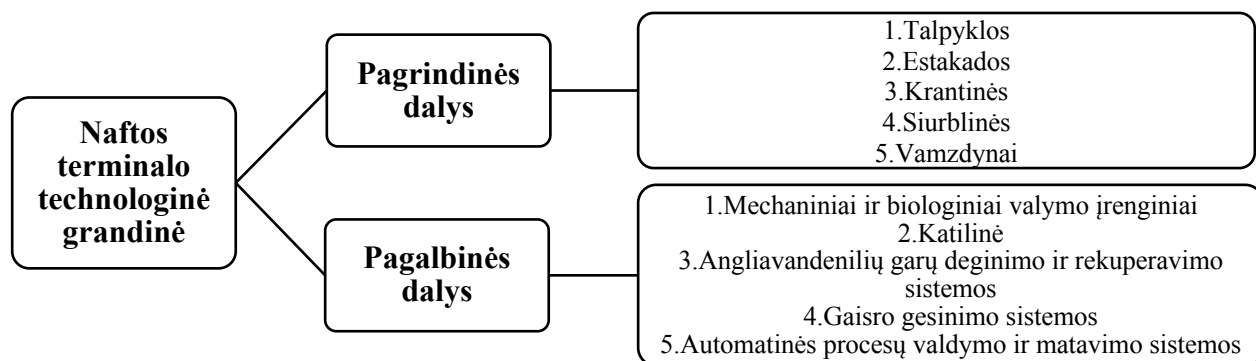
Tiekimo grandinės ir terminalų veiklos optimizavimas naudojant matematinius modelius palengvina planavimo procesą strateginiame, taktiniame ir operatyviniame lygmenyse (Carneiro, M., Ribas, G.P., Hamacher, S., 2010). Dėl šios priežasties kuriami matematiniai optimizavimo modeliai turi atspindėti esminius pasroviui esančios tiekimo grandinės bruožus, turi būti artimi

tikrovei. C. Lima ir R. Relvas (Lima, C., Relvas, S. 2016) atlikta su tema susijusios literatūros analizė teigia, kad sudarant optimizavimo modelius reikalinga taktinių ir operatyvinių sprendimų integracija, siekiant išvengti nukrypimų nuo tikrosios situacijos. Taip yra todėl, kad kai pradiniame planavimo etape nėra atsižvelgiama į operatyvinius apribojimus, tai gali lemti neteisingus sprendinius arba neoptimalų krovos planą.

*Apibendrinant galima teigti, kad visos naftos tiekimo grandinės sėkmė priklauso nuo jos individualių dalių veiklos efektyvumo. Maksimalios atskirų grandinės dalių galimybės, krovos potencialas, gali būti pasiektos tik joms visoms dirbant efektyviai ir suderintai tarpusavyje, derinant veiklos planavimą bei optimaliai išnaudojant turimą infrastruktūrą.*

## 1.2 Naftos terminalų struktūros elementai ir jų ypatumai

Naftos terminalas – tai naftos ir naftos produktų logistikos tiekimo grandinės dalis sudaryta iš uoste esančios teritorijos su specializuota perkrovos įranga, krantinėmis su specializuotomis krovos rankovėmis ar perkrovimo žarnomis, geležinkelio estakadomis, esant poreikiui autocisternų užpylimo aikštelėmis, rezervuarais, technologiniais vamzdynais ir siurblinėmis. Pagrindinė tokio terminalo paskirtis yra priimti naftos produktus, juos kaupti iki reikalingų partijų kiekio ir parengti tolimesniam transportavimui pasirinkta transporto priemone. 2 pav. pateiktos naftos terminalo technologinės grandinės dalys.



2 pav. Naftos terminalų elementai. Šaltinis: Venus, Y.H., Lun. 2012

C. Lima ir R. Relvas (Lima, C., Relvas, S. 2016) teigimu naftos produktų pirminis paskirstymas tiekimo grandinėje pasroviui vyksta nuo perdirbimo gamyklų iki didmeninės prekybos vietų naudojant įvairias transporto rūšis:

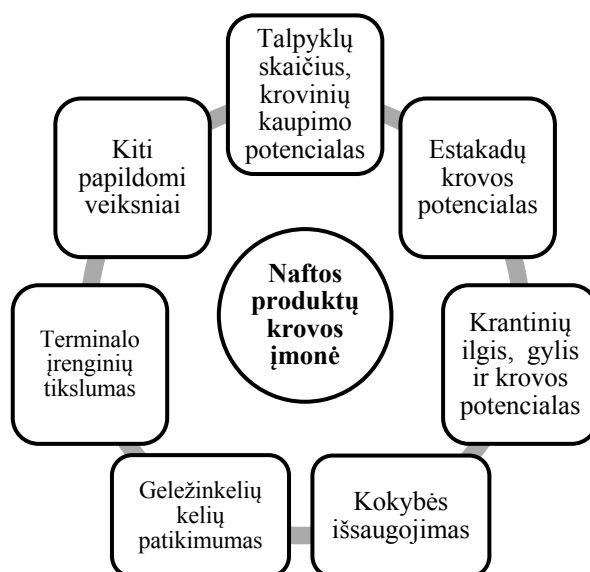
- Kelių transportas – autocisternos;
- Geležinkelio transportas – geležinkelio cisternos;
- Vandens transportas – tanklaiviai;
- Stacionarūs perdavimo įrenginiai – vamzdynai.

Priešingai nei kitos transporto priemonės, vamzdynai lieka statiniai, o produkto dinaminis judėjimas vyksta jų vidumi. Antrinis produktų paskirstymas skirtas mažmeninei rinkai iš krovos

terminalų dažniausiai yra vykdomas autocisternomis, o šiek tiek mažiau geležinkelio vagonais ir vamzdynais. Terminalai saugojimui, importui ar eksportui naftos produktus gali priimti iš vietinių, regioninių ir tarptautinių rinkų, perdirbimo gamyklų.

Terminalų technologinis lygis yra labai svarbus įmonės sėkmei. 3 pav. pateikiami techniniai veiksniai, turintys įtakos naftos krovos įmonei. Tačiau X. Feng (Feng, X. et al. 2015) teigimu nepaisant to, kad terminalas jau dirba optimaliu režimu, infrastruktūros tobulinimas gali, nors ne visada, dar labiau sumažinti logistinius kaštus.

Viena iš labiausiai ribojančių arba didelį konkurencinį pranašumą duodančių terminalo dalių yra naftos produktų rezervuarų parkas. Pagal finansų ministeriją, naftos produktų talpyklos – bet kokio tipo, bet kokio tūrio:



3 pav. Techninių veiksnių įtaka naftos produktų krovos įmonei.

stacionari antžeminė arba požeminė talpykla (rezervuaras) arba cisterna (konteinerinė cisterna), sumontuota atskirai, kolektoriumi sujungtoje grupėje, terminale, skirta kurui laikyti (LRS, „Naftos produktų, biokuro, bioalyvos ir kitų degiųjų skystų produktų gabenimo ir laikymo kuro talpyklose tvarka“, 2001). Jų tipai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. Talpyklų tipai

Talpyklos	Aprašymas
Talpykla su stacionariuoju stogu	Talpykla, kurios stogas nejudamai įtvirtintas, taip pat mobilioji talpykla.
Talpykla su stacionariuoju stogu ir su (be) slėgio ir vakuumo vožtuvu	Talpykla su stacionariuoju stogu, kurioje sumontuotas (nesumontuotas) slėgio ir vakuumo pasikeitimo vožtuvas.
Talpykla su plūdriuoju ekranu (pontonu)	Talpykla, kurios viduje sumontuotas lengvas metalinis ar plastikinis pontonas, plūduriuojantis talpykloje laikomo produkto paviršiuje, sandariai prigludęs prie talpyklos vidinės sienelės ir mažinantis produkto garavimą bei netektis.

Šaltinis: Lietuvos respublikos aplinkos ministerija, 2000

Iš ir į talpyklas terminalo viduje naftos produktai siurblių pagalba gabenami vamzdynais. Naftos ir naftos produktų terminalo vamzdynas – slėginis įrenginys, kuriame vamzdyno sudedamosios dalys, skirtos naftai ir naftos produktams perkrauti, transportuoti iki technologinių įrenginių yra sujungiamos vienos su kitomis. Vamzdynui priskiriami vamzdžiai ar jų sistema, armatūra, kompensacinės jungtys, aktyviosios ir pasyvosios antikorozinės priemonės, apskaitos, pakrovimo–iškrovimo įrenginiai ir (ar), kai būtina, kitos slėginių įrenginių dalys bei gamybinio technologinio ryšio ir elektros tiekimo sistemos (Lietuvos Respublikos ūkio ministerija, 2007).

Vamzdynų skaičius bei diametras turi daug įtakos terminalo veiklos efektyvumui ir maksimalioms krovos galimybėms. Anot V. Paulausko (Paulauskas, V. 2011) pasirenkant

vamzdynų diametrą reikia atsižvelgti į planuojamų priimti laivų krantinėse dydį ir pageidaujamą krovos našumą. Ekonomiškai nenaudinga yra projektuoti vamzdynus didesnio diametro nei priimamų laivų kolektorių dydis. Taip būdų išleidžiamos papildomos lėšos, sunaudojama daugiau medžiagų, tačiau maksimalios krovos potencialas nebūtų pasiekiamas, nes vamzdynai nebūtų efektyviai išnaudojami. Pavyzdžiui, numačius, kad kroviniai bus išgabenami ar atgabenami Panamax tipo laivais, optimalus vamzdynų diametras būtų 12 colių. Didesnis diametras neduotų papildomos naudos, nes krovos našumas sulėtėtų kroviniui pasiekus krantą – laivas jungtų. Suezmax laivams optimalus vamzdynų diametras jau būtų didesnis – iki 16 colių. Abiem atvejais pasirinkus didesnę vamzdynų diametrą būtų padidinama terminalo projekto kaina nesuteikiant pridėtinės vertės eksploatacijos laikotarpiui. Pagal pasirinktą vamzdynų diametrą turėtų būti parenkami ir siurblių našumai bei tipai. Tai tik patvirtina visapusiško planavimo būtinybę, kad jau projektuojant naftos produktų terminalą turi būti įvertinami galimi krovinių srautai, atplaukiantys laivai ir visi terminalo elementai turi būti suderinti tarpusavyje.

Terminalo veiklos efektyvumas bei krovos potencialas svarbus ir vertinant terminalus iš ekonominės pusės. Naftos ir jos produktų krovos pajėgumų dinamikos analizė padeda susidaryti vaizdą apie įmonės vystymąsi ir krovos potencialo išnaudojimo tendencijas: mažėja, didėja ar stabili krova. Analizuojant šį rodiklį, tikslinga nustatyti konkrečios rūšies produkcijos (nafta, benzinas, dyzelinas ir kt.) dalį bendroje krovos apimtyje. Ši informacija leidžia įvertinti įmonės specializaciją, o rodiklio dinamika suteikia galimybę prognozuoti įmonės krovos pokyčius, nustatyti labiausiai tikėtinas krovos plėtojimo tendencijas.

Svarbiausi faktoriai, apsprendžiantys naftos terminalų pranašumus bei trūkumus ir įtakoiantys naftos produktų eksporto srautus pateikti žemiau esančiame 4 pav.

<b>Uostų charakteristikos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•prieplaukų gylis, ilgis, skaičius</li> <li>•klimato sąlygos</li> <li>•uostų atstumas nuo naftos perdirbimo gamyklų</li> </ul>
<b>Terminalų techninės charakteristikos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•bendras krovos potencialas,</li> <li>•talpyklų skaičius ir tūris, partijų kaupimo galimybės</li> <li>•estakadų ir krantinių skaičius, jų krovos potencialas</li> <li>•priėjimas prie produktotiekio</li> </ul>
<b>Terminalų teikiamų paslaugų diversifikacijos lygis</b>	
<b>Terminalus valdančių kompanijų akciniai ir strateginiai ryšiai su naftos perdirbimo ir gavybos bendrovėmis bei kompanijų finansinis pajėgumas</b>	
<b>Rusijos, Baltarusijos ir Pabaltijo valstybių politika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•mokesčių, maitų, transporto tarifų politika</li> <li>•valstybinė - strateginė politika</li> </ul>

**4 pav.** Svarbiausi technologiniai ir organizaciniai faktoriai, apsprendžiantys naftos terminalų konkurencingumą.  
**Šaltinis:** Sudaryta autoriaus pagal Barzdžiuką R., Jonkų M., Lukauską V. Uosto technologija. 2001; Brodin A. Baltic sea ports and russian foreign trade. 2003.

Taigi naftos produktų krovos terminalo konkurencingumui įtakos gali turėti ne tik vidiniai, bet ir išoriniai rizikos veiksniai. Vidinių rizikos veiksnių įtaką terminalus valdančios įmonės gali bandyti minimizuoti kapitalo investicijomis, didinant konkurencinį pranašumą, diversifikuojant vykdomą veiklą, efektyvinant turimą įrangą. Išorinius rizikos veiksnius įtakoti naftos terminalus valdančioms įmonėms yra sudėtinga, kadangi didžiąja dalimi jie yra susiję su šalių politika, įstatymais, tarptautiniais susitarimais ir konvencijomis (*Diskienė D., Marčinskas A., 2001*).

Vertinant naftos terminalo krovos potencialą reikia pabrėžti, kad Rytų Baltijos uostų naftos produktų krovos verslo specifiniu bruožu galima būtų įvardinti jų darbą, padidintos rizikos sąlygomis. Anot V. Paulausko (Paulauskas, V. 2000), naftos terminalo prognozė gana sudėtinga, kadangi priklauso ne nuo terminalo techninių galimybių, bet grynai nuo rinkos sąlygų, kurios dažnai yra nepastovios. Terminalo perspektyvinės veiklos planavimas dažnai remiasi prielaidomis, nes ilgalaikių naftos produktų tiekimo sutarčių sudarymas dėl Rusijos eksporto mokesčių kaitos yra netikslus arba neįmanomas. Netgi patvirtinus tam tikro kiekio naftos produktų perkrovimą terminale ir suderinus jų tiekimo grafiką, sekančiam mėnesiui nėra garantijos, kad krovinsys atvyks. Siekiant to išvengti, pasak M. Kendix (Kendix, M., 2010) kompanijos besinaudojančios terminalo paslaugomis turi turėti stiprius ryšius su naftos perdirbimo gamyklomis. Nepaisant to, ilgalaikės sutartys dažnai būna mažiau pelningos negu vykdant naftos produktų krovos darbus nepasirašius ilgalaikių sutarčių. Pasirašius tokias sutartis dažniausiai paslaugos vartotojas, šiuo atveju naftos perdirbimo gamykla, siekia kuo palankiausių tarifų, antraip savo produkciją turi galimybę realizuoti per konkurentų krovos įmones. Tokiu būdu (pasirašius sutartį) padidinamas įmonės apkrovimas, bet sumažinamas pelningumas.

Tarp beveik visų Rytų Baltijos šalių terminaluose perkraunamų Rusijos naftos produktų – sunkieji mazutai ir vakuuminiai gazoliai (priskiriami prie tamsiųjų naftos produktų) sudaro apie 40 – 60%, o žiemos sezono metu gali pasiekti ir 80 – 90%. Tamsieji naftos produktai iš Rusijos naftos perdirbimo gamyklų į Baltijos regiono terminalus atvežami tik geležinkelio transportu – vagonuose – cisternose. Dėl tūkstančių kilometrų siekiančių transportavimo atstumo, minėti produktai šaltuoju metų laiku į terminalus atvyksta gerokai sušalę, todėl jų išpylimas iš vagonų – cisternų reikalauja didžiulių energetinių sąnaudų.

Vertinant terminalo krovos potencialą – maksimalias krovos galimybes, reikia atsižvelgti, kad jos negali būti pasiekiamos saugumo sąskaita, kitaip tariant negali būti viršijami ribiniai dydžiai ir maksimalios leistinos parametrų reikšmės. Dėl šimtų tūkstančių tonų sukauptų degių (mazutai, dyzelinai) ir ypač degių (benzinai, dujų kondensatai) naftos produktų, naftos terminalai yra priskiriami prie ypač pavojingų pramonės objektų. Gaisrų ar sprogimų padariniai gali turėti rimtų pasekmių. Kadangi naftos terminaluose yra kraunama nafta ir jos produktai, labai svarbu žinoti šių krovinių savybes, nuo to priklauso krovos darbų sauga. Pasak N. Batarlienės (Batarlienė, N. 2008)

visi šie produktai yra degūs, galintys suformuoti sprogius oro ir angliavandenilių garų mišinius, todėl vykdant krovos darbus, būtina laikytis visų atsargumo priemonių, darbo saugos taisyklių. Darbuotojai privalo mėvėti specialią aprangą, įrenginiai, vamzdynai turi būti izoliuoti, kad nesusidarytų kibirkštys, kurios galėtų sukelti sprogimo pavojų.

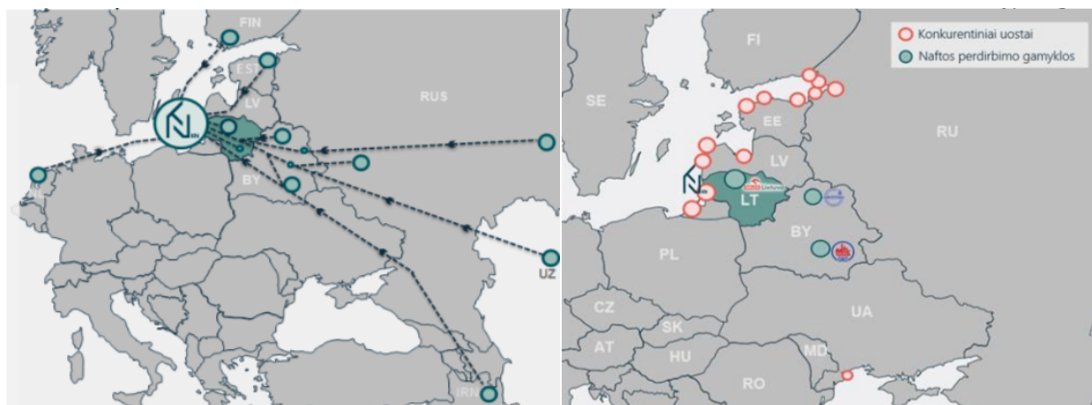
*Apibendrinant galima teigti, kad naftos krovos terminalas yra svarbi naftos ir naftos produktų tiekimo grandinės dalis veikianti „pasroviui“, kuri turi didelę įtaką visos tiekimo grandinės veiklai ir efektyvumui. Krovos potencialas – maksimalios krovos galimybės, gali būti pasiekiamos tik optimaliai išnaudojant turimą infrastruktūrą, kurią be pagalbinių sudaro pagrindiniai elementai: estakados, krantinės, talpyklos, siurblinės ir vamzdynai. Jų išnaudojimas sudaro prielaidas ir konkurencinio pranašumo susidarymui ganėtinai sudėtingoje konkurencinėje aplinkoje, kuriai nemažą įtaką turi ne tik rinkos sąlygos, išoriniai ar vidiniai veiksniai, bet ir politiniai sprendimai.*

## II. AB „KLAIPĖDOS NAFTA“ TERMINALO VEIKLOS ANALIZĖ

AB „Klaipėdos nafta“ yra vienas iš pačių moderniausių naftos produktų terminalų Baltijos šalių jūrų regione. Kadangi tai yra akcinė bendrovė, kurios akcijomis viešai prekiaujama akcijų rinkoje, terminalo analizei yra naudojama įmonės viešai skelbiama informacija, ketvirtinės ir metinės ataskaitos, kiti veiklos dokumentai ir ataskaitos, remiamasi autoriaus darbine patirtimi analizuojamoje įmonėje. Dėl konfidencialumo priežasčių naudojama 2018 m. informacija, nes tyrimo metu nebuvo pateiktos naujausios finansinės ataskaitos, krovos duomenys neviešinami.

### 2.1 AB „Klaipėdos nafta“ konkurencinė aplinka ir krovos apimtys

AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalas yra vienas iš Rytų Baltijos jūros uostų terminalų, konkuruojančių dėl naftos produktų srautų, atkeliaujančių iš naftos perdirbimo gamyklų, esančių Mažeikiuose, Novopolocke, Mozyryje, Riazanėje, Nižnekamske, Samaroje ir kt. Terminalas taip pat teikia ir naftos produktų importo paslaugas – iš tanklaivių priimama nafta, šviesieji ar tamsieji naftos produktai ir pakraunami į geležinkelio cisternas arba autocisternas. 5 paveikslėlyje pateikiami pagrindiniai AB „Klaipėdos nafta“ klientai ir konkurentai.

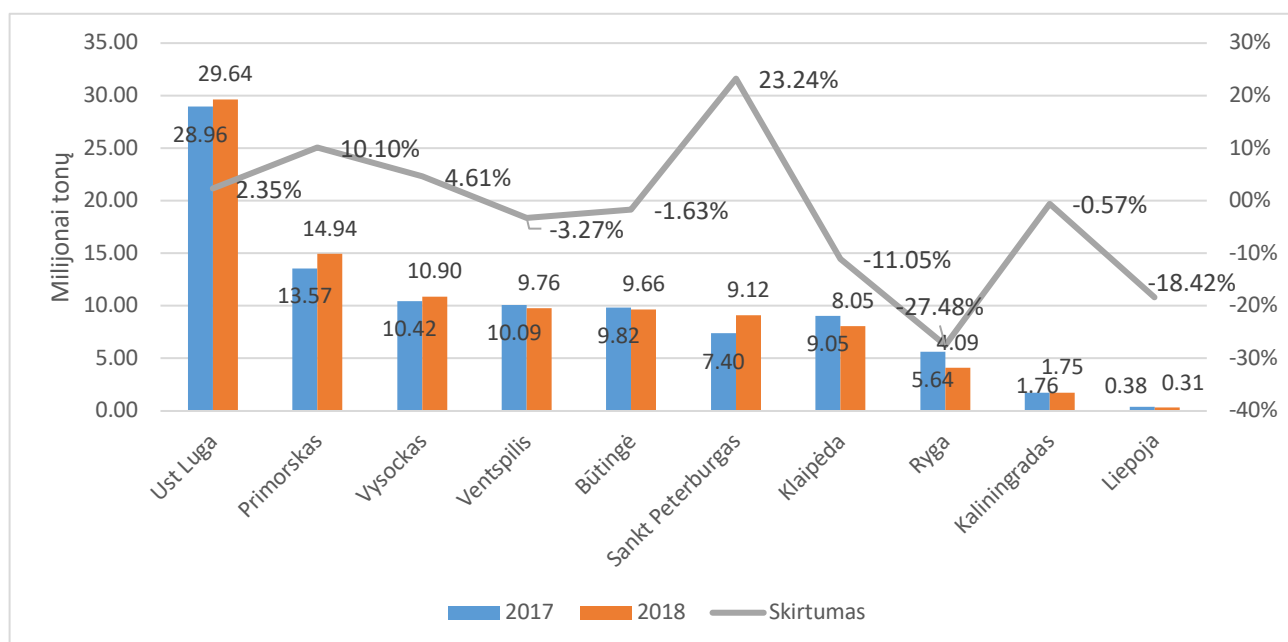


5 pav. Pagrindiniai KN naftos krovos terminalo klientai ir konkurentai. Šaltinis: KN metinė ataskaita (2018)

Pagal AB „Klaipėdos nafta“ duomenis, pagrindiniai įmonės konkurentai yra Klaipėdos, kitų Baltijos ir Juodosios jūrų uostų terminalai, perkraunantys iš Lietuvos, Baltarusijos ir Rusijos, eksportuojamus šviesiuosius bei tamsiuosius naftos produktus (KN metinė ataskaita (2018)):

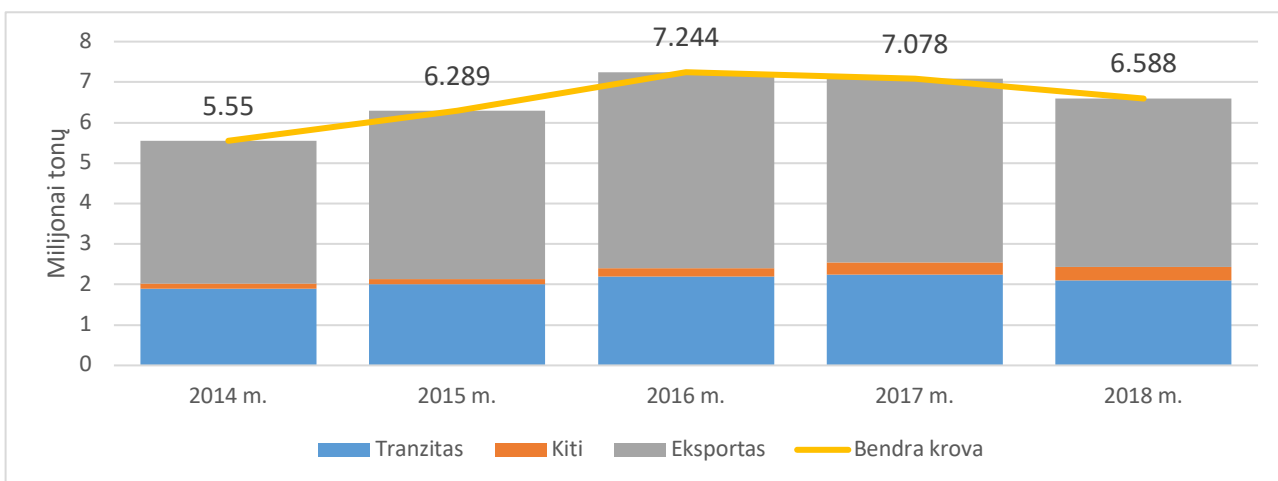
- Krovinių terminalas (Lietuva);
- Ventspils Nafta Terminals (Latvija);
- Ventbunkers (Latvija);
- BLB (Latvija);
- Naftimpex (Latvija);
- Alexela (Estija);
- Vopak EOS (Estija);
- Vesta (Estija);
- Odesos, Sevastopolio, Feodosijos terminalai (Ukraina);
- Peterburg Oil Terminal (Rusija);
- Ust-Luga terminalas (Rusija).

Rusijos siekis kuo daugiau rusiškos kilmės produktų perkrauti naudojant tik Rusijos uostus didina konkurenciją tarp Lietuvos, Latvijos ir Estijos uostų, nes pastarieji prarasdami nemažą dalį svarbių Rusijos krovinių pradeda konkuruoti dėl krovinių, kurie anksčiau buvo nukreipti į Klaipėdos uostą. Šios tendencijos ypatingai pastebimos 6 paveikslėlyje, kur pavaizduotas naftos produktų krovos palyginimas Baltijos jūros rytinės pakrantės uostuose 2017 – 2018 metais milijonais tonų. Iš krovos dinamikos matyti, kad visų Rusijos uostų naftos produktų krova padidėjo nuo kelių iki keliasdešimt procentų, kai tuo tarpu Lietuvos ir Latvijos uostų sumažėjo. Tai rodo sudėtingėjančią situaciją ir intensyvėjančią konkurenciją naftos produktų krovos rinkoje šiame regione. Uostai priversti konkuruoti tarpusavyje, siekiant ne tik pritraukti naujus krovinius, bet ir siekiant išlaikyti dabartines krovos apimtis. Pagrindiniai veiksniai, kuriais naftos terminalai gali išsiskirti konkurencinėje aplinkoje yra techninės uosto ir terminalo charakteristikos (prieplaukų skaičius ir gylis šalia terminalų, maksimalios leistinos kraunamų laivų grimzlės, terminaluose esančių talpyklų skaičius ir talpa skirtingiems naftos produktams saugoti, krovos įrenginių našumas ir infrastruktūros lankstumas ir kt.), aptarnaujanti infrastruktūra (geležinkelio keliai, krovinių kaupimo galimybės stotyse, kelių linijos ir kt.), bei logistiniai kaštai su kuriais susiduriama gabenant krovinius per atitinkamus terminalus.



**6 pav.** Naftos produktų krova Rytų Baltijos uostuose. **Šaltinis:** AB „Klaipėdos nafta“ 2018 metinė ataskaita

Nepaisant didelės konkurencijos ir sumažėjusios krovos ne Rusijai priklausančiuose Rytų Baltijos jūros uostuose, siekiant pritraukti tranzitinius naftos produktus, 2018 metais AB „Klaipėdos nafta“ pavyko pritraukti produktus iš 6 skirtingų šalių (5 pav.): Lietuvos, Estijos, Suomijos, Baltarusijos, Rusijos, Lenkijos ir Uzbekistano. 7 paveikslėlyje pavaizduota tranzitinių ir eksportuojamų produktų pokyčio dinamika.



7 pav. Naftos produktų krova Klaipėdos naftos terminale. Šaltinis: AB „Klaipėdos nafta“ 2018 metinė ataskaita

Remiantis AB „Klaipėdos nafta“ 2018 metų ataskaita, analizuojamais metais Klaipėdos naftos terminale buvo perkrauta 6588 tūkstančiai tonų naftos produktų, tai yra beveik 500 tūkstančių tonų mažiau nei praėjusiais metais. Klaipėdos valstybinės jūrų uostų direkcijos duomenimis (Uosto statistika, 2020), analizuojamais metais tai sudarė 14,1% visos uoste vykusių krovos. Iš 7 paveikslėlio matyti, kad krovos sumažėjimą daugiausiai lėmė eksportuojamų produktų kiekio sumažėjimas, sumažėję šviesiųjų naftos produktų srautai iš Mažeikių perdirbimo gamyklos. Nepaisant to, iš 7 paveikslėlio taip pat matyti, kad eksportiniai, kitaip tariant AB „Orlen Lietuva“ eksportuojami, kroviniai 2018 metais sudarė net du trečdalius visų krovinių. Baltarusijos ir Rusijos naftos perdirbimo gamyklų kroviniai sudarė tik apie trečdalį bendros terminalo krovos. Remiantis statistikos departamento krovinių vežimo ataskaita 2018 metais (Statistikos departamentas, 2019) net 62,2% visų geležinkeliu įvežamų krovinių buvo iš Baltarusijos, kadangi ji neturi priėjimo prie Baltijos jūros. Dėl šios priežasties, AB „Klaipėdos nafta“ duomenimis (KN metinė ataskaita (2018)), įmonei yra labai svarbus bendradarbiavimas su Baltarusijos institucijomis bei naftos perdirbimo gamyklomis, siekiant jų naftos produktų eksportą nukreipti per Klaipėdos uostą. Rusija turi didelę įtaką galimiems krovinių srautams iš Baltarusijos, tačiau išsamiau šis efektas ir kitos politinės ekonominės priežastys nėra analizuojamos atliekant naftos terminalo krovos potencialo tyrimą.

## 2.2 Naftos terminalo infrastruktūra ir techninės charakteristikos

AB „Klaipėdos nafta“ veikla yra suskirstyta į atskiras dalis (8 pav.), iš kurių galima išskirti pagrindines keturias: Klaipėdos naftos terminalas, Subačiaus naftos terminalas, Klaipėdos SGD terminalas ir Klaipėdos mažos apimties SGD terminalas. Toks veiklos atskyrimas ir įvairovė rodo gan aukštą įmonės veiklos diversifikavimo lygį energetikos sektoriuje, nes vystomos ne tik naftos produktų krovos galimybės, bet ir ateities kuro – SGD. Šis suskirstymas yra svarbus ir tuo, kad jis

leidžia lengviau išskirti šio darbo objektą – Klaipėdos naftos terminalą. Kitos AB „Klaipėdos nafta“ veiklos šiame darbe neanalizuojamos, esamos situacijos analizė ir krovos potencialo tyrimas atliekamas tik naftos terminalui – pagrindinei jo veiklai, pirminiam naftos produktų paskirstymui.

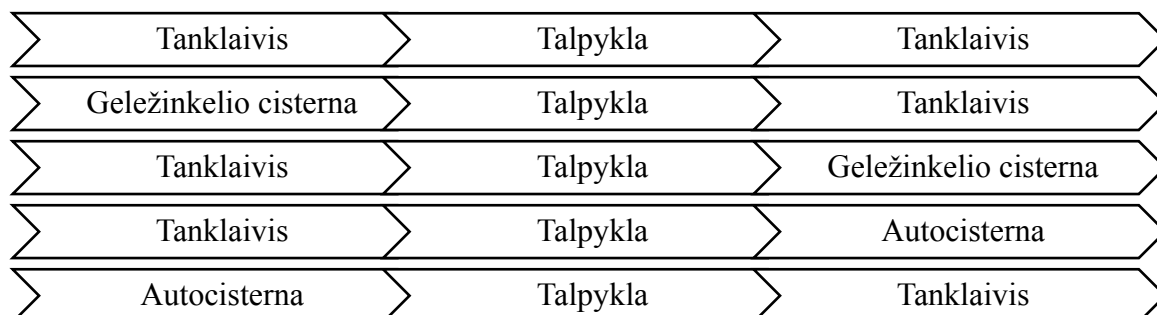


8 pav. AB „Klaipėdos nafta“ vykdoma veikla. Šaltinis: KN metinė ataskaita (2019)

AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo teikiamos paslaugas yra (KN metinė ataskaita (2017)):

- Naftos produktų ir žaliavinės naftos krova į ir iš:
  - Tanklaivių;
  - Geležinkelio cisternų;
  - Autocisternų;
- Naftos produktų ir naftos saugojimas kranto talpyklose;
- Biologinis naftos produktais užterštų vandenių, priimtų iš laivų, valymas;
- Laivų švartavimas;
- Naftos produktų kokybės parametrų nustatymas;
- Naftos produktų sumaišymas, priedų įpylimas;
- Laivų aprūpinimas kuru ir geriamu vandeniu.

AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo pagrindinės vykdomos krovos schemos pateiktos 9 paveikslėlyje. Nors kombinacijų gali būti ir daugiau, jų įvairovė rodo terminalo krovos lankstumą ir sugebėjimą prisitaikyti prie kliento poreikių.



9 Pav. AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo pagrindinės vykdomos krovos schemos.

### 2.2.1 Naftos terminalo krantinės ir geležinkelio estakados

Terminalo technologinė įranga yra išsidėsčiusi 39,4 hektarų plote. Terminalą sudaro dvi krantinės, kuriose gali būti kraunami tiek šviesieji, tiek tamsieji naftos produktai. Gylis prie krantinių siekia iki 14 metrų, taigi jos skirtos aptarnauti tanklaivius, kurių grimzlė siekia 13 metrų. Bendras krantinių ilgis yra 540 m. (2 lentelė).

**2 lentelė.** AB „Klaipėdos nafta“ terminalo kompleksas

Maksimalios tanklaivio partijos (t)	Bendras plotas (ha)	Krovinių kaupimas (m <sup>3</sup> )	Krantinių skaičius	Krantinių ilgis (m)	Gylis prie krantinių (m)	Maksimali laivo grimzlė (m)	Krovos našumas (m <sup>3</sup> /val)
Apie 100000	39,4	450 000	2	540	14	13	iki 4000

Šaltinis: Klaipėdos nafta metinė ataskaita (2018)

Remiantis VĮ Klaipėdos valstybinė jūrų uostų direkcija (Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija, 2018) AB „Klaipėdos nafta“ krantinės (1 ir 2) yra vienos užimčiausių visame Klaipėdos uoste (3 lentelė).

**3 lentelė.** Didžiausią krovą Klaipėdos uoste atliekančios krantinės

Krantinė	Krovinio tipas	Perkrauta 2017 metais
Nr. 101-102	Birūs kroviniai	4,4 mln. t.
Nr. 2	Skysti kroviniai	4,3 mln. t.
Nr. 143	Konteineriai	3,2 mln. t.
Nr. 1	Skysti kroviniai	2,4 mln. t.
Nr. 81a	Ro-Ro	2,4 mln. t.

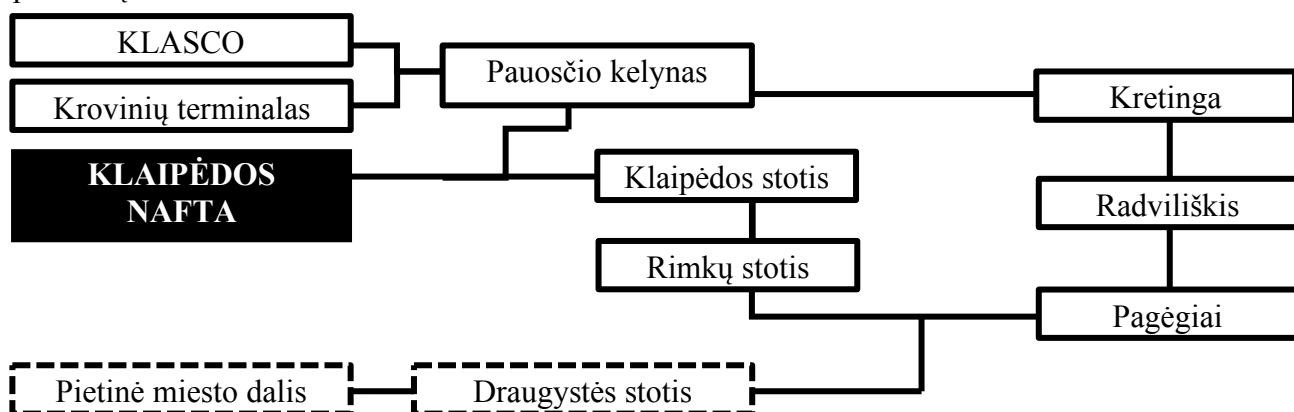
Šaltinis: VĮ Klaipėdos valstybinė jūrų uostų direkcija (Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija, 2018)

Naftos terminalo pirmos ir antros krantinių konstrukcija, remiantis VĮ Klaipėdos valstybinės jūrų uostų direkcijos (Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija, 2018) duomenimis:

- Pirsas ir keturi palai, sujungti pereinamaisiais tilteliais;
- Kranto tvirtinimas – šlaitinio profilio statinys;
- Pirsas: Inkaruotas bolverkas iš plieninio įlaido su fasadine sienele, sustiprinta eile plieninių vamzdinių polių;
- Palai : Kiaurojo tipo statiniai ant polinio pagrindo iš plieninių įlaidinių dėžių ir vamzdinių polių su gelžbetoniniu viršutiniu statiniu.

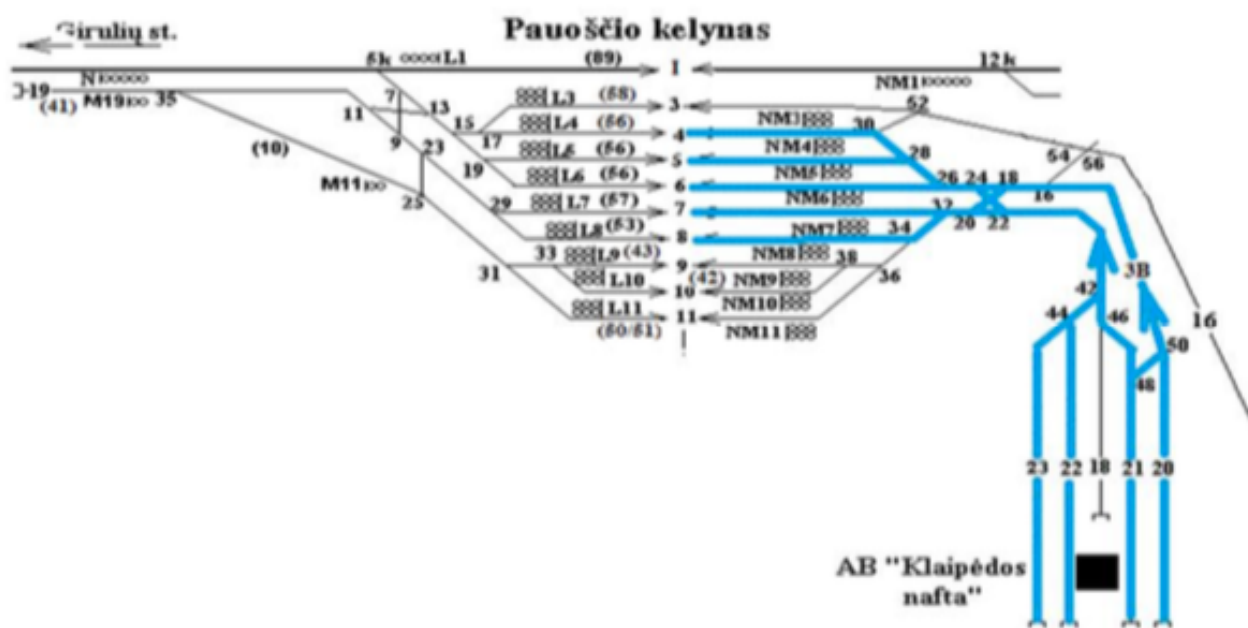
Remiantis AB „Klaipėdos nafta“ informacija (KN metinė ataskaita (2017)) pirmoje ir antroje krantinėse priimami pagal J. Belovos ir R. Mickienės (Belova, J., Mickienė, R., 2012) klasifikavimą išskiriami „Panamax“ (laivo plotis mažesnis nei 32,31 m.; dedveitas 50 000-79 999 t.), „Aframax“ (Laivo plotis didesnis nei 32,31 m.; dedveitas 80 000 – 124 999 t.) ir išimtiniais atvejais „Suezmax“ (laivo dedveitas 125 000 – 199 999 t.) tipo tanklaiviai. Pagal uosto plėtros planą yra numatyta terminalo krantinių plėtra, pastatant dar vieną daugiafunkcinę krantinę ir pailginant jau esamas.

Pagal VĮ Klaipėdos valstybinės jūrų uostų direkcijos (Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija, 2018) duomenis geležinkelio cisternos į Klaipėdos uosto terminalus, o kartu ir į AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalą atgabenamos iš tarpinių stočių, kurios pateiktos 10 paveikslėlyje (supaprastinta schema). Tarpinės stotys naudingos tuo, kad dėl per didelio susikaupusio vagonų skaičiaus vienoje vietoje, jie laikinai gali būti saugomi tolimesnėse stotyse. Tai leidžia terminalui efektyviau planuoti veiklą, sukaupiant didesnius kiekius reikiamų produktų.



10 pav. Tarpinės geležinkelio stotys aptarnaujančios Klaipėdos terminalus. Šaltinis: VĮ Klaipėdos valstybinės jūrų uostų direkcijos (Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija, 2018)

Pausčio kelynas (11 pav.) užtikrina cisternų su naftos produktais pristatymą į naftos terminalo estakadas. Jame vienu metu gali būti kaupiama iki 500 cisternų. Šios geležinkelio stoties efektyvus darbas turi didelę įtaką naftos terminalo krovos potencialui, nes maksimalios galimybės gali būti pasiekiamos tik jei cisternos su naftos produktais pagal iš anksto numatytą eiliškumą paduodamos per trumpiausią galimą laiką.



11 pav. Vagonų nuvarymo į laisvą Pausčio kelyno kelią schema. Šaltinis: Lietuvos Geležinkeliai

Naftos terminalo teritorijoje yra įrengtos 2 geležinkelio estakadas, kurios turi po du kelius:

- 1 estakadoje yra du keliai galintys priimti po 32 geležinkelio cisternas. Šiuose keliuose pilami tamsieji naftos produktai, kuriuos norint išpilti, reikia pašildyti. Jie iš geležinkelio cisternų išpilami šildant šilumokaičiuose tą patį produktą ir jį atgal grąžinant į geležinkelio cisterną su iki esant reikalui 14 barų slėgiu, taip atmušant ir sušildant sustingusį produktą. Remiantis įmonės informacija (KN metinė ataskaita (2017)), šis pažangus technologinis produktų perpilimo sprendimas leidžia užtikrinti kraunamų naftos produktų kokybę, išpylimo efektyvumą ir panaikinti produktų kiekių praradimo tikimybę.
- 2 estakadoje yra įrengti du keliai, galintys priimti po 30 geležinkelio cisternų. Vienas iš jų yra pritaikytas visų tipų naftos produktų išpylimui su galimybe mazutą pašildyti garu, o kitas pritaikytas skirtingų rūšių šviesiesiems naftos produktams.

Taigi AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalas vienu metu estakadose gali pilti 124 geležinkelio cisternas su skirtingais produktais. Vertinant 2018 metų naftos terminalo krovą per mėnesį į naftos terminalą atvežama apie 549000 tonų krovinių. Tai reiškia, kad per mėnesį į bendrovę atvežama apie 9150 vagonų, kitaip tariant 153 traukiniai su naftos produktais.

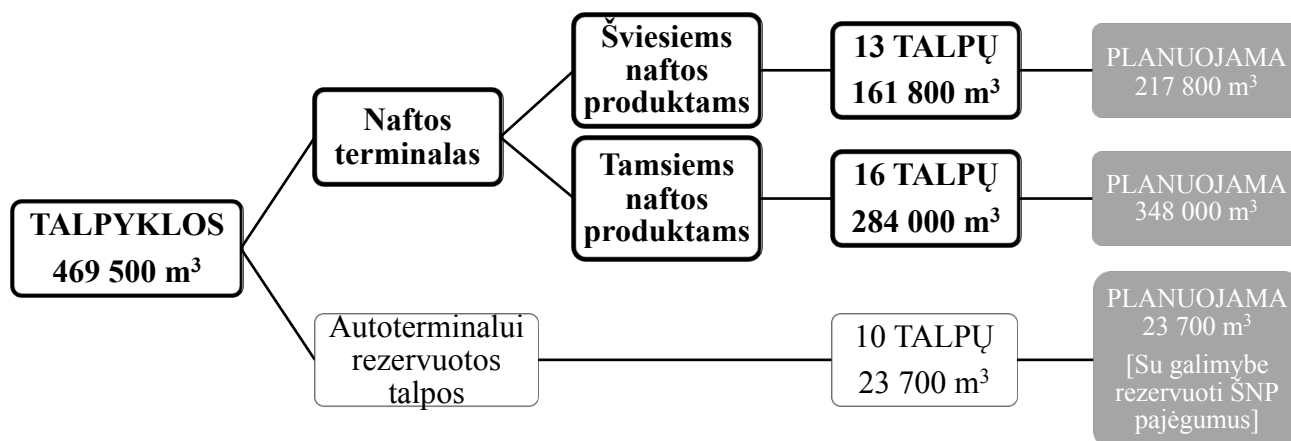
Bendrovėje planuojama geležinkelio estakadų plėtra, pastatant dar vieną estakadą, turinčią du kelius. Įgyvendinus šį terminalo infrastruktūros plėtros etapą, terminalas galėtų vienu metu iškrauti naftos produktus iš 156 cisternų, kas būtų 26 procentais daugiau, lyginant su dabar turimomis galimybėmis (AB „Klaipėdos nafta“. 2016. Naftos produktų iškrovimo estakados, geležinkelio atšakos bei naujų naftos produktų talpyklų statyba ir eksploatacija).

### ***2.2.2 Naftos terminalo produktų kaupimo pajėgumai***

Terminalo talpyklų parką sudaro 35 talpyklos naftos produktams kaupiti, 4 talpos bio priedams ir 2 multifunkciniams priedams laikyti. Bendras talpyklose laikomų naftos produktų tūris – 469500 m<sup>3</sup>, neįskaitant prieš tai nepaminėtų valymo įrengimų talpyklų, bei autocisternomis išvežamų produktų priedų talpyklų, kurių tūris mažiau nei 100 m<sup>3</sup> (KN, 2016. Šviesių naftos produktų parko II plėtros etapas). Terminalo talpyklos susietos vamzdynų trasomis, kurios ne tik užtikrina skirtingų produktų atskyrimą, siekiant išsaugoti jų kokybę, bet ir suteikia terminalui lankstumo pasirenkant talpas produktų kaupimui. Tiek šviesiųjų, tiek daugumoje tamsiųjų naftos produktų talpyklose yra sumontuoti plaukiojantys pontonai, sumažinantys lakiųjų organinių junginių patekimą į atmosferą

12 pav. pavaizduotas naftos produktų talpyklų pasiskirstymas pagal veiklą ir pagal produktų rūšis. Autoterminalui skirta tik apie 5% viso bendro galimo saugoti terminale tūrio, priskirtų talpyklų tūris ir apyvartumas nedideli, nes lyginant su bendra krova terminale, autocisternomis vežamas kiekis yra gerokai mažesnis nei geležinkelio cisternomis. Tyrimo atlikimo metu naftos

terminalo pagrindinei veiklai buvo skirtos 29 talpos, iš kurių šviesiems naftos produktams (ŠNP) skirta 13 talpyklų su 161800 m<sup>3</sup> tūriu ir 16 talpyklų su 284000 m<sup>3</sup> tūriu tamsiems naftos produktams (TNP). Taip pat paveikslėlyje pavaizduota numatoma terminalo talpyklų plėtra ir galimas produktams skirtas tūris pasiskirstymas.



12 pav. Naftos produktų talpyklos terminale. Šaltinis: AB „Klaipėdos nafta“

Dalis terminalo talpyklų yra rezervuota antriniam naftos produktų paskirstymui – autocisternų krovai. Į šias talpyklas naftos produktai atplukdomi tanklaiviais arba atvežami geležinkelio cisternomis, o išgabunami pasitelkiant naftos terminalo teritorijoje įrengtą autocisternų pripylimo aikštelę. Šioje aikštelėje, remiantis AB „Klaipėdos nafta“ metine ataskaita (KN metinė ataskaita (2017)), vienu metu gali būti kraunamos keturios kurą vežančios autocisternos. Aikštelėje įrengti 8 pildymo įrenginiai, leidžiantys vienu metu į autocisternas krauti 8 rūšių šviesiuosius naftos produktus. Tolimesniame darbe, atliekant naftos terminalo pirminio produktų paskirstymo krovos potencialo tyrimą, ši terminalo veikla nebus vertinama, nes siekiant įvertinti autocisternų krovos efektyvumą, turėtų būti atliekamas atskiras tyrimas.

Vertinant kitus technologinius terminalo ypatumus galima išskirti, angliavandenilių garų ir kitų lakiųjų organinių junginių utilizavimo sistemas: tanklaiviuose susidarančių naftos produktų garų deginimo įrenginį, kurį terminalas pasistatė vienas iš pirmųjų Europoje (KN metinė ataskaita (2017)); angliavandenilių garų rekuperavimo įrenginį, kuris, remiantis AB „Klaipėdos nafta“ 2016 metų socialinės atsakomybės ataskaita, yra pastatytas įmonės estakadų teritorijoje, siekiant sumažinti šio proceso metu išskiriamų lakiųjų organinių junginių patekimą į atmosferą ir užtikrinti ekologinių reikalavimų įgyvendinimą.

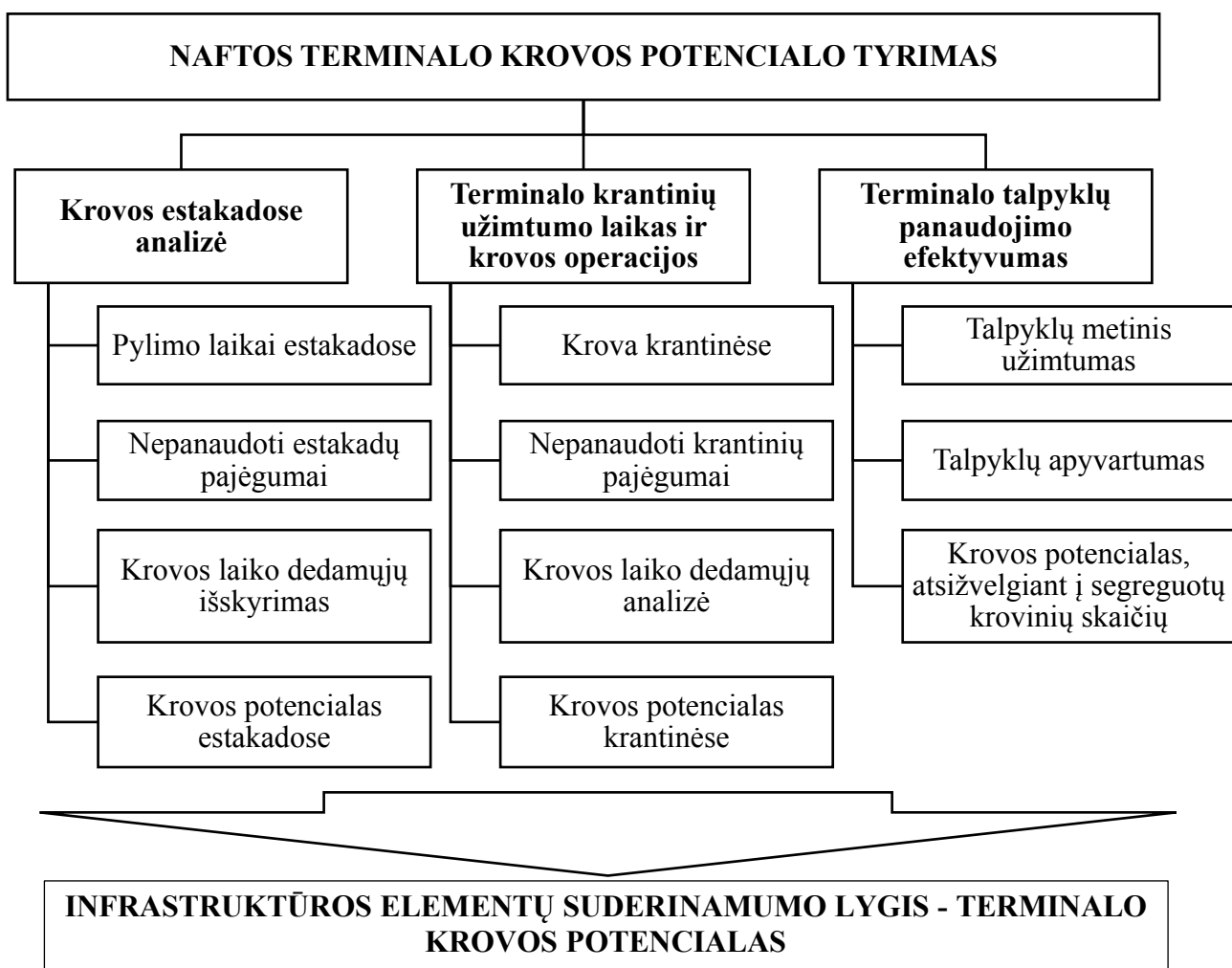
*Apibendrinant galima teigti, kad AB „Klaipėdos nafta“ veikla yra smarkiai diversifikuota, nes ji užsiima ne tik naftos produktų krova, bet ir valstybinių atsargų saugojimu, SGD importu ir tiekimu šalies vartotojams bei komercine SGD prekyba. Analizuojamos veiklos – naftos terminalo krovos dinamikoje pastebima nepastovumo, krovos apimtys vienais metais didėja, kitais vėl smunka.*

*Infrastruktūros analizė parodė, kad AB „Klaipėdos nafta“ turi 2 estakadas galinčias priimti po 32 cisternas, kuriose pilami tamsieji naftos produktai su temperatūriniu režimu bei 2 universalias estakadas po 30 cisternų, iš kurių vienoje gali būti pilami tiek tamsieji, tiek šviesieji naftos produktai, o kitoje įvairių rūšių šviesieji produktai. Tanklaiviai priimami dvejose krantinėse, o produktai kaupiami 39 talpyklose, kurių bendras tūris siekia 469,5 tūkst. kubinių metrų. Siekiant nustatyti, koks yra AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos potencialas, pirmiausia reikia ištirti kokia krova buvo vykdoma per išanalizuotus pagrindinius infrastruktūros elementus, koks jų krovos potencialas bei šio potencialo suderinamumo lygis tarpusavyje.*

### III. NAFTOS TERMINALO KROVOS POTENCIALO TYRIMO METODIKA

Mokslinėje literatūroje akcentuojama, kad vienas pagrindinių terminalo uždavinių yra sumažinti transporto sistemų (laivų, geležinkelių vagonų, automobilių) pakrovimo ir iškrovimo laiką. Labai svarbu teisingai organizuoti ir vykdyti krovinių sandėliavimą bei išdėstymą terminale ir maksimaliai išnaudoti krovos darbų technikos ir technologijos našumą. Būtina, kad įrenginių, skirtų krovos darbams vykdyti terminale būtų tiek, kiek maksimaliai galima būtų išnaudoti, taip pat įrenginių galingumas turi atitikti krovos darbų normas, kad krovos darbai galėtų vykti nenutrūkstamai, nesudarant prastovų, bet kartu ir saugiai.

13 paveikslėlyje pavaizduota, kad atliekant naftos terminalo krovos potencialo tyrimą, reikia atskirai įvertinti svarbiausių elementų – estakadų, krantinių ir talpyklų esama krovą, krovos laiko sudedamąsias dalis, neišnaudotus pajėgumus ir maksimalias galimybes. Turint šią informaciją galima įvertinti atskirų terminalo infrastruktūros elementų krovos potencialo tarpusavio suderinamumą, jo didinimo galimybes, bei nustatyti viso terminalo bendrą krovos potencialą.



13 pav. Naftos terminalo krovos potencialo tyrimo pagrindiniai aspektai

Tyrimo tikslams pasiekti pasitelkiama autoriaus sudarytais naftos terminalo krovos potencialo vertinimo metodologiniais pagrindais. Formulų struktūra paremta daugyba, dalyba ar adityviu principu, pagrindiniai kintamieji yra laikas ir tonos, dėl ko matematiškai jos neturi apribojimų panaudojimui (neįvertinant praktinės veiklos statistinių duomenų nustatymo klaidų). Tyrimo metodika yra universali ir gali būti pritaikyta kitam tiriamam objektui (naftos terminalui), tačiau formulų struktūra sudaryta remiantis AB „Klaipėdos nafta“ technologinio proceso struktūra ir kaupiamais duomenimis, dėl ko prieš tiriant kitus objektus, formules būtų rekomenduojama patikslinti, tačiau skaičiavimo algoritmas nesikeis. Atliktų analitinių sprendimų adekvatumas patvirtinamas pritaikant sukurta tyrimo metodiką pasirinktam tiriamam objektui.

### 3.1 Krovos potencialo estakadose tyrimo metodika

Krovos estakadose tyrimas atliekamas etapais:

- Analizuojami pylimo laikai estakadose;
- Įvertinamas estakadų užimtumas;
- Nustatomas krovos potencialas esant optimaliam krovinių srautui;
- Kiekviena estakada vertinama atskirai, siekiant nustatyti bendro krovos kiekio padidinimo galimybes;
- Krovos potencialas optimaliam krovinių srautui papildomas galimu iškrauti kiekiu po vidinio estakadų darbo optimizavimo.

Įvertinus krovos estakadose per metus statistinius duomenis randamas laikas, kiek estakados buvo tuščios arba laukė krovinių. Tuomet šis laikas panaudojamas ieškant maksimalių krovos estakadose galimybių, darant prielaidą, kad nepriklausomai nuo pauosčio kelyno apkrovimo, jis visada dirba optimaliu režimu. Tuomet:

$$NPL = T - BT - LI - PS * PP \quad (1)$$

Čia:

*NPL* – Neišnaudoti pajėgumai atitinkamoje estakadoje (neišnaudotas laikas);

*T* – valandų skaičius per metus;

*BT* – Bendra analizuojamo laikotarpio išpylimo trukmė;

*LI* – Laukiamas cisternų ištraukimas;

*PS* – Padavimų skaičius į atitinkamą estakadą analizuojamais metais;

*PP* – Padavimo laikas (skaičiuojamas nuo ištraukimo laiko, iki kada pastatomas naujas padavimas).

Tolimesniems skaičiavimams kiekvienoje estakadoje randami:

- *Kvid<sub>n</sub>* – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;
- *Qvid<sub>n</sub>* – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje.

Tyrimui naudojant vidutinį cisternų perpadavimo (estakadoje esančių išpiltų cisternų ištraukimo ir pilnų cisternų atvarymo) laiką ( $PP$ ), pirmiausia reikia eliminuoti rezultatus iškraipiančius dydžius, kuomet į estakadas cisternos paduodamos vėliau dėl atvykstančių traukinių vėlavimo, per mažo krovinių skaičiaus ir pan. Tai galima padaryti skaičiuojant vidutinį cisternų perpadavimo laiką, esantį sutartyje numatytose ribose – vidurkis randamas tik cisternų perpadavimo laikams, kurie yra mažesni už sutartyje leistiną maksimalų laiką. Atsižvelgiant į šiuos vidutinius pylimo laikus ir kiekius, cisternų perpadavimo laiką, bei turint kiekvienos estakados neišnaudotus pajėgumus ( $NPL$ ), galima rasti bendrą papildomai perkraunamą kiekį:

$$NPQ = \sum NPQ_n = \sum \left( \frac{NPL_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (2)$$

Čia:

$NPQ$  – neišnaudotų pajėgumų kiekis (tonomis);

$n$  – estakados numeris;

$NPL_n$  – neišnaudoti pajėgumai atitinkamoje estakadoje (neišnaudotas laikas);

$Kvid_n$  – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;

$PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas;

$Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje.

Remiantis šiais skaičiavimais randama kiek papildomai būtų buvę analizuojamais metais iškrauta krovinio naftos terminalo estakadose, jei neišnaudoti pajėgumai būtų panaudoti. Kiekvienos estakados neišnaudoti pajėgumai dalinami iš vidutinio krovos laiko estakadoje kartu su vidutiniu perpadavimo laiku ir padauginama iš vidutinio estakadoje pilno padavimo krovinio svorio. Šių dydžių suma ir parodo kiek būtų buvę galima perkrauti estakadose jei visų analizuojamų metų bėgyje būtų buvę užtektinai krovinio ir vietos jam sandėliuoti.

Maksimalus galimas iškrauti papildomas kiekis optimizavus geležinkelio darbą randamas analogiškai, darant prielaidą, kad papildomai laukti kol bus pradėtos ištraukinėti cisternos iš estakados nereikia, o padavimas ir ištraukimas įskaičiuojami į bendrą vidutinį perpadavimo laiką ( $PP_{vid}$ ):

$$GLE = \sum GLE_n = \sum \left( \frac{LI_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (3)$$

Čia:

$GLE$  – efektyvesnio geležinkelio darbo dėka galimas iškrauti papildomas kiekis (t);

$n$  – estakados numeris;

$GLE_n$  – efektyvesnio geležinkelio darbo dėka galimas iškrauti papildomas kiekis kiekvienoje estakadoje;

$LI_n$  – Laukiamas cisternų ištraukimas iš atitinkamos estakados;

$Kvid_n$  – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;

$PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas;

$Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje.

Toliau duomenys analizuojami ieškant vidinio krovos potencialo ir jo didinimo galimybių. Siekiant nustatyti pylimų išsibarstymo priežastis, reikalingas tolimesnis duomenų apdorojimas, pirminių duomenų išlyginimas slenkančiu vidurkiu, kurio esmė yra laiko eilutės transformavimas į naują laiko eilutę, kurioje atskiri ankstesnės eilutės laikai pakeičiami kelių duomenų vidutiniu dydžiu. Taip būtų patikrinamas sezoniškumas ir dėsningumas. Slenkančio vidurkio formulė:

$$SV_t = \frac{1}{n} \sum y_{t-n+1} = \frac{(y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-n+1})}{n} \quad (4)$$

Čia:

$SV_t$  – slenkančio vidurkio metodu suskaičiuota nauja išpylimo trukmė;  
 $y$  – estakadoje pilamo naftos produkto atitinkamo išpylimo trukmė;  
 $t$  – išpylimo laiko numeris eilėje;  
 $n$  – slenkančiam vidurkiui skaičiuoti pasirinktas išpylimo laikų skaičius.

Kiekvieno pylimo estakadoje laikai suskirstomi į:

- Laikas ruošiant cisternas išpylimui (paruošimo laikas);
- Krovos laikas (pumpavimo laikas);
- Cisternų uždarymo laikas baigus krovai (nuruošimo laikas).

Apskaičiavus šių laikų dinamiką, galima daryti prielaidas kokios priežastys ir kodėl turėjo įtakos bendram krovos laikui ir terminalo krovos estakadose potencialui. Taip pat jie panaudojami apskaičiuojant galimą optimizuoti laiką kiekvienoje estakadoje:

$$KO_n = \sum (K_N - K_{min}) \quad (5)$$

$$PO_n = \sum (P_N - P_{min}) \quad (6)$$

$$UO_n = \sum (U_N - U_{min}) \quad (7)$$

$$O_n = KO_n + PO_n + UO_n \quad (8)$$

Čia:

$KO_n$  – galimas optimizuoti krovos laikas;  
 $K_N$  – krovos laikas ( $n$ ) estakadoje;  
 $K_{min}$  – minimalus krovos laikas estakadoje;  
 $PO_n$  – galimas optimizuoti cisternų paruošimo krovai laikas;  
 $P_N$  – cisternų paruošimo krovai laikas  $N$ ;  
 $P_{min}$  – minimalus cisternų paruošimo krovai laikas estakadoje;  
 $UO_n$  – galimas optimizuoti cisternų uždarymo po krovos laikas;  
 $U_N$  – cisternų uždarymo po krovos laikas  $N$ ;  
 $U_{min}$  – minimalus cisternų uždarymo po krovos laikas;  
 $N$  – į estakadą paduoto maršruto numeris;  
 $n$  – estakados numeris;  
 $O_n$  – galimas optimizuoti  $n$  estakados bendros krovos laikas.

Gauti rezultatai panaudojami randant galimus papildomai iškrauti naftos produktų kiekius, padidinus krovos ar cisternų atidarymo ir uždarymo efektyvumą:

$$K_{opt} = \sum \left( \frac{KO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (9)$$

$$P_{opt} = \sum \left( \frac{PO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (10)$$

$$U_{opt} = \sum \left( \frac{UO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (11)$$

Čia:

$K_{opt}$  – galimas papildomai iškrauti kiekis per metus padidinus krovos įrangos efektyvumą;

$P_{opt}$  – galimas papildomai iškrauti kiekis per metus padidinus cisternų paruošimo krovai efektyvumą;

$O_{opt}$  – galimas papildomai iškrauti kiekis per metus padidinus cisternų uždarymo efektyvumą;

$KO_n$  – galimas optimizuoti krovos laikas;

$PO_n$  – galimas optimizuoti cisternų paruošimo krovai laikas;

$UO_n$  – galimas optimizuoti cisternų uždarymo po krovos laikas;

$Kvid_n$  – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;

$PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas;

$Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje;

$n$  – estakados numeris.

Krovos estakadose potencialas esant optimaliam krovinių srautui papildomas galimu iškrauti kiekiu po vidinių galimybių optimizavimo ir taip randamas maksimalus galimas iškrauti naftos produktų kiekis estakadose:

$$E_{max} = Q_m + NPQ + GLE + K_{opt} + P_{opt} + U_{opt} \quad (12)$$

Čia:

$E_{max}$  – maksimalus krovos estakadose potencialas.

$Q_m$  – analizuojamų metų krova estakadose (mln. t)

Toliau šio kiekio optimizavimo poreikis nustatomas suderinant terminalo infrastruktūros galimybes.

### 3.2 Krovos potencialo krantinėse tyrimo metodika

Atliekant naftos terminalo krovos krantinėse analizę pirmiausia reikia įvertinti krovą krantinėse ir skirtingų naftos produktų pasiskirstymą:

- Kuri dalis bendro kiekio pakraunama analizuojamose krantinėse;
- Kokia yra terminalo krovos krantinėse specializacija:
  - Kokia santykinė tamsiųjų ir šviesiųjų naftos produktų dalis bendroje krovoje;
  - Ar ryški atskirų krantinių specializacija (dominuoja šviesieji ar tamsieji naftos produktai).

Įvertinus krovos pasiskirstymą ir diversifikaciją reikia įvertinti analizuojamų krantinių užimtumą:

$$K_X = \sum \check{S}V_X + \sum KO_X + \sum KV_X \quad (13)$$

$$L_X = T - K_X \quad (14)$$

Čia:

$K_X$  – atitinkamos krantinės užimtumas per metus (valandos);

$X$  – krantinės numeris;

$\check{S}V$  – švartavimo operacijos laikas;

$KO$  – kitų operacijų prie krantinės laikas (tankų priėmimas, krovos rankovių pajungimas ir atjungimas, dokumentų paruošimas ir muitinės procedūros);

$KV$  – krovos laikas;

$L$  – tuščios krantinės laikas per metus;

$T$  – valandų skaičius per metus.

Anot X. Feng (Feng, X., et al, 2015) mokslinėje literatūroje šiuo tikslu yra bandyta sudaryti ne vieną modelį, tačiau susidūrus su realių terminalų veiklos sudėtingumu, šie modeliai dažnai tampa sunkiai pritaikomi. Dėl šios priežasties tyrimui pasirenkamas paprastesnis ir arčiau praktinės situacijos esantis metodas. Kadangi atplaukiantys laivai dėl įvairių priežasčių gali vėluoti, o tikslų laiką derinant iš anksto yra sunku numatyti, dažniausiai tanklaivių krovai skiriamas iš anksto numatytas „krovos langas“, kurio metu tanklaivis turi atvykti ir iki kurio pabaigos baigti krovą.

Tuomet nepakanka vertinti vien fizinių krantinės užimtumą. Reikia įvertinti ir kiek kiekvieno tanklaivio atvykimui buvo rezervuota laiko:

$$KR_X = \sum(N_X * R_{NP}) \quad (15)$$

$$KL_X = T - KR_X \quad (16)$$

$$PR_X = \frac{KL_X}{R_{NP}} \quad (17)$$

Čia:

$KR_X$  – atitinkamos krantinės rezervavimo per metus laikas;

$X$  – krantinės numeris;

$N$  – per metus prie atitinkamos krantinės nustatyto dydžio planuojamų prišvartuoti laivų skaičius;

$R_{NP}$  – atitinkamam naftos produktui krauti atplaukiančio tanklaivio rezervuojamas laikas;

$NP$  – tamsieji arba šviesieji naftos produktai;

$KL_X$  – laisvas atitinkamos krantinės laikas;

$T$  – valandų skaičius per metus;

$PR_X$  – išnaudojant nerezervuotą laiką atitinkamoje krantinėje galimas papildomai pakrauti tanklaivių skaičius.

Žinant kiek per analizuojamus metus buvo rezervuota laiko tanklaivių atvykimui, reikia įvertinti jų atvykimo tikslumą. Tai leidžia nustatyti „krovos lango“ ilgumo poreikį ir tikimybę laivams nespėti baigti krovos jo metu:

$$D = D_0 - D_f \quad (18)$$

Čia:

$D$  – dienų skaičius, kiek buvo atvykta anksčiau numatyto laiko arba pavėluota;

$D_0$  – numatytas atvykimo laikas;

$D_f$  – faktinis atvykimo laikas.

Šie rezultatai panaudojami siekiant įvertinti atvykstančių laivų vėlavimo santykinę dalį. Taip nustatant, kokia dalis per analizuojamus metus atvykusių laivų turėjo galimybę sumažinti maksimalias krovos galimybes krantinėse, uždelsiant daugiau laiko, nei buvo numatyta sudarant atvykimų grafiką.

Įvertinus laivų vėlavimą reikia išskirti jų stovėjimo prie krantinės laiko dedamąsias:

- Švartavimas;
- Laivo talpų patikrinimas ir paruošimas krovai;
- Terminalo pasiruošimas krovai – krovos rankovių prijungimas;
- Krova;
- Krovos rankovių atjungimas;
- Dokumentacijos tvarkymas, muitinės procedūros ir atšvartavimas (Agentų/locmanų laikas).

Pagal šias dedamąsias galima išskirti, kokia santykinė dalis tanklaivių visas operacijas atliko per kokį laiką ir taip nustatyti optimalų tanklaiviui būtiną rezervuoti laiką.

Optimalus kraunamas kiekis nustatomas analizuojant statistinius duomenis, dažniausiai pasitaikančius dydžius bei vidutinius krovos našumus. Taip pat nustatomas koreliacijos koeficientas tarp pakraunamo kiekio ir krovos našumo:

$$\text{Correl}(Q, LR) = \frac{\sum(Q - \bar{Q})(LR - \bar{LR})}{\sqrt{\sum(Q - \bar{Q})^2 \sum(LR - \bar{LR})^2}} \quad (19)$$

Čia:

$\text{Correl}$  – koreliacijos koeficientas;

$Q$  – pakraunamas kiekis;

$LR$  – krovos našumas (angl. Loading Rate).

Tuomet gauti optimalūs krantinių rezervavimo laikai bei optimalūs kraunami atitinkamų naftos produktų kiekiai panaudojami nustatant krovos krantinėse potencialą – maksimalias krovos galimybes ( $K_{MAX}$ ):

$$K_{MAX} = \frac{T}{T1_{opt}} * Q1_{opt} + \frac{T}{T2_{opt}} * Q2_{opt} \quad (20)$$

Čia:

$K_{MAX}$  – maksimalus naftos produktų kiekis, kuris gali būti kraunamas terminalo krantinėse;

$T$  – laikas – paros per metus;

$T1_{opt}$  – optimalus laikas rezervuojamas į I krantinę atplaukiantiems laivams;

$Q1_{opt}$  – optimalus kiekis šviesiųjų naftos produktų, kurie gali būti pakrauti į tanklaivį I krantinėje;

$T2_{opt}$  – optimalus laikas rezervuojamas į II krantinę atplaukiantiems laivams;

$Q2_{opt}$  – optimalus kiekis tamsiųjų naftos produktų, kurie gali būti pakrauti į tanklaivį II krantinėje.

Toliau šie rezultatai, kaip ir krovos estakadose potencialo vertinimas, panaudojami vertinant

atskirų terminalo elementų suderinamumą ir bendrąjį naftos terminalo krovos potencialą.

### 3.3 Talpyklų panaudojimo efektyvumo tyrimo metodika

Svarbiausi rodikliai vertinant naftos terminalo talpyklų panaudojimo efektyvumą yra:

- Talpyklų skaičius;
- Talpyklų tūris;
- Talpyklų paskirtis (šviesiesiems ar tamsiesiems naftos produktams skirtos);
- Talpyklų apyvartumas (kiek kartų per metus naftos produktų kiekis jose pakeičiamas);
- Koks naftos produktų kiekis per metus pakraunamas į turimas talpyklas.

Siekiant apskaičiuoti talpyklų apyvartumą, reikia įvertinti, koks kiekis naftos produktų buvo pakrautas į kiekvieną talpyklą ir kiek kartų iš jų buvo išpumpuotas laisvai paimamas naftos produktų kiekis:

$$AP_n = \frac{\sum Q_{est}}{QLP_n} \quad (21)$$

Čia:

$AP_n$  – naftos produktų apyvarta atitinkamoje talpykloje per metus;

$Q_{est}$  – iš terminalo estakados į atitinkamą talpyklą įpiltas naftos produktų kiekis (tonomis);

$QLP_n$  – laisvai išpumpuojamas kiekis iš atitinkamos talpyklos;

$n$  – talpyklos numeris.

Kiekis, kuris per metus yra pakraunamas į kiekvieną talpyklą randamas, kaip  $Q_{est}$  suma.

Įvertinus talpyklų panaudojimo efektyvumą, reikia nustatyti, kiek ir kokios optimalios šviesiųjų ir tamsiųjų naftos produktų partijos gali būti sukauptos terminale. Tai turi įtakos vertinant bendrą naftos terminalo krovos potencialą.

### 3.4 Atskirų terminalo elementų suderinamumo tyrimo metodika

Atlikus atskirų terminalo krovos grandinės dalių krovos potencialo tyrimą, reikia nustatyti, koks yra esamas ir optimizuotas suderintas terminalo krovos potencialas. Pirmiausia reikia įvertinti laiką, kurio reikia norint sukaupti pasirinktas optimalias tanklaivių krovos partijas, atsižvelgiant į esamas naftos produktų kaupimui skirtas talpyklas, neoptimizuojant estakadų darbo:

$$\check{S}NP_{rez} = \frac{\check{S}NP(N)}{Q_{vid_n}} * (K_{vid_n} + PP_{vid}) \quad (22)$$

$$TNP_{rez} = \frac{TNP(N)}{Q_{vid_n}} * (K_{vid_n} + PP_{vid}) \quad (23)$$

Čia:

$\check{S}NP_{rez}$  – šviesiųjų naftos produktų tanklaivių partijų kaupimui rezervuojamas laikas;

$TNP_{rez}$  – tamsiųjų naftos produktų tanklaivių partijų kaupimui rezervuojamas laikas;

$\check{S}NP(N)$  – kaupiama šviesiųjų naftos produktų partija;

$TNP(N)$  – kaupiama tamsiųjų naftos produktų partija;  
 $N$  – partijos numeris;  
 $Kvid_n$  – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;  
 $PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas;  
 $Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje;  
 $n$  – estakados numeris.

Tuomet trūkstamas arba perteklinis kiekis randamas iš partijom reikiamo sukaupti laiko atimant nustatytą optimalų tanklaivių krovai skirtą laiką ir pagal šį skirtumą randant reikiamą papildomai iškrauti naftos produktų kiekį estakadose:

$$Q_{trūkst} = \frac{T_N}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \quad (24)$$

Čia:

$Q_{trūkst}$  – trūkstamas naftos produktų kiekis nustatytos tanklaivio partijos kaupimui;  
 $T_N$  – atitinkamos partijos naftos produktų kaupimui trūkstamas laikas;  
 $N$  – partijos numeris;  
 $Kvid_n$  – vidutinis krovos laikas atitinkamoje estakadoje;  
 $Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje;  
 $PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas.

Vertinant krovinio estakadose kaupimo galimybes visiškai optimizavus cisternų paruošimo krovai ir uždarymo po krovos laiką, bei pačią krovą, laikas, kurio reikėtų sukaupti kroviniui būtų apskaičiuojamas:

$$\check{SNP}_{rez} = \frac{\check{SNP}(N)}{Qvid_n} * (P_{\min(n)} + K_{\min(n)} + U_{\min(n)} + PP_{vid}) \quad (25)$$

$$TNP_{rez} = \frac{TNP(N)}{Qvid_n} * (P_{\min(n)} + K_{\min(n)} + U_{\min(n)} + PP_{vid}) \quad (26)$$

Čia:

$\check{SNP}_{rez}$  – šviesiųjų naftos produktų tanklaivių partijų kaupimui rezervuojamas laikas;  
 $TNP_{rez}$  – tamsiųjų naftos produktų tanklaivių partijų kaupimui rezervuojamas laikas;  
 $\check{SNP}(N)$  – kaupiama šviesiųjų naftos produktų partija;  
 $TNP(N)$  – kaupiama tamsiųjų naftos produktų partija;  
 $N$  – partijos numeris;  
 $PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas;  
 $Qvid_n$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje;  
 $K_{\min(n)}$  – minimalus krovos laikas estakadoje;  
 $P_{\min(n)}$  – minimalus cisternų paruošimo krovai laikas estakadoje;  
 $U_{\min(n)}$  – minimalus cisternų uždarymo po krovos laikas;  
 $n$  – estakados numeris.

Vertinant optimizuotą partijų kaupimo laiką, trūkstamas kiekis būtų nustatomas:

$$Q_{trūkst} = \frac{T_N}{P_{\min(n)} + K_{\min(n)} + U_{\min(n)} + PP_{vid}} * Qvid_n \quad (27)$$

Čia:

$Q_{trūkst}$  – trūkstamas naftos produktų kiekis nustatytos tanklaivio partijos kaupimui;

$T_N$  – atitinkamos partijos naftos produktų kaupimui trūkstamas laikas;

$N$  – partijos numeris;

$Q_{vid_n}$  – vidutinis kiekis vienu padavimu išpilamas atitinkamoje estakadoje;

$K_{min(n)}$  – minimalus krovos laikas estakadoje;

$P_{min(n)}$  – minimalus cisternų paruošimo krovai laikas estakadoje;

$U_{min(n)}$  – minimalus cisternų uždarymo po krovos laikas;

$n$  – estakados numeris;

$PP_{vid}$  – vidutinis cisternų perpadavimo laikas.

Tuomet suderintas terminalo krovos estakadose ir krantinėse potencialas, įvertinus metų pradžioje reikiamą krovinio sukaupimui skirtą tanklaivių atvykimo atidėjimą, būtų:

$$KN_{max} = \frac{T_{met} - T_{atid}}{\sum T(I)_{rez}} * \sum \check{S}NP(N) + \frac{T_{met} - T_{atid}}{\sum T(II)_{rez}} * \sum TNP(N) \quad (28)$$

Čia:

$KN_{max}$  – suderintas krovos terminalo estakadose ir krantinėse potencialas;

$\check{S}NP(N)$  – kaupiama šviesiųjų naftos produktų partija;

$TNP(N)$  – kaupiama tamsiųjų naftos produktų partija;

$N$  – partijos numeris;

$T_{met}$  – parų skaičius per analizuojamus metus;

$T_{atid}$  – pradiniam krovinio kaupimui skirtas laikas metų pradžioje;

$T(I)_{rez}$  – I krantinėje tanklaivių atvykimui rezervuojamas laikas;

$T(II)_{rez}$  – II krantinėje tanklaivių atvykimui rezervuojamas laikas.

Analizuojamų metų krovos lyginimas su suderintu terminalo krovos potencialu ( $KN_{max}$ ) parodo naftos produktų krovos terminalo potencialo išnaudojimo lygį.

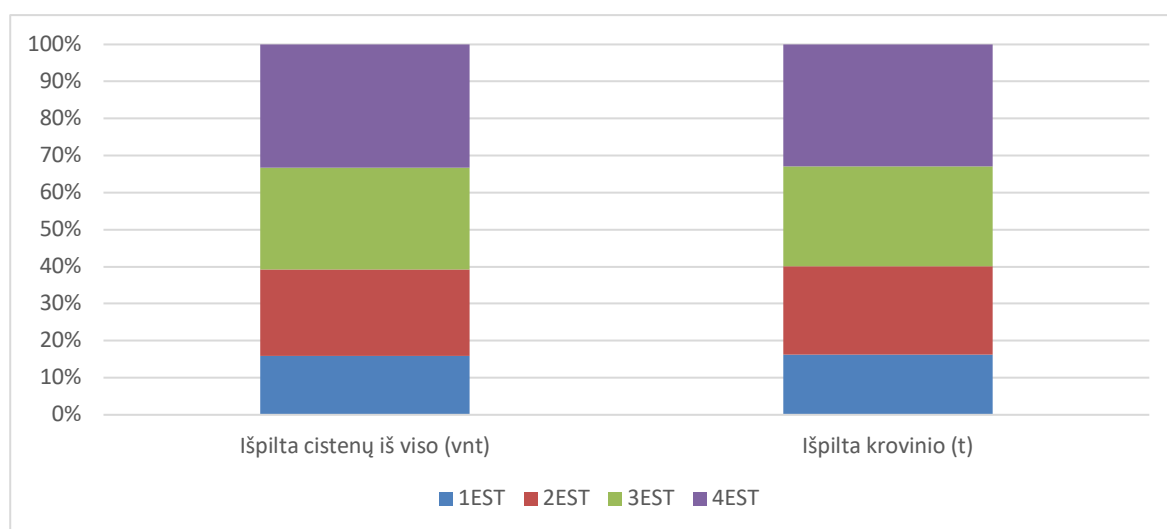
Šie sukurti tyrimo metodologiniai pagrindai skirti naftos terminalo estakadų veiklos analizei, neišnaudotų pajėgumų, krovos potencialo ir jo didinimo galimybių nustatymui. Krantinių užimtumo ir optimalaus rezervavimo laiko nustatymas skirtas krantinės krovos potencialo vertinimui. Suderintas krovos potencialo vertinimas, atsižvelgiant į nustatyto dydžio partijų kaupimo laikus parodo esamą terminalo potencialo išnaudojimo lygį. Metodikos tinkamumas įvertinamas atliekant AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos potencialo tyrimą, vertinant faktinius pasirinktų analizuojamų metų krovos duomenis.

## IV. NAFTOS TERMINALO KROVOS POTENCIALO TYRIMAI

Kaip buvo aptarta atliekant situacijos analizę, AB „Klaipėdos nafta“ krova susideda iš įvairių naftos produktų atvykstančių tiek iš Lietuvos, tiek iš kitų šalių perdirbimo gamyklų. Dėl konfidencialumo toliau analizuojant nėra atskleidžiamas produktų savininkas ar gamykla, o produktai grupuojami į stambesnes produktus apibendrinančias grupes, tokias kaip mazutai, benzinai, dyzelinis kuras ir t.t., nepriklausomai nuo produkto savininko. Analizuojama yra 2018 metų krova, nes tyrimo atlikimo metu už šiuos metus jau yra pateikta naujausia audituota metinės veiklos ataskaita, dėl ko galima naudoti faktinius įmonėje sukauptus duomenis apie visas krovos operacijas atliktas analizuojamais metais. Taip pat, siekiant nepažeisti konfidencialumo, dalis skaičių yra pateikiama santykiniais dydžiais.

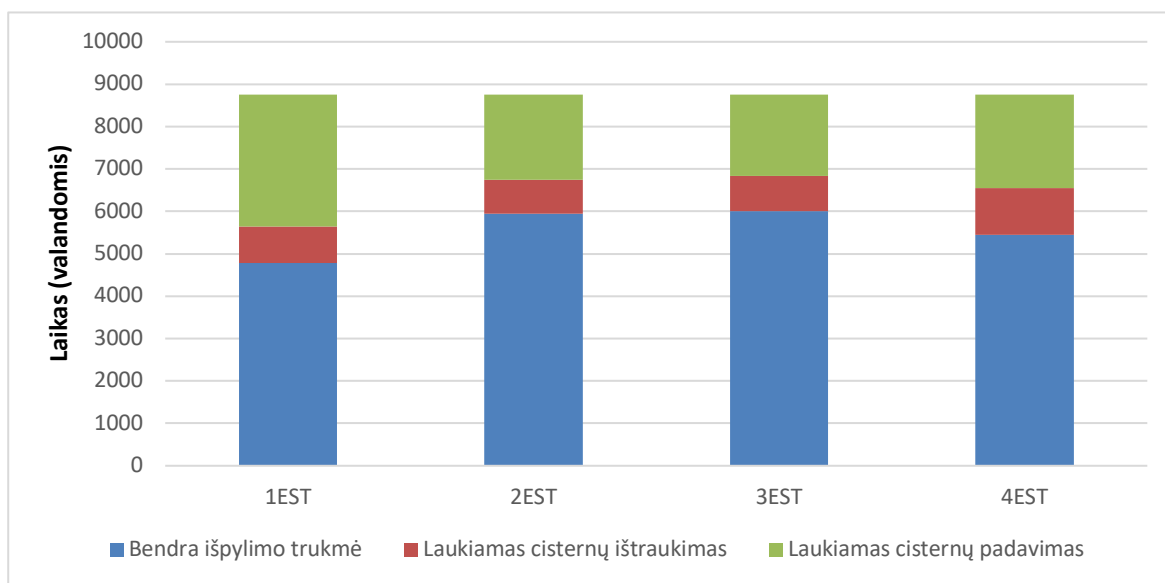
### 4.1 Krovos estakadose analizė ir krovos potencialo vertinimas

Analizuojant terminalo technines charakteristikas buvo nustatyta, kad šiuo metu AB „Klaipėdos nafta“ išpylimą iš geležinkelio cisternų vykdo keturiose estakadose. Dvi iš jų specializuotos tamsių produktų išpylimui, viena universali ir viena specializuota šviesiems naftos produktams. 14 paveikslėlyje pavaizduotas 2018 metų metinės krovos pasiskirstymas pagal terminale esančias estakadas. Iš paveikslėlio matyti, kad pirmoje estakadoje iškraunama mažiausiai cisternų, o kartu ir mažiausiai produktų – apie 16 procentų. Antroje estakadoje iškraunama daugiau krovinių – 24 procentai. Trečioje estakadoje, kur galima pilti ir šviesuosius ir tamsiuosius naftos produktus atitinkamai išpilama apie 27 procentai visų krovinių. Ketvirtoje estakadoje, kur pilami tik šviesieji naftos produktai, per metus išpilama apie 33 procentai visų krovinių. Taigi matoma, kad estakados, kuriose išpylimo technologija yra sudėtingesnė yra išpilama šiek tiek mažiau krovinių.



14 pav. Naftos produktų kiekio ir išpiltų cisternų skaičiaus pasiskirstymas 2018 metais.

Siekiant įvertinti estakadų užimtumą, išpylimo efektyvumą bei jo didinimo galimybes, reikia įvertinti kiek laiko per analizuojamus 2018 metus estakadose buvo pilami produktai – tai yra efektyviai išnaudojamas laikas, o kiek laiko buvo laukiama pilnų cisternų padavimo ar tuščių cisternų ištraukimo. 15 paveikslėlyje matyti, kad pirmoje estakadoje, kur išpilama mažiausiai krovinių, atitinkamai yra ir mažiausia bendra išpylimo trukmė bei ilgiausias laukiamas cisternų padavimo laikas. Antroje ir trečioje estakadose bendra išpylimo trukmė, laukiamas cisternų ištraukimas ir padavimas yra labai panašūs, tačiau reikia atsižvelgti į tai, kad antroje estakadoje išpilama 13,5% mažiau krovinių. Ketvirtoje estakadoje, kur dėl naftos produktų savybių (pilami tik šviesieji naftos produktai) išpilama daugiausiai krovinių, yra mažiausia bendra išpylimo trukmė, tačiau ilgiausias laukiamas cisternų ištraukimo laikas.

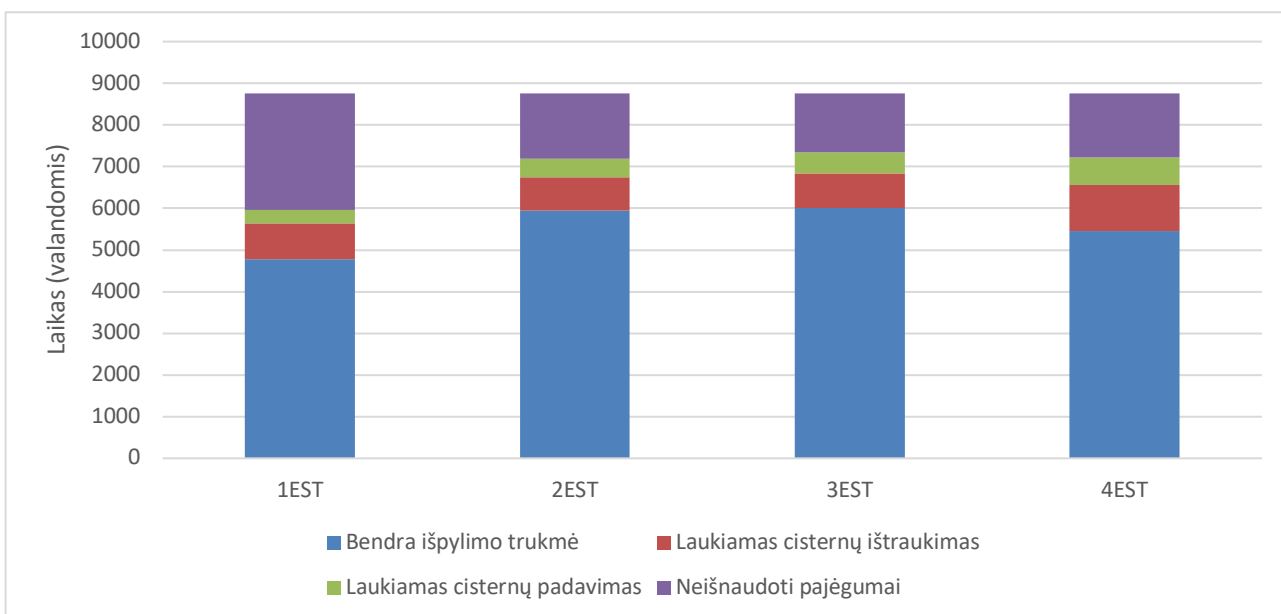


15 pav. Metinis estakadų užimtumas 2018 metais.

18 paveikslėlyje pavaizduotas „Laukiamas cisternų padavimas“ yra toks didelis, nes jis neįvertina situacijos, kai cisternos su kroviniu dar nėra atvykusios, yra tikrinamos, rūšiuojamos ar dėl per didelio cisternų skaičiaus stotyje ar pauosčio kelyne užstatytos ir jų negalima paduoti į estakadas. Šios priežastys eliminuojamos darant prielaidą, kad AB „LG Cargo“, nepriklausomai nuo pauosčio kelyno apkrovimo, visada dirba optimaliu režimu ir padavimus į estakadas perduoda per vidutinį laiką, atitinkantį sutarties sąlygas. Tuomet neišnaudoti pajėgumai randami pagal formulę:

$$NPL = T - BT - LI - PS * PP \quad (1)$$

Reikia atsižvelgti į tai, kad skaičiavimuose panaudotas vidutinis laikas padavimų, kurie atitinka sutarties sąlygas (30 min. padavimo laikas). Sutartyje nurodytas leistinas maksimalus tuščių cisternų padavimo laikas yra ilgesnis, taigi atitinkamai nepanaudoti pajėgumai būtų gerokai mažesni. Šie rezultatai galimi tik geležinkelio šilumvežiui ir kelyno planavimui veikiant optimaliu režimu. Įvertinus labiausiai tikėtiną laiką geležinkeliui dirbant optimaliai, bei apskaičiavus neišnaudotus pajėgumus, bendri rezultatai pateikiami 16 paveikslėlyje.



**16 pav.** Metinis estakadų užimtumas ir neišnaudoti pajėgumai 2018 metais.

Iš 16 paveikslėlio matyti, kad per metus daugiausiai neišnaudotų pajėgumų yra pirmoje estakadoje, kurie sudaro net 32% viso laiko. Antroje ir ketvirtoje estakadose neišnaudotų pajėgumų yra gerokai mažiau, tik 18%. Efektyviausiai išnaudojama trečioji estakada, kurioje neišnaudoti pajėgumai sudaro tik 16% per metus. Iš dalies tai yra susiję su jos universalumu, nes gali būti pilami tiek šviesieji, tiek tamsieji naftos produktai.

Atlikus visų 2018 metais AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo estakadose atliktų pylimų analizę, galima teigti, kad vidutiniai pilnų estakadų išpylimo laikai (neatsižvelgiant į kitas, galinčias turėti įtakos priežastis) bei kiekiai atitinkamai pagal estakadas yra:

- 1EST – vidutinis pylimo laikas 8 valandos, o išpiltas kiekis 1956 tonos;
- 2EST – vidutinis pylimo laikas 6 valandos 30 minučių, o išpiltas kiekis 1958 tonos;
- 3EST – vidutinis pylimo laikas visiems produktams 5 valandos 13 minučių, o išpiltas kiekis 1740 tonos:
  - vidutinis pylimo laikas šviesiems naftos produktams 3 valandos 50 minučių, o išpiltas kiekis 1800 tonų;
  - vidutinis pylimo laikas tamsiems naftos produktams 5 valandos 45 minutės, o išpiltas kiekis 1705 tonos;
- 4EST – vidutinis pylimo laikas šviesiems naftos produktams 3 valandos 58 minutės, o išpiltas kiekis 1744 tonos;

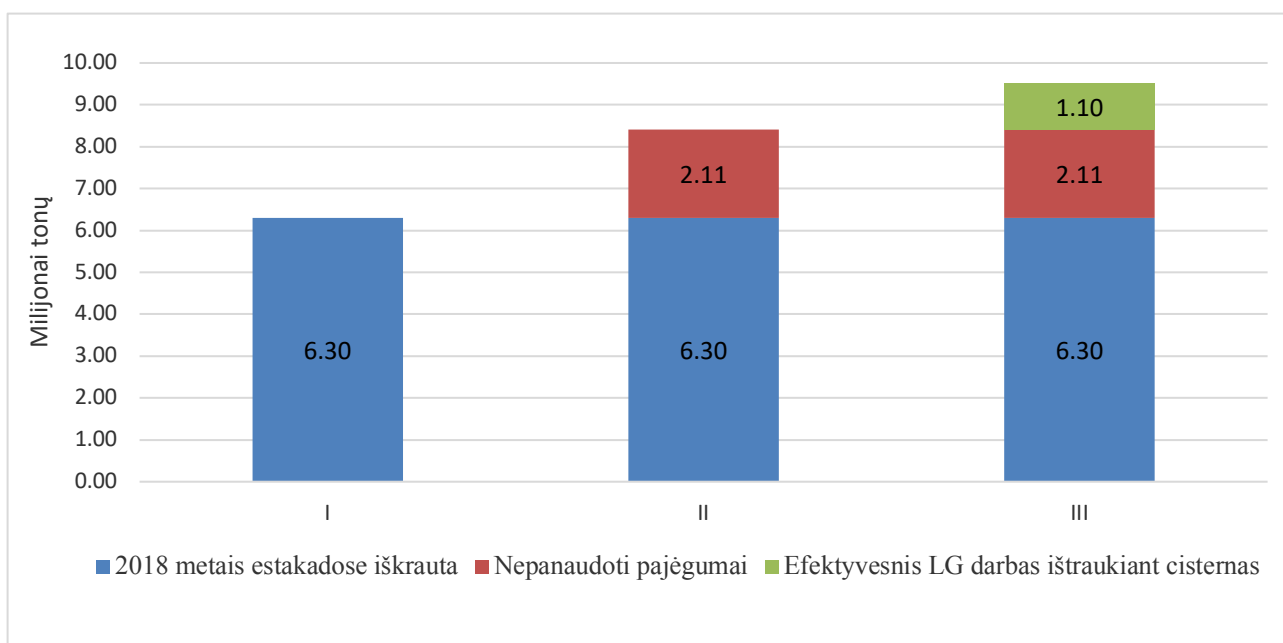
Atsižvelgiant į šiuos vidutinius pylimo laikus ir kiekius, priimtą vidutinį cisternų į estakadą perpadavimo laiką ( $PP_{vid} = 30 \text{ min}$ ), bei turint kiekvienos estakados neišnaudotus pajėgumus, galima rasti bendrą papildomai perkraunamą kiekį, jei 2018 metais būtų išnaudojami visi nepanaudoti pajėgumai:

$$NPQ = \sum NPQ_n = \sum \left( \frac{NPL_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (2)$$

Remiantis metodinėje darbo dalyje aprašyta formule randamas maksimalus galimas iškrauti papildomas kiekis optimizavus geležinkelio darbą (GLE), kai  $PP_{vid} = 30$  min.:

$$GLE = \sum GLE_n = \sum \left( \frac{L_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) \quad (3)$$

Gauti rezultatai pateikti 17 paveikslėlyje. Čia pavaizduoti maksimalūs variantai nemaksimizuojant estakadų vidinio darbo. I variantas, tai 2018 metų analizuotų pylimų suma. II variantas, tai prie I varianto pridėti nepanaudotų pajėgumų įverčiai (NPQ). III variante papildomai atsiranda naftos produktų kiekis, kurį būtų galima perkrauti padidinus AB „LG Cargo“ darbo efektyvumą (2018 krova + NPQ + GLE). Šie gauti rezultatai yra atskaitos taškas tolimesniam krovos estakadose potencialo tyrimui, kurio metu nustatomos galimybės padidinti krovą optimizuojant estakadų vidinį darbą.



17 pav. Pirminis naftos terminalo krovos potencialo palyginimas.

Apibendrinant bendro kiekio, kurį galima krauti AB „Klaipėdos nafta“ estakadose tyrimą, galima daryti išvadas, kad krovos efektyvumą, siekiant maksimalių krovos galimybių, galima padidinti:

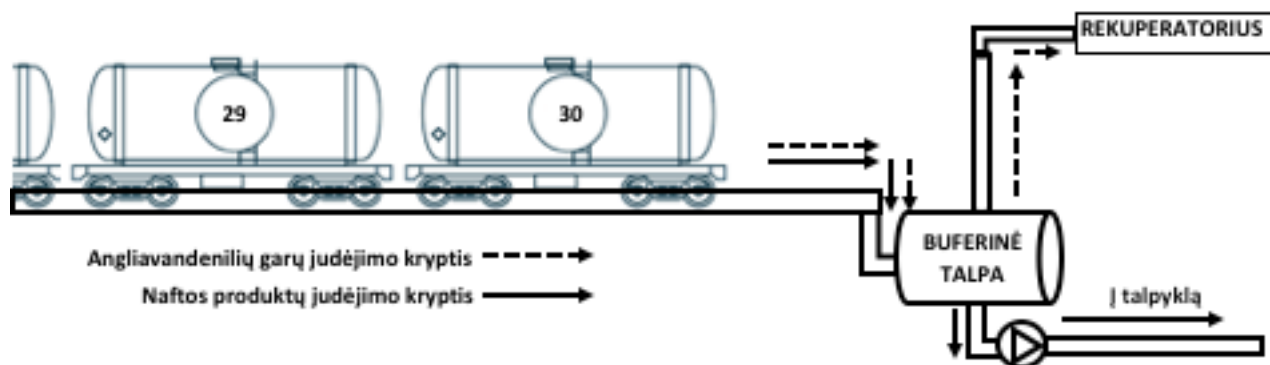
- Išnaudojant nepanaudotus pajėgumus (komercinių sutarčių pagrindu, logistinės grandinės ir logistinių procesų optimizavimas);
- Prižiūrint, kad perpadavimo laikai atitiktų sutarties su AB „LG Cargo“ sąlygas ir būtų kiek įmanoma trumpesni. Optimalus krovinių srautų sureguliuojimas, Klaipėdos stoties ir pauosčio kelyno veiklos optimizavimas;
- Efektyvesnis srautų planavimas, homogeninių krovinių didesnis kiekis.

Šiame tyrimo etape apskaičiuota, kad maksimalus galimas perkrauti kiekis estakadose yra 9,51 milijonai tonų naftos produktų, o jis pasiekiamas būtų jei visus metus planavimas (komercija, logistika) ir išorinės grandys (pauosčio kelynas, šilumvežiai) dirbtų optimaliai. Tam, kad būtų galima nustatyti tikrąją krovos estakadose potencialą reikia įvertinti ir vidines krovos laikų priežastis, jų pasiskirstymą, dinamiką ir efektyvinimo galimybes.

#### 4.1.1 Šviesiųjų naftos produktų pylimo III ir IV estakadose analizė

Pirmiausia vertinant terminalo krovos estakadose potencialą reikėtų išanalizuoti šviesiųjų naftos produktų krovos laikus ir jų išpylimo efektyvumą įtakojančius veiksnius. Priešingai nei pilant mazutus ar vakuuminį gazoilį, šviesių naftos produktų pylimui temperatūriniai svyravimai turi mažiau tiesioginės įtakos. Poveikis gali pasireikšti netiesiogiai, kaip pavyzdžiui šaltu metų laiku gali būti sudėtinga atsukti apatinį išpylimo vožtuvą ar prijungti išpylimo prietaisą, kai tuo tarpu šiltu metu reikia labai atsargiai atidarinėti viršutinį cisternos dangtį, kad nuo susidariusio angliavandenilių garų slėgio dangtis nenušoktų su smūgio jėga atsitrenkdamas į cisternos viršų, dėl ko galėtų susidariusiame angliavandenilių garų debesyje įskelti kibirkštį. Šie pavojai būdingi visų naftos produktų išpylimui, tačiau skysčiams, priskiriamiems prie I pavojingumo klasės yra ypatingai aktualūs.

Šviesių naftos produktų pumpavimo technologinė schema pateikta 18 paveikslėlyje.

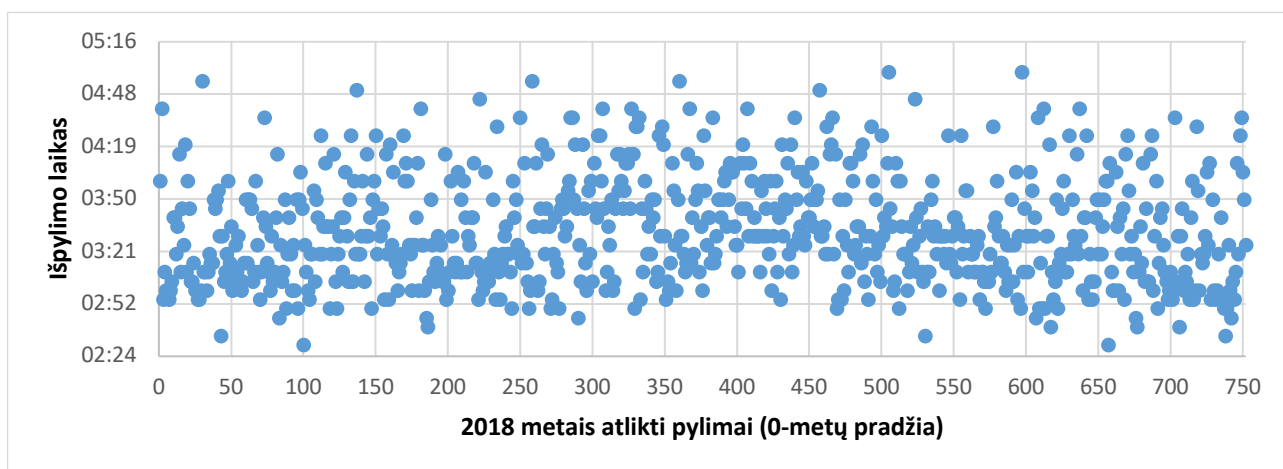


18 pav. Šviesiųjų naftos produktų išpylimo schema

Iš 18 paveikslėlio schemos galima spręsti, kad technologiniu požiūriu šviesių naftos produktų išpylimo našumui daugiausiai įtakos turi estakados kolektoriaus ir buferinės talpos tūris (produktas turi pakankamai greitai pasiekti buferinę talpą, kad ji neištuštėtų siurbliui dirbant maksimaliais leistiniais režimais); atpumpavimo siurblio našumas (siurblio našumas turi būti pakankamai didelis, kad pagal pasirinktą vamzdžio diametrą sugebėtų pumpuoti produktą iki 3,7 m/s greičiu); vamzdžio diametras turi būti ne per siauras, kad būtų išnaudojamas visas galimas siurblio našumas. Į visą tai, anot V. Paulausko (Paulauskas, V. 2011) turi būti atsižvelgiama jau projektavimo metu įvertinant planuojamus krovinių srautus. Nesant prognozių apie didėjančius krovinių srautus, statyti

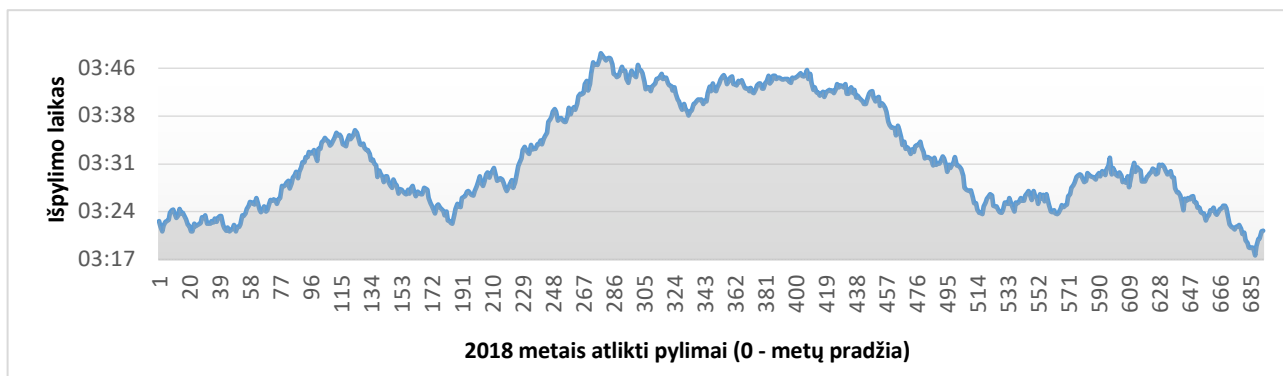
galingus siurblius su didelio diametro vamzdynais yra ekonomiškai nenaudinga, tokios investicijos gali niekada neatsipirkti. Atsižvelgiant į produkto judėjimo vamzdynais antistatinio krūvio susidarymo apribojimus, labiausiai paplitę vamzdynų diametrai naftos produktų terminaluose būtų nuo 10 iki 24 colių su galimais iki 30 colių kolektoriniais vamzdynais.

Išanalizavus produkto tekėjimo schemą iš estakados bei temperatūrinių svyravimų poveikį šviesiesiems naftos produktams, galima būtų tikėtis, kad pylimo laikas AB „Klaipėdos nafta“ estakadose turėtų būti ganėtinai tolygus, tačiau 19 paveikslėlyje pavaizduotas vienos rūšies benzino 30 cisternų išpylimo laikai AB „Klaipėdos nafta“ terminale 2018 metais rodo, kad galimas smarkus jų išsibarstymas. Benzino pylimo laikų statistinis vertinimas rodo, kad pylimus gali būti sunku įvertinti aproksimacinėmis funkcijomis (nedidelis determinacijos koeficientas).



19 pav. Benzino išpylimo 4 estakadoje laikų pasiskirstymas

Siekiant nustatyti šių pylimų išsibarstymo priežastis reikalingas tolimesnis duomenų apdorojimas, pirminių duomenų išlyginimas slenkančiu vidurkiu, kurio esmė yra laiko eilutės transformavimas į naują laiko eilutę, kurioje atskiri ankstesnės eilutės laikai pakeičiami kelių duomenų vidutiniu dydžiu. Taip būtų patikrinamas sezoniškumas ir dėsningumas. Gauti rezultatai pateikti 20 paveikslėlyje:



20 pav. Benzino išpylimo laikų pasiskirstymas po duomenų apdorojimo

Kadangi šviesiųjų naftos produktų mechaninis pumpavimo laikas yra apytiksliai vienodas ir nelabai įtakojamas sezoniškumo, reikia nustatyti kokios kitos priežastys gali įtakoti šių naftos

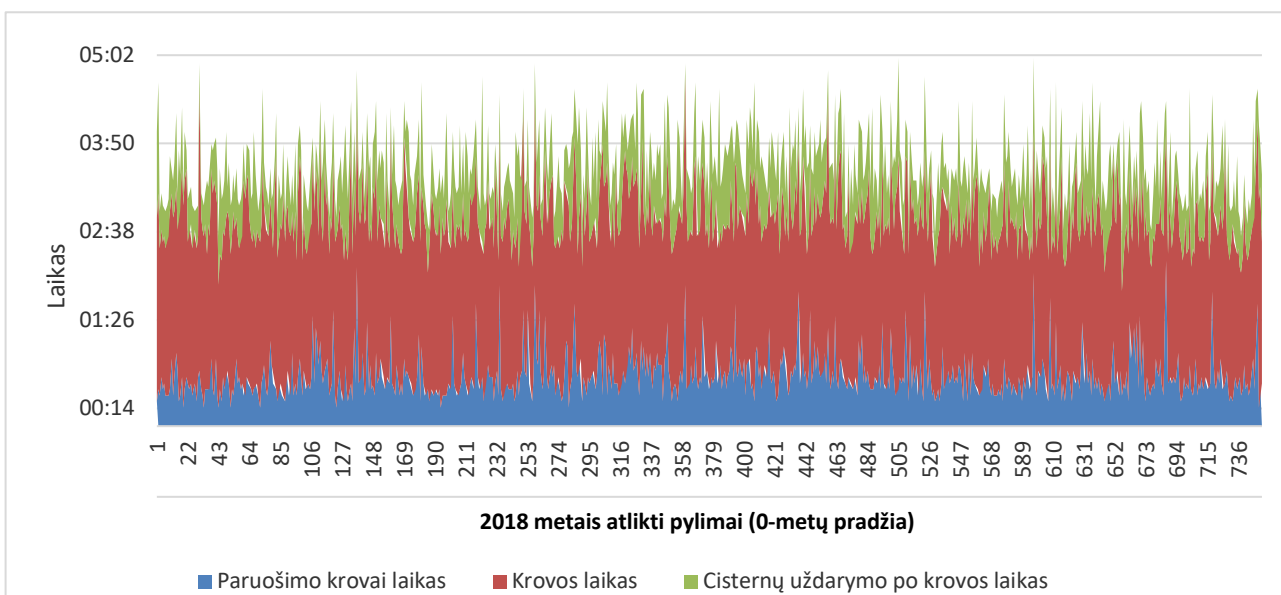
produktų išpylimo efektyvumą. Šiam tikslui pasiekti pirmiausia reikia išanalizuoti visą naftos produktų išpylimo procesą, kuris susideda iš:

- AB „LG Cargo“ į atitinkamą estakadą paduoda iš anksto numatytas cisternas naftos produktų išpylimui ir jas pastato šalia atitinkamų išpylimo prietaisų;
- Duodama komanda pylėjams ruošti paduotas cisternas;
- Pylėjai nuėję į atitinkamą estakada:
  - Prijungia įžeminimą;
  - Nuima apsauginį dangtį cisternos apačioje ir pritvirtina išpylimo prietaisą;
  - Užlipa ant cisternos, nuima plombas bei atidaro viršutinį dangtį;
  - Per viršutinę cisternos angą atidaromas apatinis išpylimo vožtuvas;
- Estakados vyresnysis operatorius atidaro visas technologines išpylimui skirtas sklendes ir taip pradeda išpylimą;
- Produktui patekus į buferinę talpą įjungiamas siurblys ir pradedamas atpumpavimas;
- Produktui baigus pribūti į buferinę talpą duodama komanda užsidaryti išpiltas cisternas ir jų uždarymas vykdomas atvirkštine tvarka nei paruošimas;
- Išpiltos ir uždarytos cisternos ištraukiamos iš AB „Klaipėdos nafta“ estakados.

Remiantis cisternų išpylimo eigos aprašymu galima teigti, kad be projekcinio technologinio naftos produktų pumpavimo našumo nemažai įtakos gali turėti ir kiti išvardinti faktoriai. Remiantis tuo bendrą išpylimo laiką galima suskirstyti į tris kategorijas, kurioms įtaką turi:

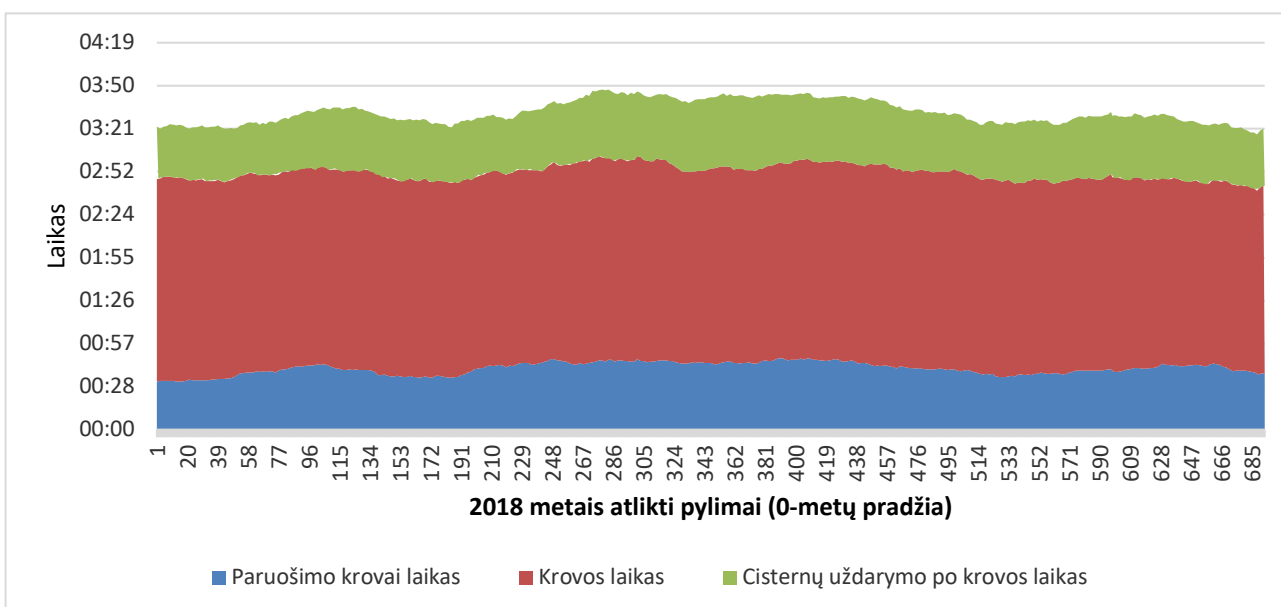
- Organizacinės priežastys 1 – *cisternų paruošimo laikas*– laikas per kurį pylėjai paruošia cisternas pylimui (nuo cisternų pastatymo iki siurblio įjungimo);
- Technologinės priežastys – *pumpavimo laikas* – fizinis pumpavimo laikas nuo siurblio įjungimo produktui pradėjus kauptis buferinėje iki siurblio išjungimo, kai produkto kiekis buferinėje talpoje nustoja didėti;
- Organizacinės priežastys 2 – *cisternų uždarymo laikas* – cisternų uždarymo laikas, skaičiuojamas nuo siurblio sustabdymo iki pabaigos laiko užfiksavimo.

Atsižvelgiant į tai, išpylimo laikus estakadose atliekant tyrimą galima išskaidyti į organizacines bei technologines pylimo laiką įtakojančias priežastis. Technologinės priežastys yra sunkiau pakeičiamos ir daugiau investicijų reikalaujančios, tuo tarpu organizacinės yra lengviau pakeičiamos keičiant darbuotojų skaičių, jų kvalifikaciją ar patį darbo organizavimą. Pagal tai suskaidyti 2018 metais piltų 30 cisternų su benzinu pylimo laikai pateikti 21 paveikslėlyje.



**21 pav.** Benzino išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakančias priežastis

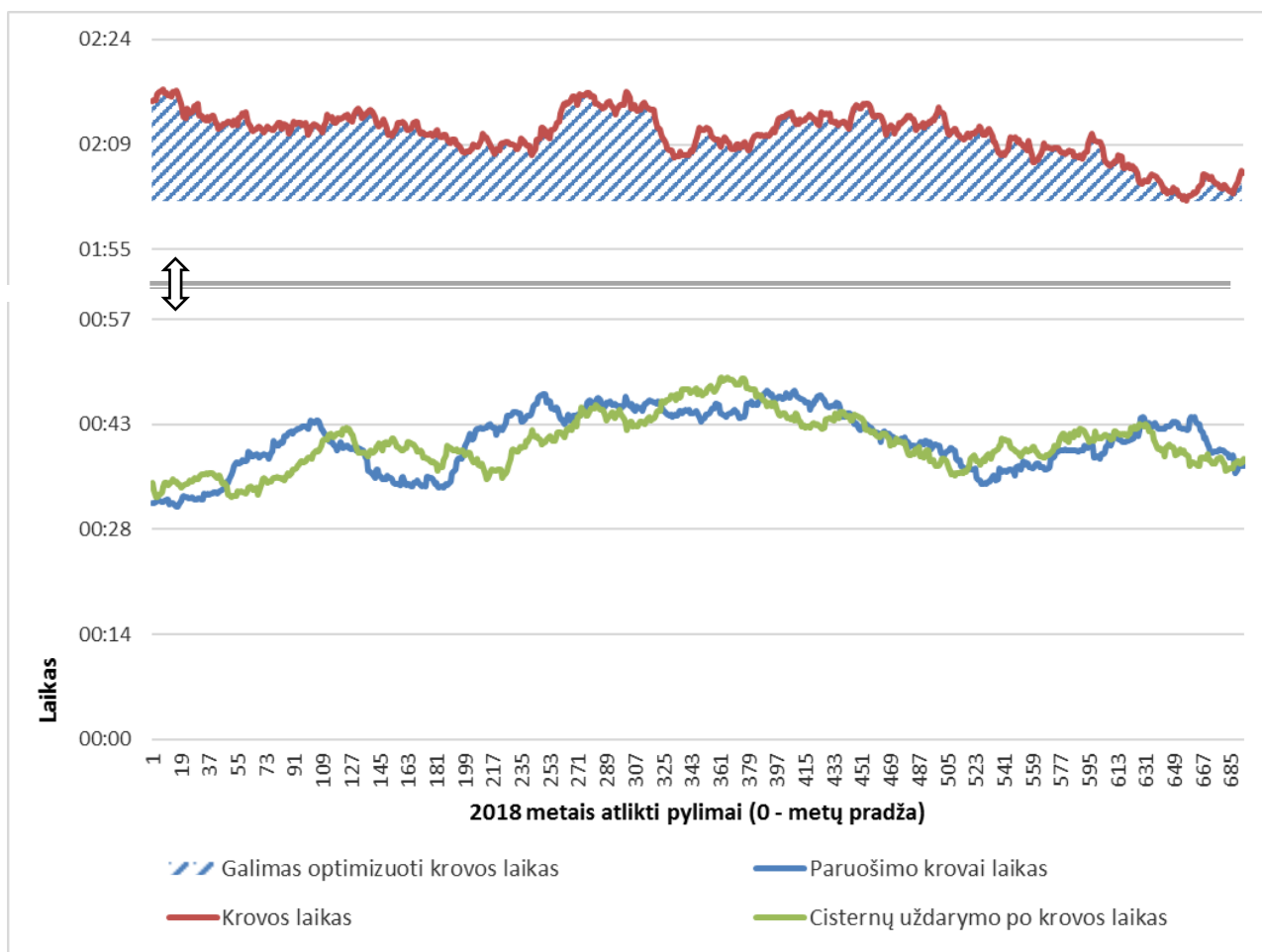
Iš 21 paveikslėlio matyti, kad suskaidžius išpylimo laikus atskirais etapais, išpylimo laikų per metus išsibarstymui nemažai įtakos turi cisternų paruošimo pylimui ir uždarymo laikai, kitaip tariant organizacinės priežastys. Didžiąją dalimi rezultatų skirtumams turi įtakos žmogiškasis faktorius, nes nepaisant pastovaus produkto pumpavimo greičio, cisternų paruošimo ir nuruošimo laikai priklauso nuo pylėjų pavargimo, darbo kitose estakadose, temperatūros (tiek aukštos, tiek žemos) ir pan. Dėl šios priežasties išskirtus atskirus cisternų paruošimo, pylimo ir uždarymo laikus, kaip ir bendrąjį pylimo laiką 20 paveikslėlyje, reikėtų normalizuoti slenkančio vidurkio metodu. Tokie apdoroti ir tolygesni analizuojamų pylimų laikai pateikti 22 paveikslėlyje.



**22 pav.** Apdorotų benzino išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakančias priežastis

Iš 22 paveikslėlio galima matyti, kad bendrame išpylimo laike 2018 metais fizinis produkto pumpavimas užėmė didžiąją dalį laiko, nors ženkli dalis teko ir cisternų paruošimui ir uždarymui.

Kaip ir prieš tai aptartame 20 paveikslėlyje matomas bendras benzino išpylimo laiko sezoniškumas, kai šiltuoju metų laiku (diagramos viduryje) išpylimo laikai pailgėja. Vien iš 22 paveikslėlio vizualiai nustatyti, tokio padidėjimo priežastis sudėtinga. Tam išpylimo laikus reikia analizuoti ne sudėjus bendrame pylime, o atskirai. Toks išpylimo laikų palyginimas pateikiamas 23 paveikslėlyje.



23 pav. Benzino išpylimo laikų pasiskirstymo pagal įtakojančias priežastis palyginimas

Iš 23 paveikslėlio matyti, kad vertinant mechaninį benzino išpylimo laiką 2018 metais bei siekiant nustatyti krovos potencialo didinimo galimybes, benzino pumpavimo laikui dėsningumą sunku įvertinti. Per metus nors pastebima bendra mažėjimo tendencija, tačiau pastebimi ir staigūs padidėjimai. Tai gali lemti įvairūs techniniai apribojimai, rezervuarų plaukiojančių stogų pakėlimas ar nuleidimas, krova į tuščius rezervuarus ir pan. Be ypatingų CAPEX – kapitalo investicijų šį laiką pagerinti sudėtinga. Reikėtų keisti vamzdynų diametrą, siurblių našumus. Svyravimai taip pat galimi dėl žmogiškojo faktoriaus, neoptimalaus siurblio parametrų parinkimo, uždelsto siurblio išjungimo, užsilaikiusių cisternų, užkritis apsauginiam vožtuvui ir pylimo metu to neaptikus.

Vertinant cisternų su benzinu paruošimo krovai ir uždarymo laikus pastebimas ryškus sezoniškumo poveikis. Tiek cisternų paruošimo, tiek uždarymo laikas išauga šiltuoju metų laiku (diagramos viduryje). Atsižvelgiant į kraunamo produkto rūšį, tai galima paaiškinti angliavandenilių garų slėgio susidarymu cisternose, dėl ko ruošiant reikia ypatingą dėmesį skirti saugumui. Šiam

laikui sutrumpinti užtektų OPEX – operatyvinių išlaidų padidinant darbuotojų (pylėjų) skaičių, kurie besilaikant tų pačių saugumo reikalavimų galėtų paruošti tiek pat cisternų per trumpesnę laiką, nes vienam žmogui tektų mažiau darbo. Prieš priimant tokį sprendimą reiktų įvertinti pylėjų skaičiaus ribinį naudingumą ir poreikį šio laiko gerinimui viso terminalo krovos potencialo kontekste.

Atlikus visų 2018 metais IV estakadoje įvykdytų krovos operacijų analizę galima teigti, kad vidutinis laikas, kurį galima sutaupyti kiekvienam pylimui yra 9 minutės produktų krovai, 9 minutės ruošiant cisternas krovai, ir 7 minutės uždariant cisternas.

Tuomet:

$$KO_{IV} = \sum(K_N - K_{min}) = 105:47 h \quad (5)$$

$$PO_{IV} = \sum(P_N - P_{min}) = 105:20 h \quad (6)$$

$$UO_{IV} = \sum(U_N - U_{min}) = 87:14 h \quad (7)$$

$$O_{IV} = KO_{IV} + PO_{IV} + UO_{IV} = 298:23 h \quad (8)$$

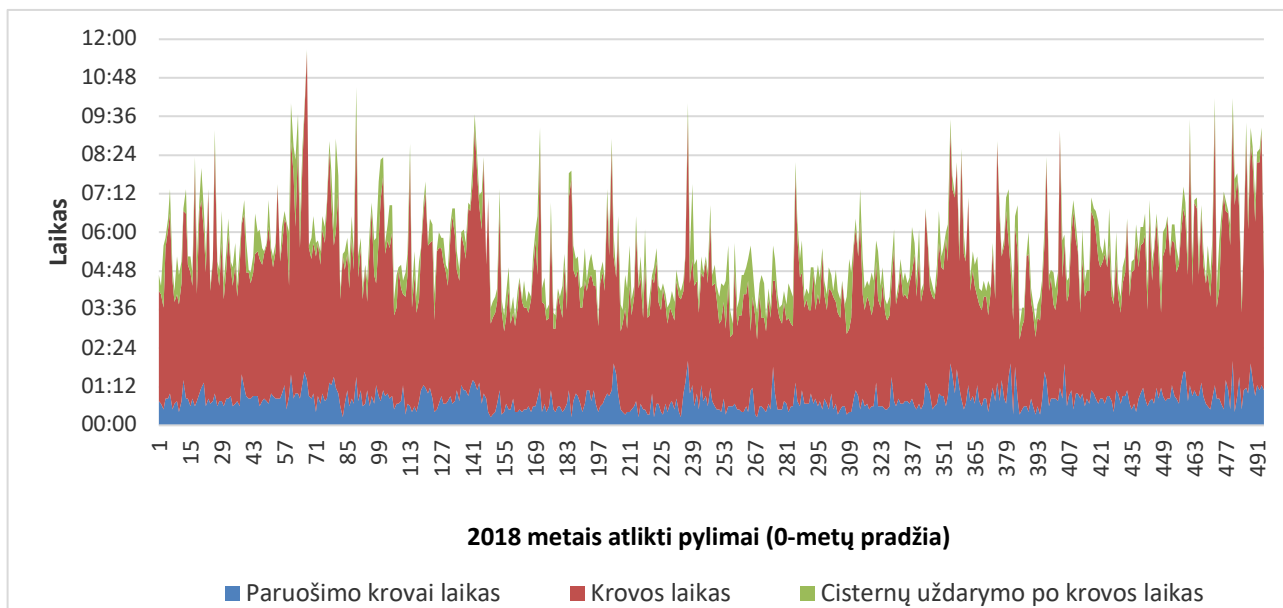
Įvertinus gautus rezultatus, galima teigti, kad IV estakadoje organizacinėmis priemonėmis pasiektas cisternų paruošimo krovai ir jų uždarymo optimizavimas pranoktų krovos lako optimizavimą, kurį dar labiau padidinti galima, tik keičiant visą išpylimo sistemą (našesnius siurblius ir didesnio diametro vamzdynus). Tai būtų pasiekama žymiomis kapitalinėmis (CAPEX) išlaidomis, dėl ko šiuo atveju operatyvinių išlaidų (pylėjų skaičiaus didinimas) yra optimalus sprendimas, kurio naudingumą reiktų įvertinti pagal poreikį.

#### **4.1.2 Tamsiųjų naftos produktų išpylimas III estakadoje**

Trečioji AB „Klaipėdos nafta“ estakada, kaip jau buvo nustatyta analizuojant įmonės infrastruktūros galimybes, yra universali ir joje galima išpilti tiek šviesuosius, tiek tamsiuosius naftos produktus. Šviesiems naftos produktams iškrauti naudojama ta pati įranga, tai krovos galimybės yra analogiškos prieš tai išanalizuotoms.

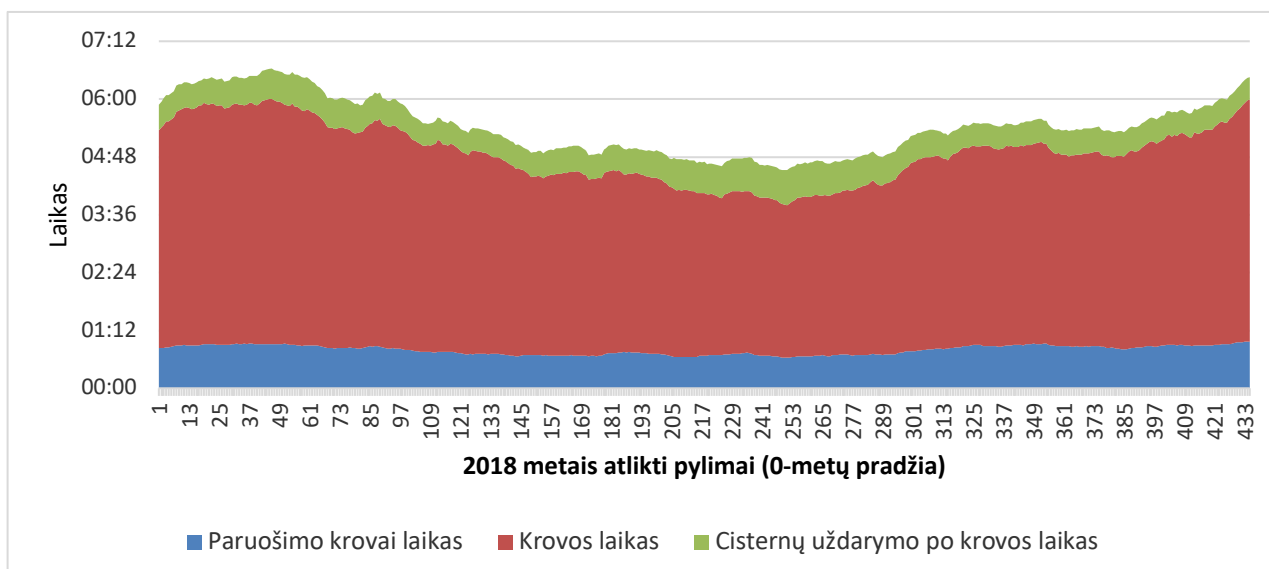
Tamsieji naftos produktai pilami tokia pačia tvarka ir analogiška pylimo schema kaip šviesieji. Prijungus išpylimo prietaisus mazutas tekėdamas pagrindiniu estakados kolektoriumi patenka į buferinę talpą, iš kurios yra atpumpuojamas į talpyklą. Papildomai estakadoje yra įrengta pašildymo garų įranga. Priešingai nei prieš tai aptartame benzino išpylimo atvejuje, mazuto mechaninio pylimo laikui įtaką gali daryti ir temperatūros svyravimai, kitaip tariant produkto sąstingio temperatūra. Šaltuoju metų laiku be produkto pašildymo išpylimo laikai gali gerokai pailgėti.

Taikant tą pačią metodiką duomenų analizei ir išskiriant organizacines bei technologines pylimo laiko priežastis, 2018 metų AB „Klaipėdos nafta“ tamsiųjų naftos produktų pylimo laikų pasiskirstymo rezultatai pateikti 24 paveikslėlyje.



**24 pav.** Mazuto išpylimo 3 estakadoje laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis

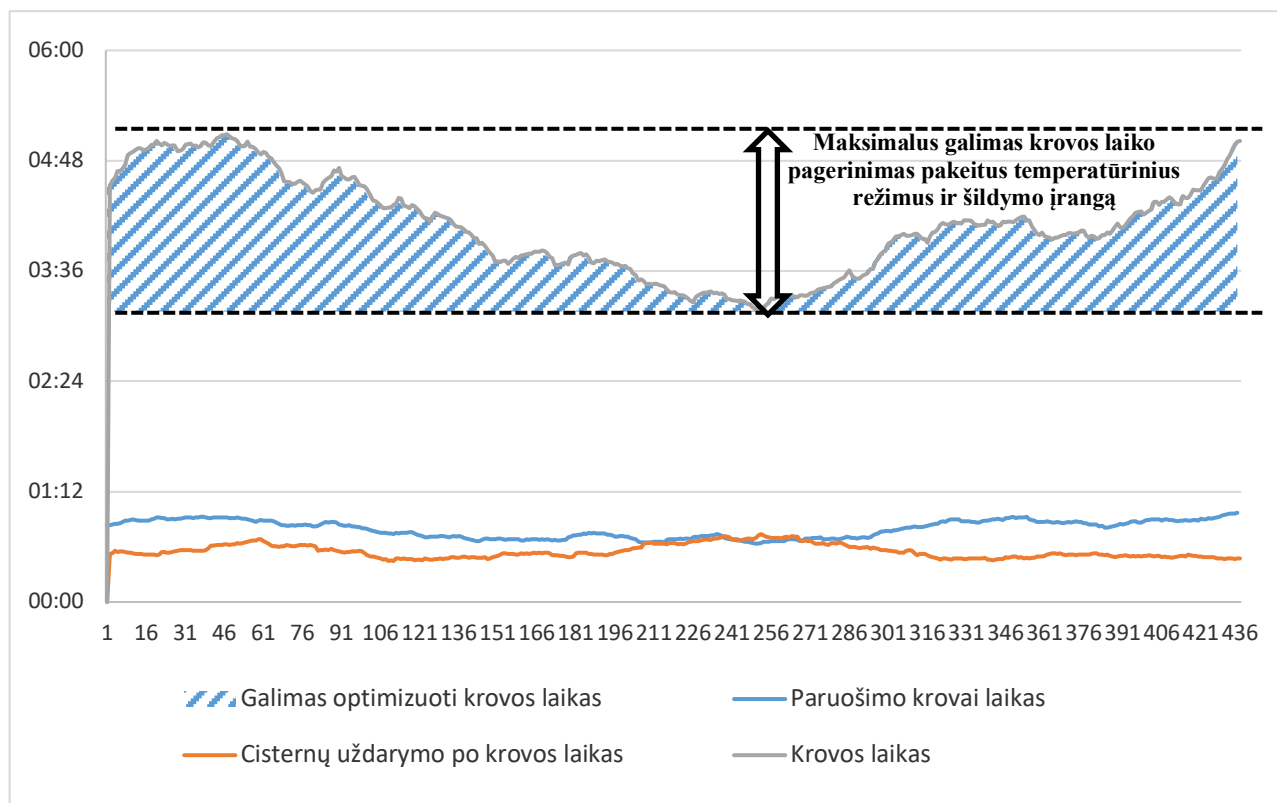
Iš 24 paveikslėlio matyti, kad 2018 metais trečioje estakadoje buvo pastebimas žymus bendro pylimo laiko svyravimas. Taip pat pastebimas pylimo laikų pailgėjimas diagramos kraštuose, kuriuose yra nurodyti pylimai šaltuoju metų laikotarpiu, pradedant nuo naujų metų iki metų pabaigos. Pirminių duomenų normalizavimas slenkančio vidurkio metodu pavaizduotas 25 paveikslėlyje, kaip ir benzino pylimų analizėje, suteikia daugiau aiškumo ieškant pylimo laikų dėsningumo ir galimo krovos potencialo didinimo galimybių.



**25 pav.** Apdorotų mazuto išpylimo laikų pasiskirstymas pagal įtakojančias priežastis

Po pirminių duomenų apdorojimo, mazuto išpylimo laikų pasiskirstymo dinamika per 2018 metus pateikta 25 paveikslėlyje. Iš diagramos matyti, kad tiek metų pradžioje, tiek metų pabaigoje

(diagramos kraštai) bendrasis išpylimo laikas buvo gerokai padidėjęs. Tai tik patvirtina sunkumus šaltuoju metų laikotarpiu išpilti tamsiuosius naftos produktus dėl jų sąstingio temperatūros. Siekiant išsamiau išanalizuoti bendrą pylimo laiką sudarančias organizacines ir technines priežastis, reikia bendro laiko dedamųjų dinamiką įvertinti atskirai (26 pav.).



**26 pav.** Mazuto išpylimo laikų pasiskirstymo pagal įtakojančias priežastis palyginimas

Vertinant tik mechaninį mazuto išpylimo laiką (26 pav.) galima matyti, kad metų pradžioje esantis ilgesnis pumpavimo laikas šiltuoju metų laiku sumažėja, o artėjant šaltesiems orams vėl pradeda didėti. Jei estakadose nebūtų naudojamas pašildymas garu, pumpavimo laikas pailgėtų dar labiau. Diagramoje pažymėtos mechaninio pumpavimo laiko pagerinimo galimybės, siekiant padidinti maksimalias krovos estakadose galimybes. Tokį pagerinimą galima pasiekti efektyvinant tamsiųjų naftos produktų pašildymo trečiame kelyje galimybes, kas reikalautų gan didelių kapitalo (CAPEX) investicijų arba pailginant tiesioginio garinimo garu laiką, kas darytų įtaką tik operatyvinėms (OPEX) išlaidoms, tačiau gadintų produkto kokybę dėl per didelio apvandeninimo. Taigi apatinį nurodytos atkarpos kraštą būtų galima laikyti kaip maksimalią ribą iki kurios būtų galima pagerinti pumpavimo laiką šaltuoju metų laiku keičiant estakados temperatūros palaikymo įrangą. Tolimesnis mažinimas jau apimtų didesnes investicijas, į našesnius siurblius ir didesnio diametro vamzdinius.

Cisternų paruošimo krovai ir uždarymo laikas (26 pav.) analizuojamu laikotarpiu po duomenų normalizavimo išlieka gan pastovus. Lyginant su diagramoje esančiu šiltuoju metų laiku, metų

pradžioje ir pabaigoje atvėsus orams cisternų paruošimas dėl sunkesnio fizinio darbo sunkėja. Įvertinus ribinį naudingumą, šį laiką, o kartu ir maksimalias krovos šioje estakadoje galimybes būtų galima didinti operatyvinėmis priemonėmis, didinant darbuotojų (pylėjų) skaičių.

Atlikus visų 2018 metais III estakadoje įvykdytų krovos operacijų analizę galima teigti, kad vidutinis laikas, kurį galima sutaupyti kiekvienam pylimui yra 55 minutės produktų krovai, 9 minutės ruošiant cisternas krovai, ir 6 minutės uždariant cisternas.

Tuomet:

$$KO_{III} = \sum(K_N - K_{min}) = 405:56 h \quad (5)$$

$$PO_{III} = \sum(P_N - P_{min}) = 68:38 h \quad (6)$$

$$UO_{III} = \sum(U_N - U_{min}) = 44:54 h \quad (7)$$

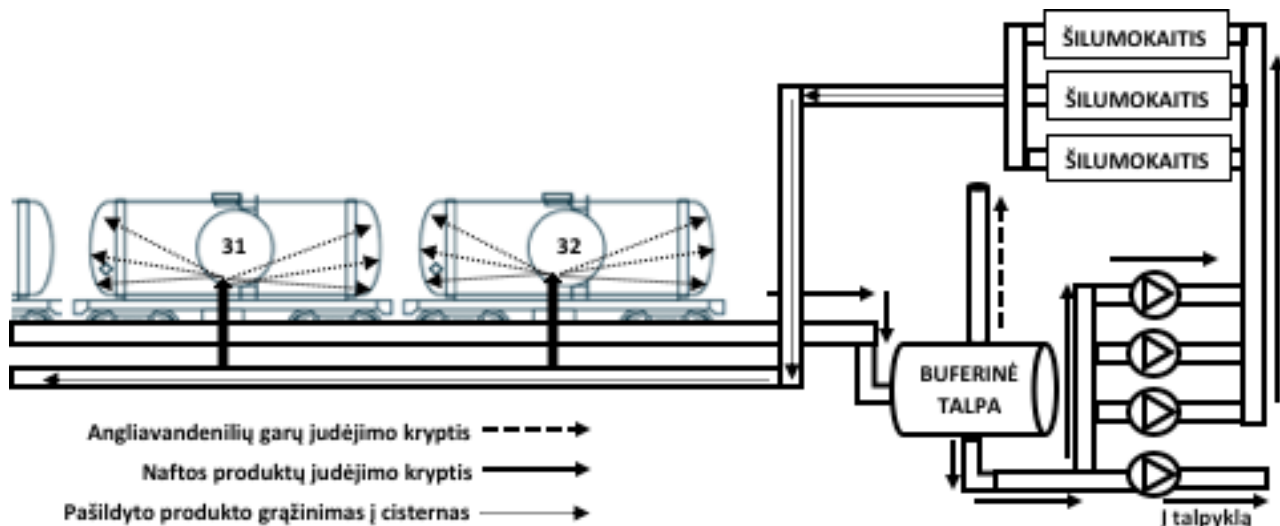
$$O_{III} = KO_{III} + PO_{III} + UO_{III} = 519:28 h \quad (8)$$

Taigi atlikus tamsiųjų naftos produktų iškrovos analizę, nenaudojant cirkuliacinių temperatūros palaikymo sistemų, galima daryti išvadą, kad priešingai nei šviesiųjų naftos produktų iškrovoje, yra daugiau galimybių pagerinti bendrą iškrovos laiką ne tik operatyvinėmis priemonėmis bei kapitalo investicijomis į siurblių našumo ir vamzdynu diametro didinimą, bet galima krovos potencialą padidinti ir kapitalo investicijomis į produkto pašildymo sistemas, tačiau tam reikia įvertinti jų galimą naudingumą ir poreikį. Investicijos į operatyvines priemones (didesnį darbuotojų skaičių) šiuo atveju duotų ne tokią didelę naudą kaip šviesiųjų naftos produktų krovoje.

#### ***4.1.3 Tamsiųjų naftos produktų pylimas naudojant cirkuliacines sistemas***

Pirmoje ir antroje AB „Klaipėdos nafta“ estakadose turinčiose cirkuliacines sistemas dažniausiai pilami tranzitiniai, labai atvėšę tamsieji naftos produktai. Šildymas naudojant tą patį produktą, kuris pilamas iš cisternų, neįpurškiant garo ir nedidinant vandens koncentracijos produkte suteikia įmonei konkurencinį pranašumą, reikalauja didesnių pradinių investicijų, apsunkina ir prailgina produktų keitimą, nes reikalingas sistemos drenavimas.

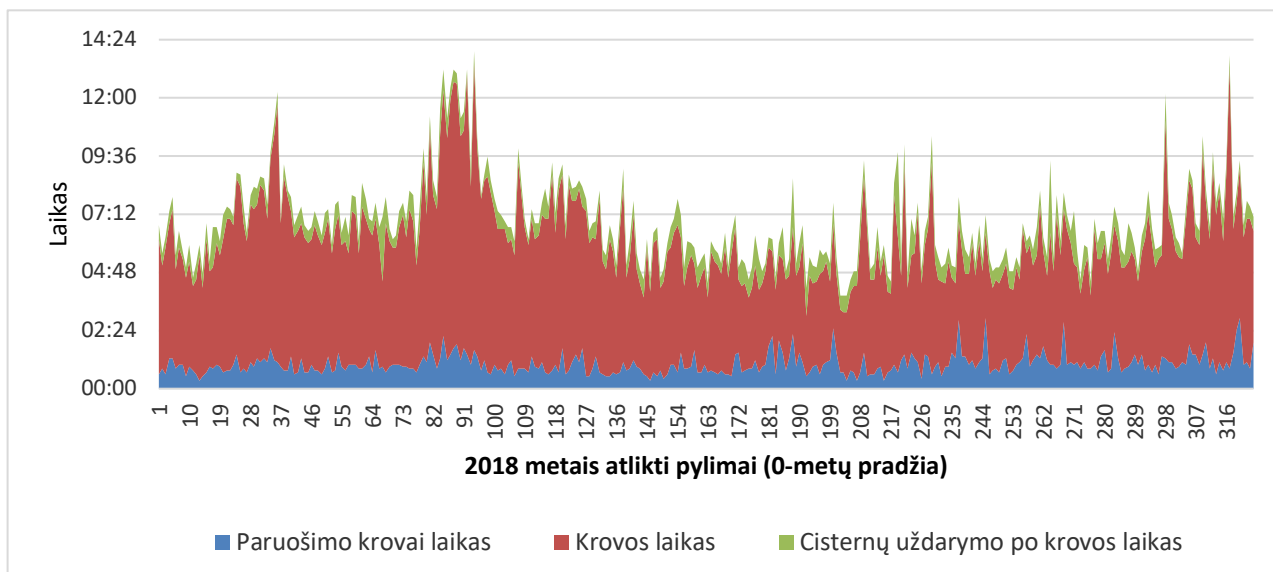
Tokia sistema yra sudėtingesnė, nes be pumpavimo į talpyklas siurblių reikalingi cirkuliaciniai siurbliai, išpylimo prietaisuose turi būti sumontuoti purkštukai, kuriais į cisternas būtų gražinamas šiltas produktas. Pylimo naudojant šilto produkto cirkuliaciją principinė schema pavaizduota 27 paveikslėlyje.



27 pav. Tamsiųjų naftos produktų išpylimo naudojant cirkuliacinį režimą schema

Atsižvelgiant į sudėtingesnį pylimo procesą ir paduodamas cisternas su šaltesniu produktu galima daryti prielaidą, kad energetinės estakados sąnaudos ir išpylimo laikai šiose estakadose yra didesni nei kitose.

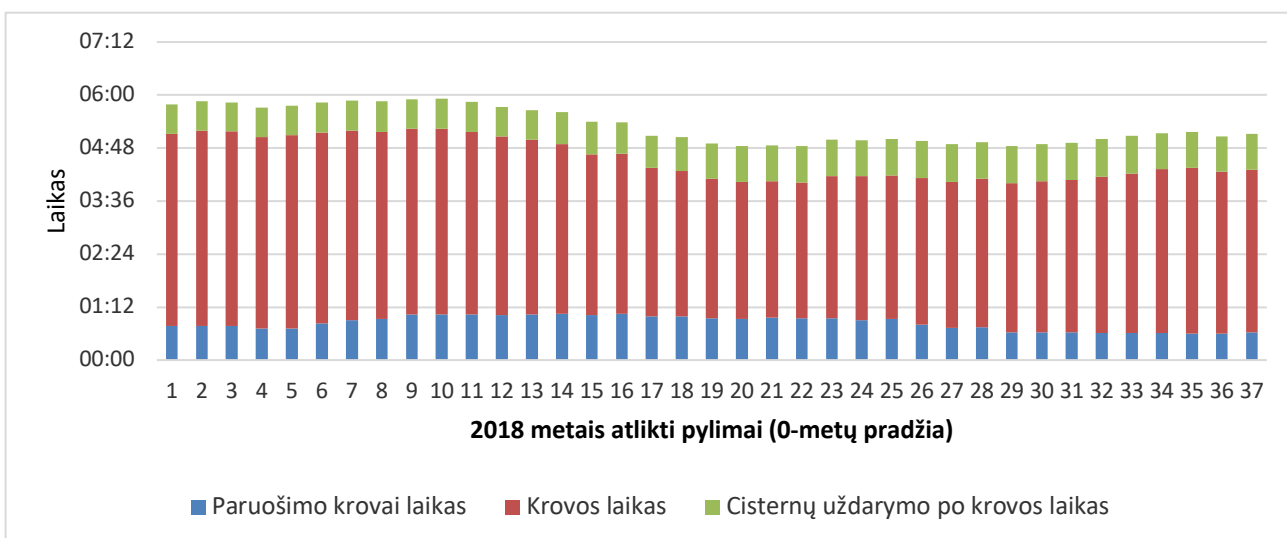
28 paveikslėlyje pateiktas išpylimo laikų pasiskirstymas AB „Klaipėdos nafta“ antroje estakadoje. Dėl pilamo produkto rūšies (tranzitiniai, labiau atvėšę produktai) kaip ir tikėtasi pastebimi ilgesni išpylimo laikai, nei analizuojant kitas estakadas. Dėl skirtingų krovos datų, pakeliui užsilaikiusių traukinių būdingi pavieniai pylimo laiko šuoliai.



28 pav. Tamsiųjų naftos produktų išpylimo laikai antroje estakadoje naudojant cirkuliacinį režimą

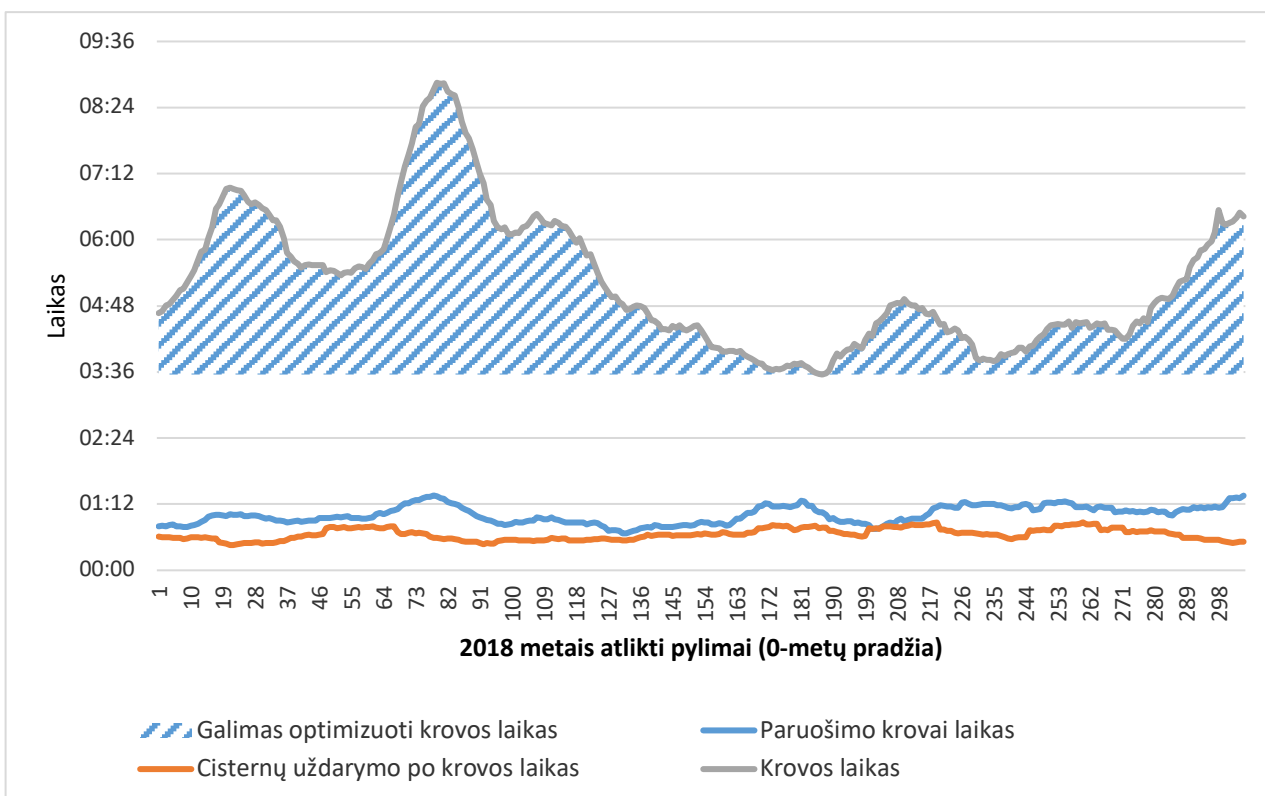
Iš 28 paveikslėlio matyti, kad kaip ir būdinga tamsiesiems naftos produktams šaltuoju metų laiku (diagramos kraštuose) pylimo laikai pailgėja. Pastebimas ir didesnis šuolis ties 71 ir 91 metų pylimu, kurį daugiausiai įtakojo pilamo produkto kokybė ir atvėsimo lygis. Palyginimui 29 paveikslėlyje pateiktas II estakadoje pilamo eksportuojamo mazuto krovos laikai, kurie dėl naudojamos pašildymo sistemos efektyvumo yra ganėtinai pastovūs. Tai reiškia, kad ieškoti krovos

laiko optimizavimo galimybių cirkuliacines sistemas naudojančiose estakadose reikia analizuoti tranzitinių tamsiųjų naftos produktų krova.



29 pav. Eksportuojamų tamsiųjų naftos produktų išpylimo laikai naudojant cirkuliacinį režimą

Analizuojamais 2018 metais AB „Klaipėdos nafta“ II estakadoje išpiltų naftos produktų laikų pasiskirstymo dinamika pateikta 30 paveikslėlyje. Iš paveikslėlio matyti, kad cisternų paruošimo krovai ir uždarymo po krovos laikų dinamika svyruoja, bet ypatingų didelių nukrypimų nėra. Taigi didžiausią bendro krovos laiko dinamikos pokytį lemia naftos produktų pumpavimo laikas, kuris šiltuoju ir šaltuoju metų laiku žymiai svyruoja.



30 pav. II estakadoje tranzitu keliaujančių tamsiųjų naftos produktų pylimo laikų palyginimas

Išanalizavus visų 2018 metais II estakadoje įvykdytų krovos operacijų laikus galima teigti, kad vidutinis laikas, kurį galima sutaupyti kiekvienam pylimui yra 1 valanda 41 minutė produktų krovai, 20 minučių ruošiant cisternas krovai, ir 11 minučių uždariant cisternas.

Tuomet:

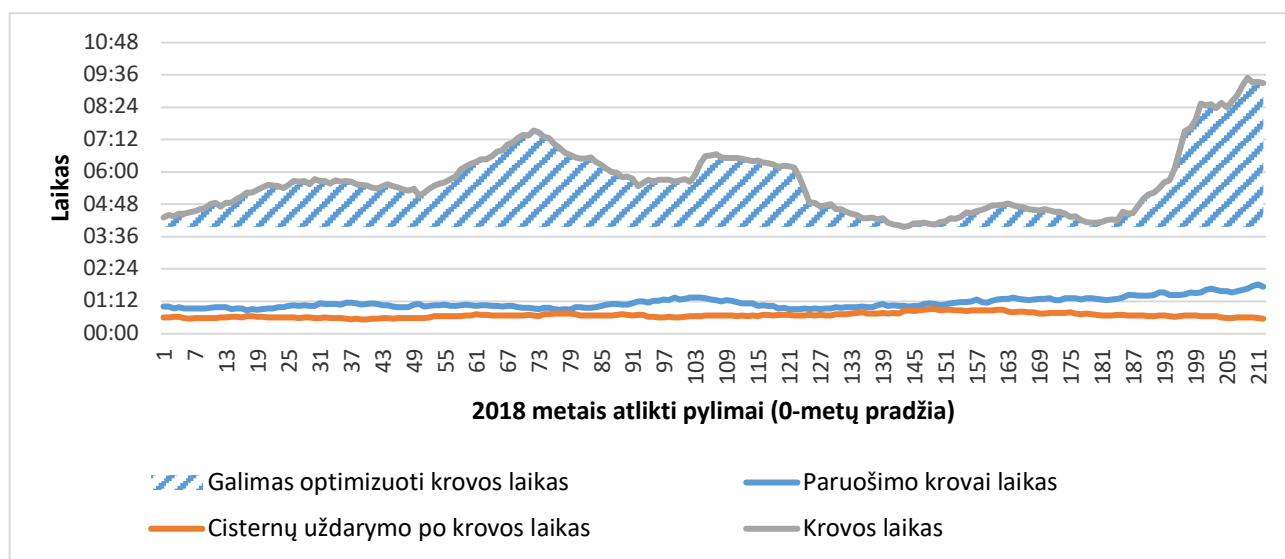
$$KO_{II} = \sum(K_N - K_{min}) = 513:52 \text{ h} \quad (5)$$

$$PO_{II} = \sum(P_N - P_{min}) = 102:19 \text{ h} \quad (6)$$

$$UO_{II} = \sum(U_N - U_{min}) = 59:25 \text{ h} \quad (7)$$

$$O_{II} = KO_{II} + PO_{II} + UO_{II} = 675:36 \text{ h} \quad (8)$$

Naudojant tokią pačią duomenų apdorojimo metodiką I estakadoje analizuojamais metais atliktiems pylimams, gauti rezultatai pateikti 31 paveikslėlyje. Iš jų matyti, kad tamsiųjų naftos produktų pumpavimo laiko pailgėjimas buvo ir metų viduryje. Tai rodo, ne tik sąstingio temperatūros, bet ir naftos produktų cheminės sandaros (klampumo) įtaką bendram išpylimo laikui.



**31 pav.** I estakadoje tranzitu keliaujančių tamsiųjų naftos produktų pylimo laikų palyginimas

Įvertinus visų 2018 metais I estakadoje įvykdytų krovos operacijų laikus galima teigti, kad vidutinis laikas, kurį galima sutaupyti kiekvienam pylimui yra 1 valanda 39 minutės produktų krovai, 16 minučių ruošiant cisternas krovai, ir 9 minutės uždariant cisternas.

Tuomet:

$$KO_I = \sum(K_N - K_{min}) = 352:14 \text{ h} \quad (5)$$

$$PO_I = \sum(P_N - P_{min}) = 57:54 \text{ h} \quad (6)$$

$$UO_I = \sum(U_N - U_{min}) = 32:19 \text{ h} \quad (7)$$

$$O_I = KO_I + PO_I + UO_I = 442:28 \text{ h} \quad (8)$$

Apibendrinant visus gautus rezultatus atliekant krovos AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo estakadose tyrimą, galima teigti, kad naudojant operatyvines ir kapitalo investicijas yra galimybė padidinti maksimalias krovos estakadose galimybes ir krovos estakadose potencialą. 4 lentelėje pateikti apibendrinti rezultatai, kiek laiko būtų galima sutaupyti per metus kiekvienoje estakadoje padidinus cisternų paruošimo krovai, krovos ir cisternų uždarymo efektyvumą. Taip pat pateiktas kiekvienoje estakadoje paduoto maršruto vidutinis dydis, kurį būtų galima sutaupyti.

**4 lentelė.** Bendro krovos laiko estakadoje dedamųjų optimizavimo galimybės

	Krovos laiko optimizavimas (h)	Vidutinis galimas krovos laiko optimizavimas	Paruošimo krovai optimizavimas (h)	Vidutinis galimas paruošimo krovai laiko optimizavimas	Cisternų uždarymo optimizavimas (h)	Vidutinis galimas cisternų uždarymo laiko optimizavimas
<b>I estakada</b>	352:14	01:39	57:54	00:16	32:19	00:09
<b>II estakada</b>	513:52	01:41	102:19	00:20	59:25	00:11
<b>III estakada</b>	405:56	00:55	68:38	00:09	44:54	00:06
<b>IV estakada</b>	105:47	00:09	105:20	00:09	87:14	00:07

Šie rezultatai rodo, kad optimizavimo galimybės nėra labai didelės be žymių investicijų į įrangos modernizavimą. Visų keturių estakadų cisternų uždarymo laikai skiriasi labai nežymiai. Įvertinus tai, kad tranzitinių krovinių krovai reikalingas muitinės leidimas (I ir II estakados), jį atėmus cisternų paruošimo krovai laikų optimizavimo galimybės būtų taip pat panašios. Šiuos laikus galima pagerinti operatyvinėmis išlaidomis, didinant darbuotojų estakadose skaičių bei įvertinant ribinį naudingumą. IV estakados krovos pagreitinimo galimybės be didelių kapitalo investicijų nėra galimos. Estakados naudojančios temperatūrinius režimus tamsiųjų naftos produktų pašildymui turi didžiausią potencialą krovos laiko pagerinimui keičiant temperatūrinius režimus (operatyvinės išlaidos), modernizuojant šildymo įrangą (kapitalo investicijos), bei keičiant krovos įrangos maksimalias galimybes (kapitalo investicijos). Taip pat, esant didelei pasiūlai, būtų galima produktus pasirinkti pagal jų chemines savybes

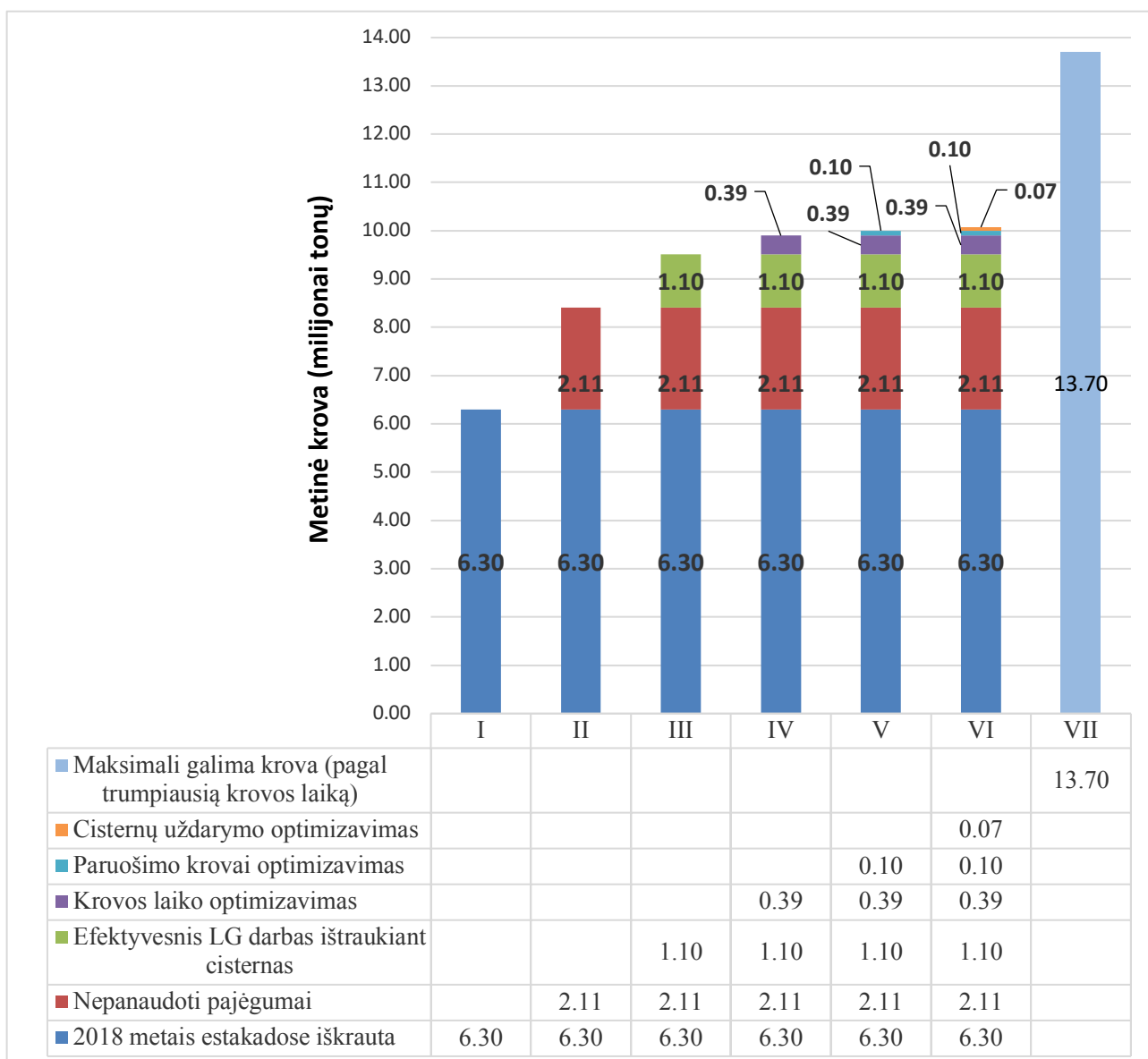
Priimant sprendimą dėl kapitalo investicijų, reikia įvertinti jų teikiamą naudą. Tai galima padaryti įvertinant kokį papildomą naftos produktų kiekį analizuojamais metais būtų galima perkrauti estakadose įgyvendinus kapitalo investicijas esamos įrangos modernizavimui ir padidinus operatyvines išlaidas:

$$K_{opt} = \sum \left( \frac{KO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) = 0,39 \text{ mln. t} \quad (9)$$

$$P_{opt} = \sum \left( \frac{PO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) = 0,1 \text{ mln. t} \quad (10)$$

$$U_{opt} = \sum \left( \frac{UO_n}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \right) = 0,07 \text{ mln. t} \quad (11)$$

Gauti rezultatai apibendrinant visų AB „Klaipėdos nafta“ estakadų analizę pateikti 32 paveikslėlyje, kuriame papildytos 17 paveikslėlyje pateiktos maksimalios krovos galimybės.



32 pav. Naftos terminalo krovos estakadose ir maksimalių galimybių palyginimas

Gauti estakadų tyrimo rezultatai rodo, kad:

- 2018 metais estakadose buvo iškrauta 6,3 mln. tonų naftos produktų;
- Įvertinus nepanaudotus pajėgumus naftos terminalas galėtų per metus iškrauti 8,41 mln. tonų naftos produktų;
- Efektyvesnis AB „LG Cargo“ darbas maksimalias terminalo galimybes padidintų 1,1 mln. tonų per metus iki 9,51 mln. tonų;
- Papildomai optimizavus vidinį estakadų darbą naftos terminalas pasiektų **maksimalias krovos galimybes – 10,07 mln. tonų naftos produktų krovos potencialą per metus:**

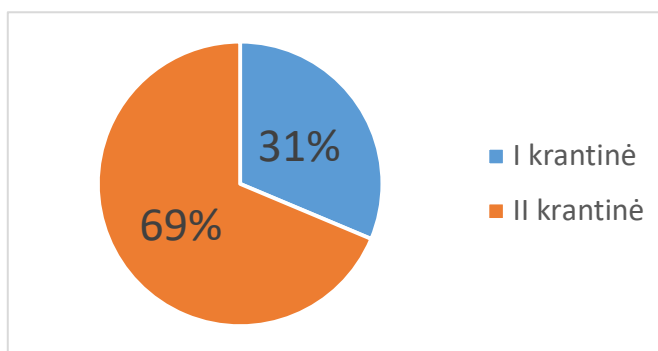
- Padidinus kapitalo investicijas atnaujinant turimą įrangą ir operatyvines išlaidas didinant energetines sąnaudas papildomai galima iškrauti 0,39 mln. tonų naftos produktų;
- Padidinus operatyvines išlaidas, didinat darbuotojų skaičių, papildomai galima iškrauti 0,17 mln. tonų naftos produktų;
- Maksimali galima krova, vertinant tik trumpiausius pylimo laikus, neatsižvelgiant į sezoniškumą, produktų chemines savybes ir daugelį kitų priežasčių, būtų 13,7 mln. tonų. Tai yra pagrindinis apribojimas skaičiuojant tolimesnį pagrindinių terminalo krovos grandinės dalių suderinamumą.

Tyrimo rezultatai rodo, kad didžiausias ekonominė nauda būtų pasiekama organizacinėmis priemonėmis – keičiant sutarties su AB „LG Cargo“ sąlygas bei didinant estakados darbuotojų skaičių. Kapitalo investicijos į esamos įrangos modernizavimą santykinai nežymiai padidintų terminalo krovos estakadose potencialą, dėl ko optimalus tolimesnio krovos potencialo – maksimalių krovos didinimo galimybių planas būtų ne esamos įrangos modernizavimas, o papildomos estakados statyba.

*Apibendrinant galima teigti, kad AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos estakadose maksimalus potencialas yra 10,07 mln. tonų per metus, kurį būtų galima pasiekti įvairiomis organizacinėmis ir operatyvinėmis priemonėmis bei kapitalo investicijomis. Tyrimo metu buvo įvertinta krovos dinamika per metus, išskirtos bendro krovos laiko dedamosios ir jų sezoniškumas. Nustatyta, kad vidinį krovos potencialą estakadose lyginant su 2018 metais padidinti organizacinėmis priemonėmis (didinant operatyvines išlaidas) galima 2,8 procento, o gerokai didesnės kapitalo investicijos į esamos temperatūrinės įrangos atnaujinimą ir energetinių sąnaudų padidinimas krovą padidintų 6,2 procento. Dėl to, tolimesnis terminalo krovos estakadose potencialo didinimas turėtų būti daugiau paremtas naujos estakados statyba, o ne esamos įrangos atnaujinimu.*

#### **4.2 Terminalo krantinių užimtumo laikas ir krovos operacijos**

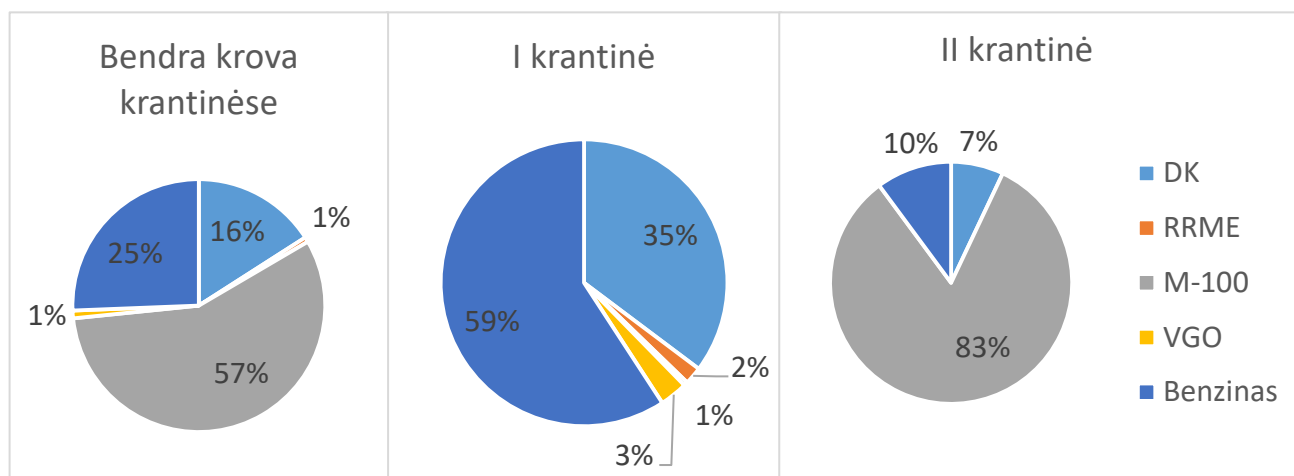
Per analizuojamus 2018 metus AB „Klaipėdos nafta“ krantinėse buvo į tanklaivius pakrauta 6,2 milijonai tonų naftos produktų. Situacijos analizėje buvo nustatyta, kad pirmoji ir antroji krantinės, kurios priklauso naftos terminalui, anot Klaipėdos valstybinės jūrų uostų direkcijos yra vienos užimčiausių Klaipėdos uoste. 33 paveikslėlyje pateiktas viso per metus perkrauto kiekio pasiskirstymas pagal krantines.



33 pav. AB „Klaipėdos nafta“ krovos krantinėse pasiskirstymas 2018 metais

Iš 33 paveikslėlio matyti, kad didžioji dalis, net 69 procentai, terminale perkraunamu naftos produktų buvo perkrauta antroje krantinėje. Iš viso per analizuojamus 2018 metus prie įmonės krantinių buvo prišvartuoti 182 tanklaiviai, iš kurių 104 pirmoje krantinėje ir 78 antroje krantinėje. Kadangi antroje krantinėje pakraunama daugiau naftos produktų, bet per metus atplaukia mažiau tanklaivių, galima daryti išvadą, kad kraunami didesni laivai, didesnės naftos produktų partijos.

Vertinant terminalo naftos produktų krantinės specializaciją, galima daryti išvadą, kad AB „Klaipėdos nafta“ terminalas daugiau specializuojasi tamsiųjų naftos produktų krovoje. 34 paveikslėlyje matyti, kad 2018 metais net 57% visų krantinėse kraunamų produktų sudarė mazutai (M-100) ir vakuuminiai gazoiliai (1%), o šviesieji naftos produktai sudarė likusius 42 procentus (benzinas – 25%; dyzelinas – 16%).



34 pav. AB „Klaipėdos nafta“ naftos produktų krovos krantinėse 2018 metais specializacija

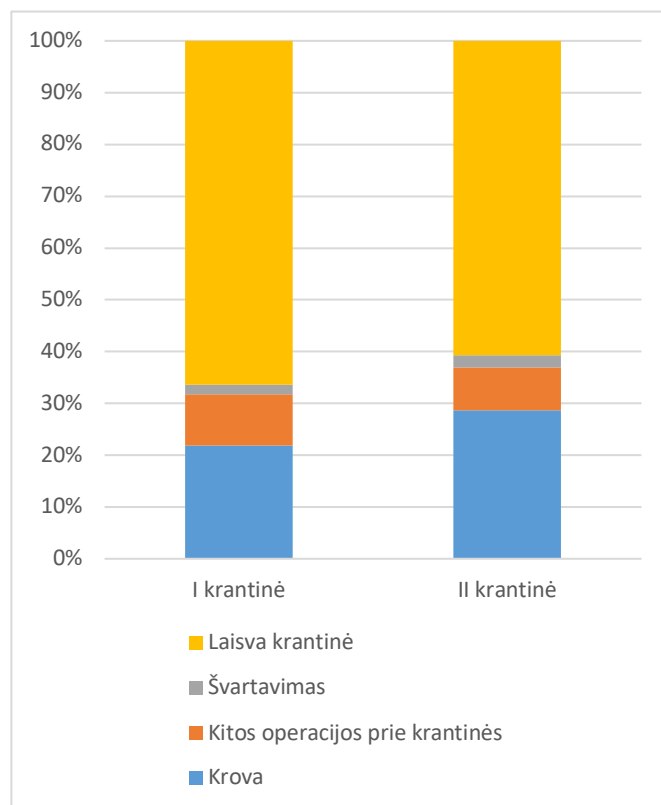
34 paveikslėlyje taip pat pateikta kiekvienos krantinės specializacija atskirai. Nepaisant to, kad abi terminalo krantinės gali krauti įvairių rūšių naftos produktus yra matoma stiprus produktų pasiskirstymas pagal krantines. Pirmoje krantinėje daugiausiai kraunami šviesieji naftos produktai, daugiausiai benzinas (59%) ir dyzelinis kuras (35%). Antroje krantinėje tamsieji naftos produktai – M-100 mazutas sudaro net 83% bendros krovos krantinėje.

Taigi išanalizavus skirtingų naftos produktų krovos pasiskirstymą krantinėse galima apibendrinti, kad terminalas daugiau specializuojasi tamsiųjų naftos produktų krovoje, kurie beveik

išskirtinai kraunami antroje krantinėje, o pirmoje krantinėje daugiausiai kraunami šviesieji naftos produktai.

35 paveikslėlyje yra pateiktas abiejų AB „Klaipėdos nafta“ krantinių metinis užimtumas 2018 metais, kuris suskirstytas į kelias pagrindines dedamąsias:

- Švartavimas – laikas nuo locmano išsilaipinimo į tanklaivį iki prišvartavimo;
- Kitos operacijos prie krantinės – visi atliekami veiksmai nuo laivo prišvartavimo iki krovos pradžios (laivo talpų priėmimas, krovos rankovių prijungimas), bei visi veiksmai baigus krovą iki laivo atšvartavimo (krovos rankovių atjungimas, mėginių paėmimas, dokumentų pasirašymas ir muitinės procedūros);
- Krova – mechaninis naftos produktų pumpavimas į ar iš laivo.



35 pav. Metinis krantinių užimtumas 2018 metais.

Pagal šias dedamąsias įvertinus 2018 metų krantinių užimtumą (35 pav.), galima matyti, kad per metus pirmoji krantinė buvo užimta tik 34% laiko, o antroji 39% įskaitant bendrą laiką laivų švartavimui į atitinkamas krantines. Iš pirmo žvilgsnio tai rodo didelį terminalo neišnaudotą potencialą, nes abi krantinės daugiau nei pusę metų yra neužimtos.

Viena tokio krantinių neišnaudoto potencialo priežasčių yra tanklaivių atvykimo grafikų derinimo tvarka. Derinant tanklaivių atvykimą yra priimta jų atvykimui skirti ne vieną dieną, o kelių dienų „langą“. Taip daroma, siekiant suteikti šiek tiek lankstumo iš toli atvykstantiems tanklaiviams, nes dėl įvairių priežasčių (blogų oro sąlygų, užlaikymų kituose uostose ir t.t.) tanklaiviai gali vėluoti.

Naudojant jau aptartą krantinių laiko rezervavimo metodiką galima rasti laiką, kuris turėjo būti rezervuotas visų per metus prie krantinių prišvartuotų laivų atvykimui, bei nepanaudotą krantinės potencialą, darant prielaidą, kad didelių laivų atvykimui rezervuojamos 3 paros, o mažų laivų atvykimui – 1 para. Tuomet kai pirmoje krantinėje buvo prišvartuoti 65 dideli ir 29 maži tanklaiviai, o antroje krantinėje – 71 didelis ir 7 maži tanklaiviai:

$$KR_1 = \sum(N_1 * R_{NP}) = 65 * 72 + 29 * 24 = 5616 h \quad (15)$$

$$KL_1 = T - KR_1 = 8760 - 5616 = 3144 h \quad (16)$$

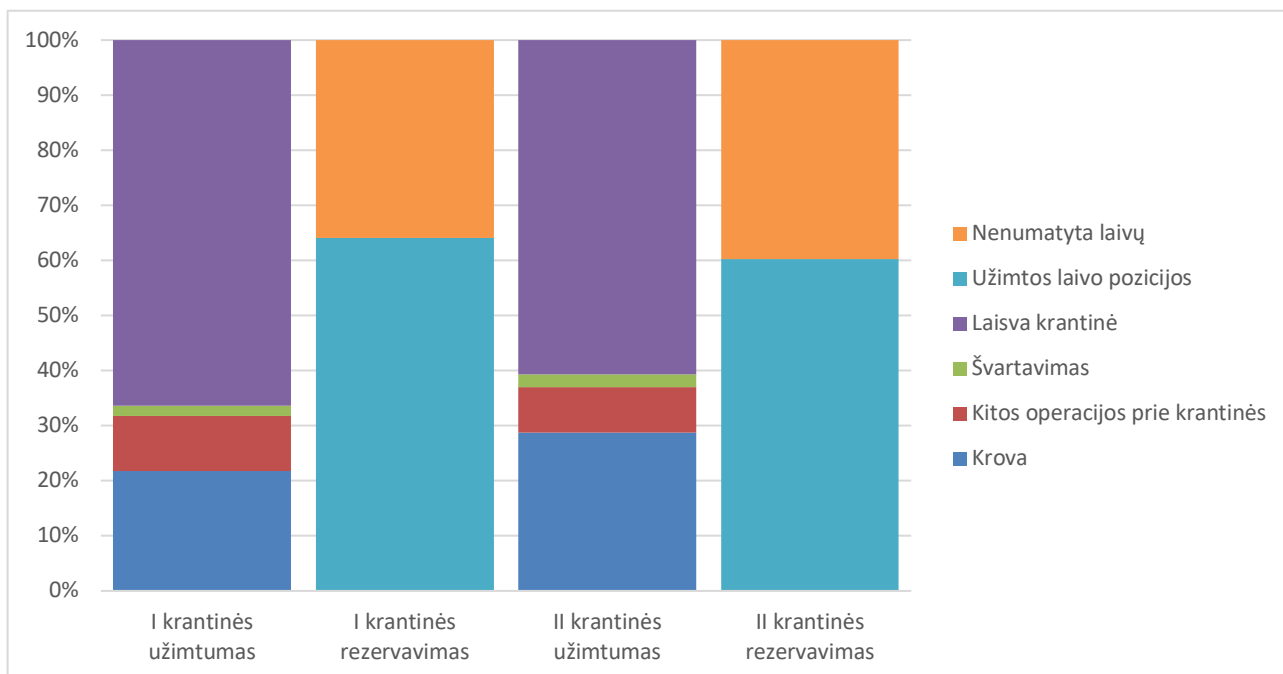
$$PR_1 = \frac{KL_1}{R_{NP}} = \frac{3144}{72} = 43,67 \text{ tanklaiviai} \quad (17)$$

$$KR_2 = \sum(N_2 * R_{NP}) = 71 * 72 + 7 * 24 = 5280 h \quad (15)$$

$$KL_2 = T - KR_2 = 8760 - 5280 = 3480 h \quad (16)$$

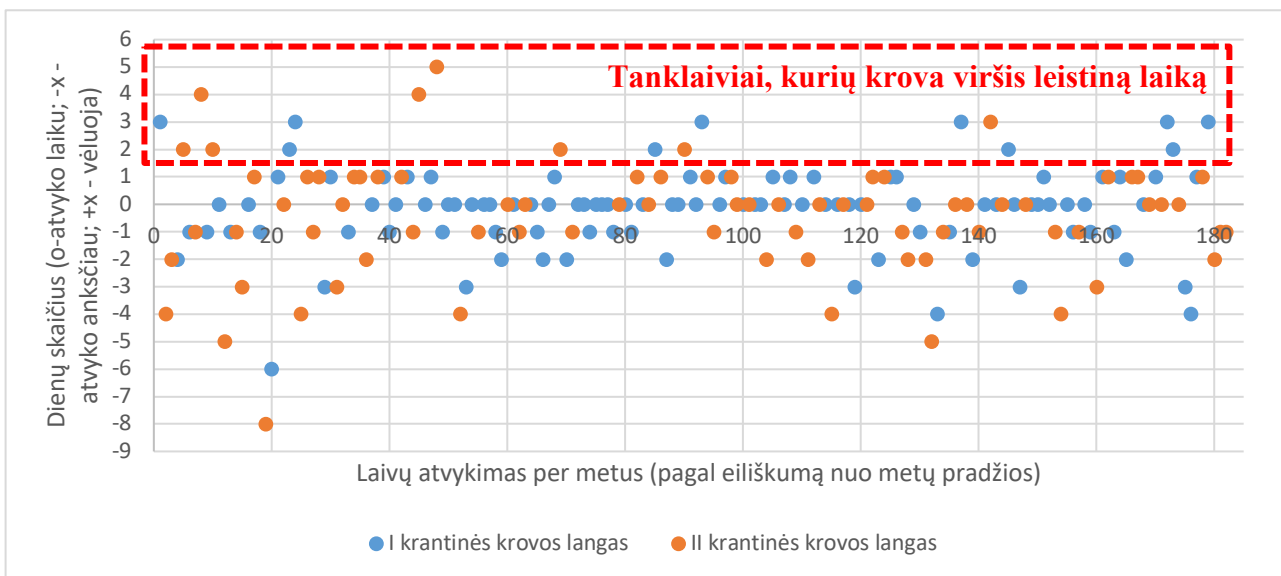
$$PR_2 = \frac{KL_2}{R_{NP}} = \frac{3480}{72} = 48,33 \text{ tanklaiviai} \quad (17)$$

Taigi analizuojamais 2018 metais rezervavus visą laisvą prie krantinių laiką pirmoje krantinėje papildomai būtų galima pakrauti 43 didelius tanklaivius, o antroje – 48. Gauti krantinių užimtumo ir rezervavimo laikų palyginimai pateikti 36 paveikslėlyje.



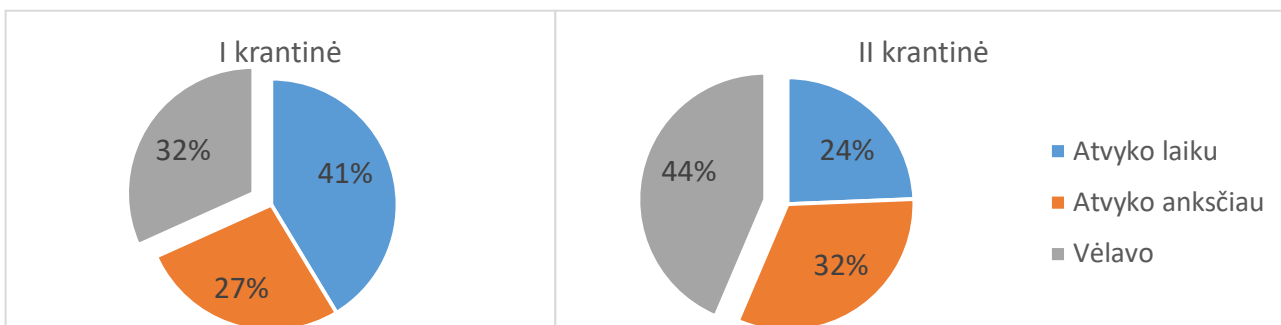
36 pav. AB „Klaipėdos nafta“ krantinių užimtumo ir rezervavimo 2018 metais palyginimas

Iš 36 paveikslėlio taip pat matyti, kad bendrame krantinių užimtumo grafike, fizinė naftos produktų krova abiejuose krantinėse užima nedidelę dalį. Tai rodo, kad terminalo krovos technologijos turi sąlyginai nedidelę įtaką bendram krantinių potencialui, nes krantinių technologinė įranga yra pritaikyta pagal šiuo metu esamą krantinių gylį galinčių atplaukti tanklaivių krovai (magistralinių vamzdynų diametras artimas atplaukiančių tanklaivių manifoldų diametru). Taigi pirmiausia vertinant terminalo krantinių potencialą reikia įvertinti tanklaivių atvykimo tikslumą. Ši informacija yra pateikta 37 paveikslėlyje.



37 pav. Atvykstančių tanklaivių nukrypimas nuo numatyto krovos lango pradžios 2018 metais.

Iš atvykimo laikų pasiskirstymo diagramos (37 pav.) matyti, kad į naftos terminalą 2018 metais atplaukę laivai atvykdavo nuo 8 dienų anksčiau iki 5 dienų vėlavo. Atvykstantys anksčiau ar laiku tanklaiviai įtakos naftos terminalo bendrai krovai neturi, tačiau vėluojantys ją gali sumažinti, jei tanklaivio krova nebus pabaigta per tanklaiviui skirtą laiką. 38 diagramoje matyti, kad į pirmą krantinę atvykti vėlavo 32% tanklaivių, o į antrą – 44%. Ypatingai blogi atvykimo laikai yra kai vėluojama daugiau nei vieną parą. Tokiu atveju didesni tanklaiviai gali būti nebspėti pakrauti per jiems skirtą laiką. 2018 metais šie tanklaiviai apibrėžti 37 paveikslėlyje raudona linija: į pirmą krantinę daugiau nei 1 parą vėlavo 10 tanklaivių (9,6%), o į antrą – 8 (10,3%).

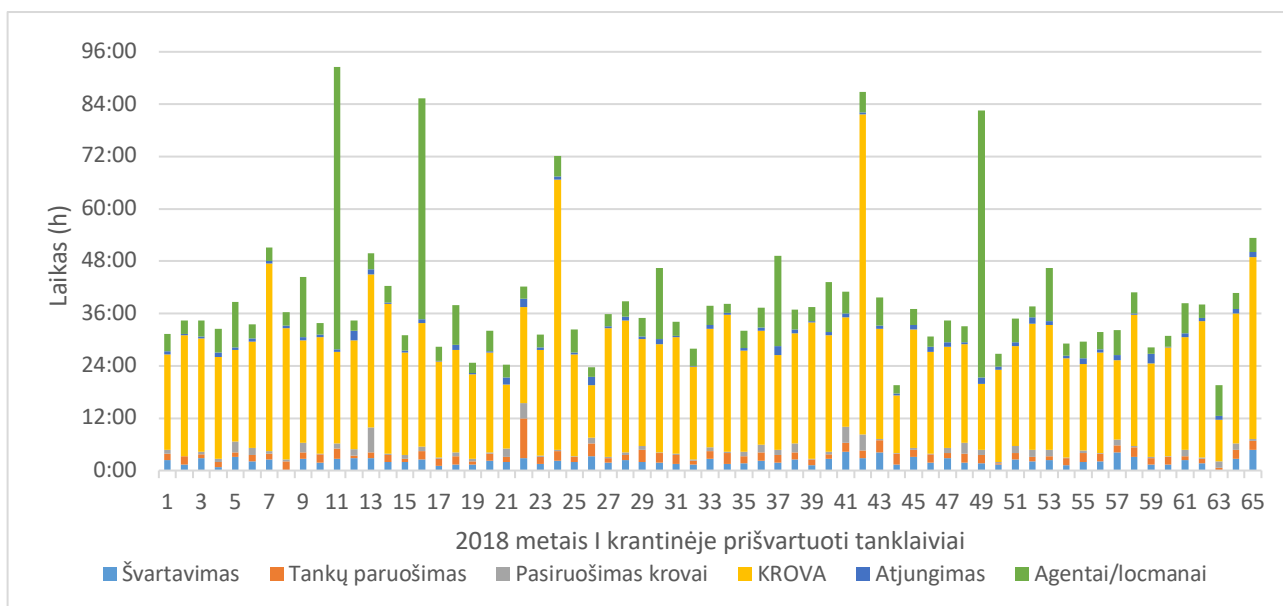


38 pav. Atvykstančių tanklaivių nukrypimo nuo numatyto krovos lango santykinė dalis 2018 metais.

Visa tai rodo, kad siekiant maksimalios krovos krantinėse ir visiškai išnaudojamo potencialo, prioritentinė sritis būtų optimalus tanklaivių atvykimo grafiko sudarymas, mažinant neapibrėžtumą, ir įgyvendinimo kontrolė, tačiau jam daryti įtaką būtų sunku, nes jis daugiausiai lemiamas išorinių priežasčių. Grafiko sudarymo lankstumo sumažinimas mažintų ir terminalo patrauklumą bei konkurencingumą.

Prieš apskaičiuojant optimalų tanklaivių skaičių, kuris gali būti pakrautas prie terminalo krantinių reikia įvertinti kiek tanklaivių viršijo jiems skirtą laiką prie krantinių ir kokios buvo to priežastys. Taip nustatomas pasirinkto krovos lango tinkamumas.

39 paveikslėlyje pateiktos I krantinės užimtumo 2018 metais laiko dedamosios. Analizuojamu laikotarpiu tik 4 tanklaiviai viršijo jiems skirtą trijų parų laiką iš kurių tik vienas dėl technologinių priežasčių (ilgą krovos laiką galėjo įtakoti krovos technologija arba krovinio trūkumas). Kiti 3 tanklaiviai skirtą laiką viršijo stovėdami prie krantinių po krovos, leidus terminalui. Tik 10,8% tanklaivių krova buvo baigta praėjus daugiau nei 36 valandom po prišvartavimo, ir tik 3% po daugiau nei 48 valandų. Taigi net 89% laivų baigiami krauti per mažiau nei 36 valandas ir 97% per mažiau nei 48 valandas. Vertinant bendrą laiką prie krantinės tik 63% praleido mažiau nei 36 valandas; 89% mažiau nei 48 valandas ir 93,85% mažiau nei 72 valandas.

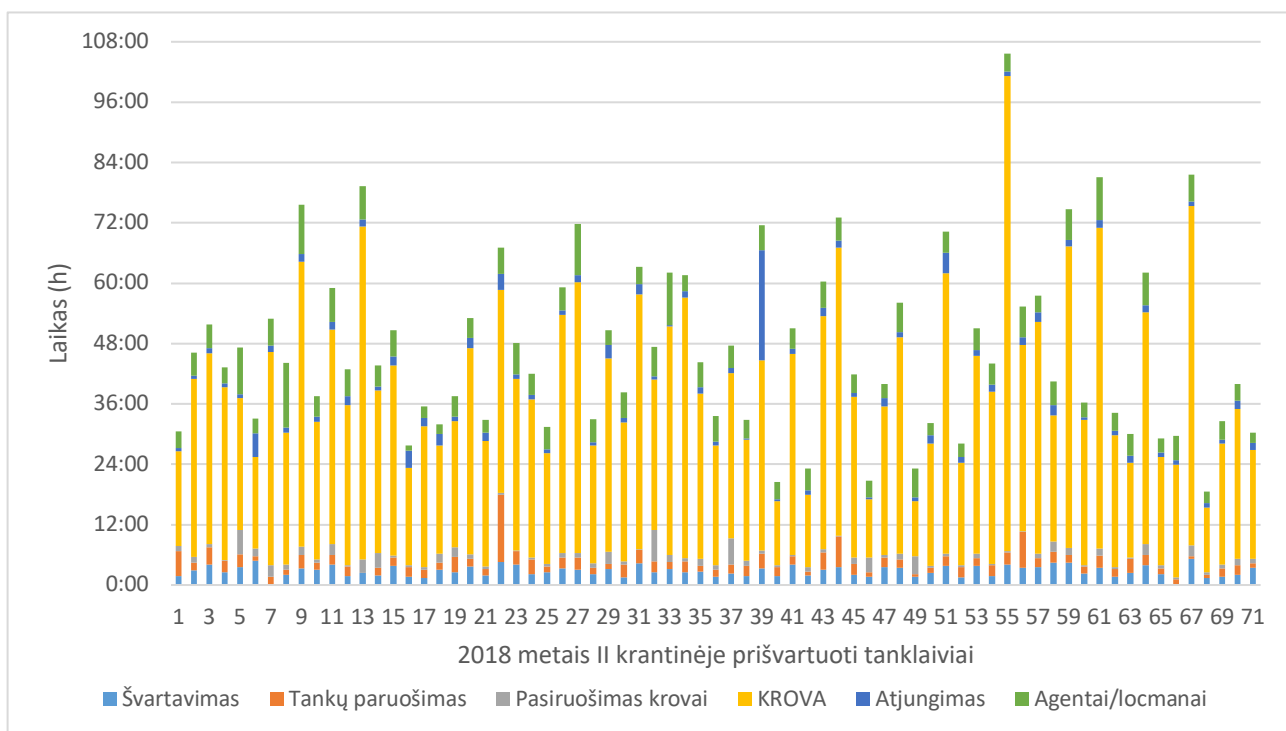


39 pav. AB „Klaipėdos nafta“ I krantinės užimtumo 2018 metais laiko dedamosios.

Renkantis optimalų tanklaivių atvykimui ir krovai skirtą laiką I naftos terminalo krantinėje reikia atsižvelgti į tai, kad net 32% atvykstančių tanklaivių analizuojamais metais vėlavo iš kurių 9,6% vėlavo daugiau nei vieną parą. Kadangi net 97% tanklaivių baigiami krauti, o 89% ir išvyksta per mažiau nei 48 valandas, pasirinkus 3 parų krantinės rezervavimą atvykstančiam tanklaiviui, neapibrėžtumas, kad tanklaivis vėluos daugiau nei 1 parą ir nespės pasikrauti laiku yra mažesnis nei 10%. Trumpesnio laiko pasirinkimas padidintų galimą perkrauti kiekį, tačiau kartu padidintų ir riziką tanklaivių prastovom. Taigi toliau skaičiavimuose naudojamas optimalus 3 parų (72 h) laikas.

Analogiškai I krantinės krovos laiko dedamųjų analizei, reikia įvertinti ir optimalų tanklaiviams skiriamą krovos laiką II krantinėje. 40 paveikslėlyje matyti, kad laiko prie krantinių dedamųjų suma II krantinėje analizuojamais 2018 metais buvo gerokai didesnė. Tik 47,9% tanklaivių baigė pasiruošimą ir visas krovos operacijas per mažiau nei 36 valandas, 73,2% per mažiau nei 48 valandas, 87,3% per mažiau nei 60 valandų ir 98,6% per mažiau nei 72 valandas. Analizuojamais metais tik 2 tanklaiviai viršijo 72 valandas dėl fizinio krovos laiko. Vertinant visą prie krantinių praleistą laiką, 36,6% tanklaivių prie krantinės išbuvo mažiau nei 36 valandas, 67,6%

- mažiau nei 48 valandas, 84,5% - mažiau nei 60 valandų ir 93% mažiau nei 72 valandas. Taip pat reikia atsižvelgti, kad į II krantinę atvykti vėlavo 44% numatytų tanklaivių, o 10,3% vėlavo daugiau nei vieną parą. Taigi šiuo atveju optimalus numatomas krantinių užimtumas vienam tanklaiviui turėtų būti 72 valandos, kurių metu spėja pasikrauti ir išvykti 93% analizuotų tanklaivių bei pridamos 24 valandos vėluojantiems tanklaiviams. Tuomet analizuojamu laikotarpiu 98,6% laivų atvykę laiku spėtų būti pakrauti ir tik 10,3% daugiau nei 2 paras vėluojančių tanklaivių turėtų galimybę nespėti pasikrauti, per jiems skirtą laiką, tačiau kaip analizė parodė per dar likusias 48 valandas spėtų pasikrauti 67,6% tanklaivių. Taigi optimalus rezervavimui skirtas laikas būtų 92 valandos (4 paros), o tolimesnis jo ilginimas jau pradėtų mažinti krovos krantinėse potencialą – maksimalias galimybes.



40 pav. AB „Klaipėdos nafta“ II krantinės užimtumo 2018 metais laiko dedamosios.

Taigi optimalus krantinių rezervavimo laikas atvykstantiems dideliems tanklaiviams:

- I krantinė – 72 valandos (3 paros);
- II krantinė – 96 valandos (4 paros).

Įvertinus kiek laiko turėtų būti skiriama atvykstantiems tanklaiviams, reikia įvertinti koks labiausiai tikėtinas naftos produktų kiekis būtų pakraunamas į kiekvieną atvykusį tanklaivį. Krovos našumas gali priklausyti nuo įvairių priežasčių:

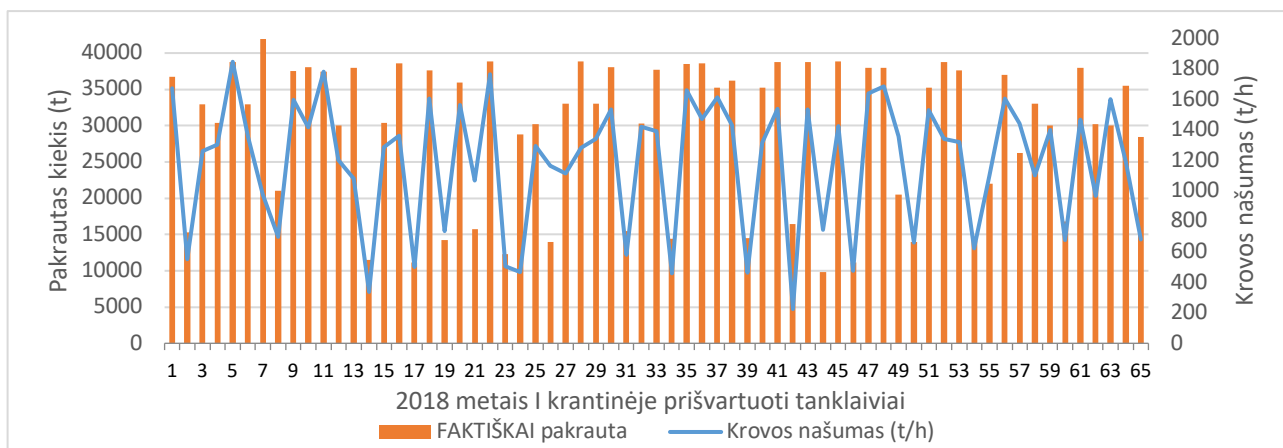
- Tanklaivio dydžio. Didesni tanklaiviai turi daugiau didesnių talpų naftos produktams. Didesnio diametro vidiniai laivo vamzdynai leidžia pasiekti didesnę krovos našumą;
- Antistatinis naftos produktų judėjimo vamzdynais greičio apribojimas;
- Nurodyti tanklaivio krovos našumo apribojimai;

- Didelis angliavandenilių garų slėgis laivo talpose;
- Terminalo talpyklų apribojimai keliant ar leidžiant plaukiojantį stogą;
- Užsakymų specifika, kai valomos talpyklos siekiant pakrauti kuo didesnę kiekį naftos produktų ir kt.

Visos šios priežastys gali lemti tai, kad vidutinis krovos greitis yra gerokai mažesnis už naftos terminalo technines galimybes.

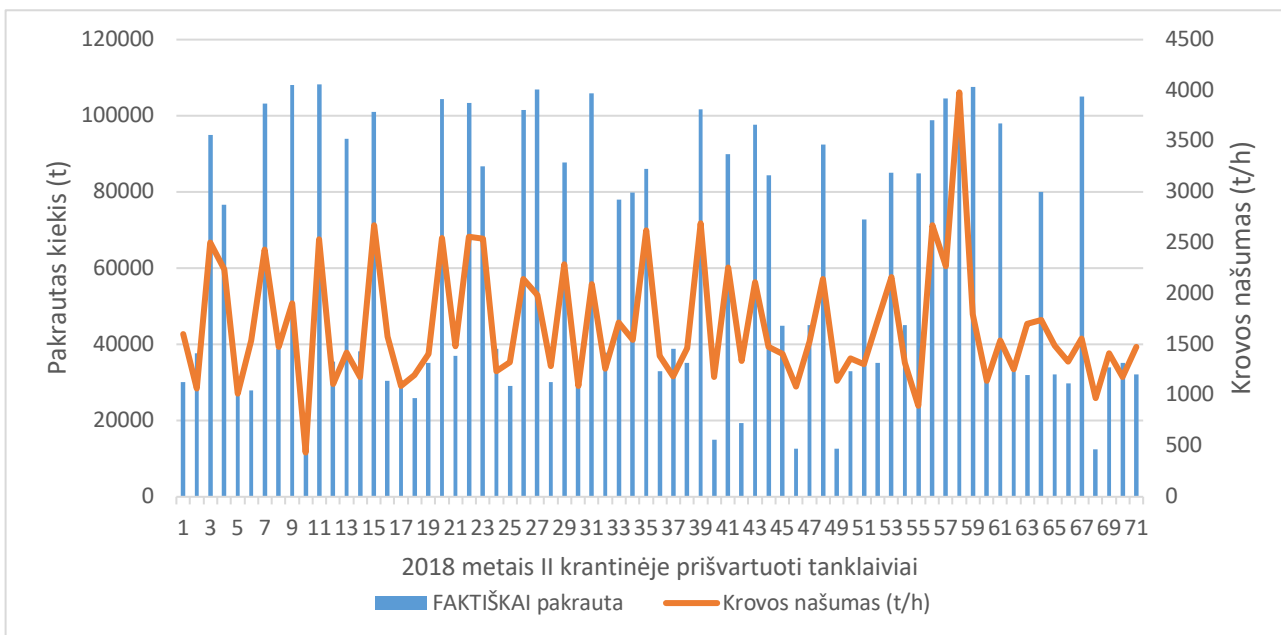
41 paveikslėlyje yra pateikta analizuojamais 2018 metais I krantinėje pakrauto naftos produktų kiekio ir krovos našumo priklausomybė. Šviesiųjų naftos produktų prekyba dažnai vyksta standartizuotomis partijomis iki 38 850 tonų vakuume. Tai matoma ir 41 diagramoje, nes tai yra vienas didžiausių pasitaikančių krovos kiekių. Būtent šis dydis bus naudojamas vertinant maksimalų galimą pakrauti kiekį šviesiųjų naftos produktų per metus – jų krovos potencialą.

Krovos našumas dėl jau aptartų priežasčių svyruoja, bet jam būdingas dėsningumas – didesnis naftos produktų kiekis kraunamas didesniu našumu. Šios priklausomybės *koreliacijos koeficientas yra 0,72*, kas rodo, jog tarp šių dydžių yra stiprus koreliacinis ryšys. Vertinant krovos našumą galima matyti, kad didesnių naftos produktų kiekių krovai jis svyruoja tarp 1400 ir 1800 tonų per valandą (atitinkamai 1900 – 2500 m<sup>3</sup>/h benzino), o tai sudaro 53 – 69 procentus maksimalaus terminalo galimo našumo kraunant šviesiuosius naftos produktus. Tai leidžia daryti išvadą, kad įvairūs išoriniai apribojimai mažina bendrą krovos krantinės potencialą.



41 pav. I krantinėje 2018 metais į tanklaivius pakrauto kiekio ir vidutinio krovos našumo priklausomybė

Atitinkamai 42 paveikslėlyje pateikta II krantinėje pakrauto naftos produktų kiekio ir krovos našumo priklausomybė. Vidutinis 2018 metais pakrautas kiekis II krantinėje buvo 60 000 tonų vakuume naftos produktų, net 45% tanklaivių buvo pakrauti didesniu kiekiu nei 70 000, o 38% - didesniu nei 80 000 tonų. Įvertinus šiuos dydžius ir prieš tai pasirinktą ilgesnį rezervuojamą optimalų tanklaiviui skirtą laiką, tolimesniems II krantinės krovos potencialo skaičiavimams bus naudojamas optimalus tamsiųjų naftos produktų partijos dydis – 80 000 tonų.



**42 pav.** II krantinėje 2018 metais į tanklaivius pakrauto kiekio ir vidutinio krovos našumo priklausomybė

Krovos našumo ir pakrauto kiekio II krantinėje *koreliacijos koeficientas yra 0,75*. Taigi kaip ir I krantinėje yra stiprus ryšys tarp kraunamo kiekio (tanklaivio dydžio) ir krovos našumo. Vidutinis našumas analizuojamu laikotarpiu buvo apie 1700 t/h, didelėms partijoms apie 2500 t/h, kas yra tik 63 procentai maksimalaus technologinio krovos potencialo II krantinėje. Taigi užsakymų pobūdis, tanklaivių specifikacija ir kiti išoriniai šaltiniai, kaip ir I krantinėje, trukdo įgyvendinti visą turimą krovos našumo potencialą.

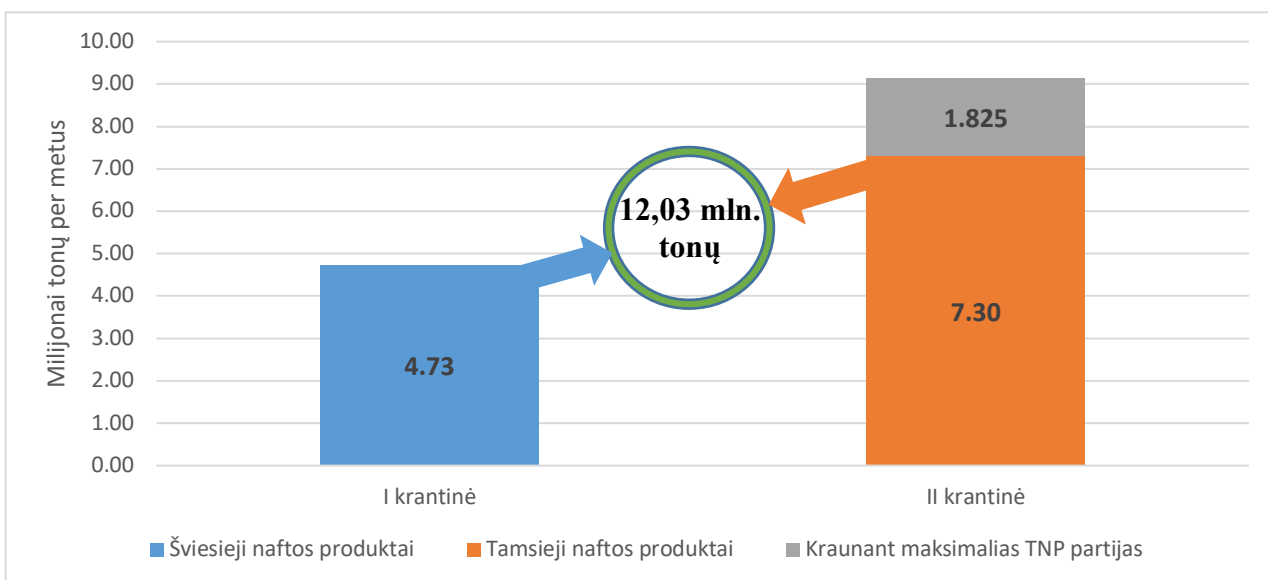
Atlikus krovos abiejose AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krantinėse tyrimą, galima daryti išvadą, kad vertinant krovos krantinėse potencialą pagrindiniai gauti duomenys yra:

- Optimalus laivo atvykimui į I krantinę rezervuojamas laikas – 3 paros (72 valandos);
- Optimalus I krantinėje kraunamas šviesiųjų naftos produktų kiekis – 38 850 tonos;
- Optimalus laivo atvykimui į II krantinę rezervuojamas laikas – 4 paros (96 valandos)
- Optimalus II krantinėje kraunamas tamsiųjų naftos produktų kiekis – 80 000 tonų;

Remiantis šiais duomenimis ir išlaikant krantinių specializaciją, galima rasti maksimalų kiekį naftos produktų, kurie gali būti pakraunami terminalo krantinėse:

$$K_{MAX} = \frac{T}{T1_{opt}} * Q1_{opt} + \frac{T}{T2_{opt}} * Q2_{opt} = \frac{365}{3} * 38850 + \frac{365}{4} * 80000 = 4726750 + 7300000 = 12026750 t = 12,03 mln. tonų \quad (20)$$

Gauti rezultatai pateikti 43 diagramoje:



43 pav. AB „Klaipėdos nafta“ krovos krantinėse potencialas – maksimalios krovos galimybės

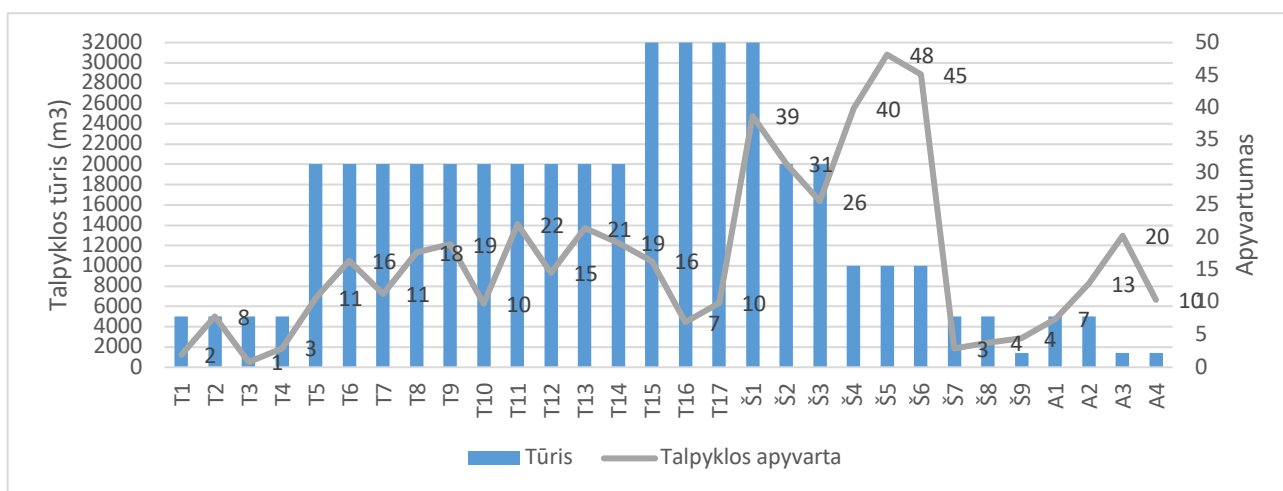
Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad maksimalus galimas pakrauti krantinėse kiekis galėtų būti padidintas dar 1,825 mln. tonų, jei visi per metus atplaukiantys tamsiųjų naftos produktų laivai būtų kraunami po 100 000 tonų.

*Apibendrinant galima teigti, kad AB „Klaipėdos nafta“ krantinėms būdinga specializacija. Pirmoje krantinėje analizuojamais 2018 metais buvo krauta mažiau ir beveik išskirtinai šviesiųjų naftos produktų. Tyrimas parodė, kad mechaninis naftos produktų krovos laikas sudaro nedidelę dalį per metus. Dėl šios priežasties buvo nustatyta, kad krovos krantinėse potencialą labiausiai riboja tanklaivių atvykimui rezervuojamas laikas. Išanalizavus 2018 metais atvykusių tanklaivių vėlavimą ir laiko prie krantinės dedamąsias, buvo nustatytas optimalus rezervuojamas laikas į atitinkamas krantines atplaukiantiems tanklaiviams bei optimalus pakraunamas kiekis. Buvo nustatyti koreliacijos koeficientai tarp pakraunamo kiekio ir krovos našumo. Krantinių tyrimo rezultatai parodė, kad jų krovos potencialas yra 12,03 mln. tonų naftos produktų (su galimybe padidinti dar 1,825 mln. tonų, jei per visus metus į terminalą plauktų tik didžiausi tanklaiviai).*

#### 4.3 Terminalo talpyklų panaudojimo efektyvumas

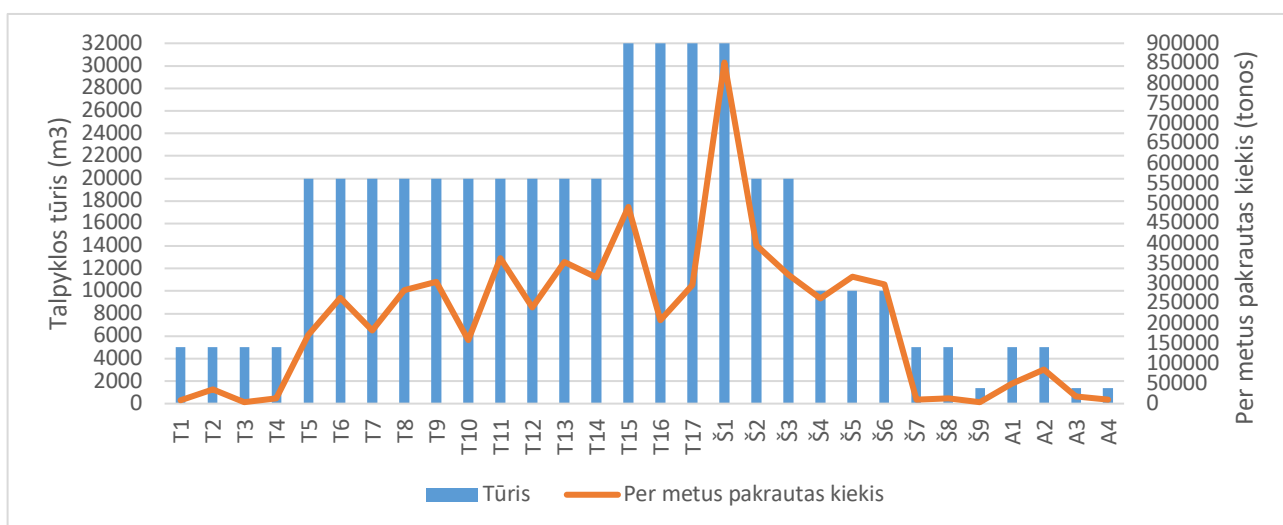
Vertinant talpyklų panaudojimo efektyvumą ir jo įtaką bendram naftos terminalo krovos potencialui pirmiausia reikia išanalizuoti kiek dažnai talpyklų tūris pasikeisdavo per analizuojamus 2018 metus. 44 paveikslėlyje pateiktas visų pagrindinei terminalo veiklai naudojamų talpyklų tūrio ir apyvartumo palyginimas. Šiuo atveju apyvartumas – laisvai paimamo kiekio tonomis pasikeitimo per metus skaičius. Terminalo talpyklos, kuriose laikomi tamsieji naftos produktai žymimos T1 – T17, talpyklos, kuriose laikomi šviesieji naftos produktai žymimo Š1 – Š8, o talpyklos, į kurias buvo kraunami autoterminalui skirti naftos produktai iš geležinkelio estakadų žymimi A1 – A4. Autoterminalui naudojamos talpyklos toliau neanalizuojamos, nes produktai iš jų išvežami

autocisternomis, kurių veikla šiame darbe nėra tiriama. Iš 44 paveikslėlio matyti, kad mažosios tamsiųjų naftos produktų talpyklos dėl sudėtingesnės technologijos nėra panaudojamos efektyviai ir tik vienos iš jų apyvartumas per metus siekė 8 kartus, o likusios tik 1 – 3 kartus. Kitų 20 000 m<sup>3</sup> talpyklų apyvartumas svyravo nuo 10 iki 22 kartų, trijų didesnių talpyklų apyvartumas svyravo nuo 7 iki 19 kartų. Talpyklų, kuriose laikomi šviesieji naftos produktai apyvartumas analizuojamais 2018 metais buvo gerokai didesnis nei tamsiųjų naftos produktų. Tai lėmė ir tai, kad šviesiųjų naftos produktų krovai buvo skirta mažiau talpyklų. Jų apyvartumas svyravo nuo 26 iki 48 kartų. Mažiausios iš jų buvo panaudojamos ne taip efektyviai (3 – 4 kartus). Autocisternų pripylimo aikštei naudojamų talpyklų apyvartumas svyravo nuo 4 iki 20 kartų.



44 pav. AB „Klaipėdos nafta“ talpyklų tūrio ir apyvartumo palyginimas

Lyginant talpyklų tūrį ir per metus pakrautą kiekį (45 paveikslėlis) galima matyti, kad tamsiųjų naftos produktų apyvartumo ir perkrauto kiekio santykis yra panašus. Tuo tarpu šviesiųjų naftos produktų talpyklų Š1 – Š6 pakrautas kiekis nepaisant didelio apyvartumo, nebuvo labai didelis. Tai rodo, kad siekiant didinti šviesiųjų naftos produktų dalį bendroje terminalo kroje reikalingas didesnis šiems produktams krauti skirtų talpyklų skaičius.



45 pav. AB „Klaipėdos nafta“ talpyklų tūrio ir per metus pakrauto kiekio palyginimas

Norint nustatyti naftos terminalo krovos potencialą, reikia įvertinti kiek ir kokio dydžio segreguotų partijų galima sukaupti terminalo talpyklose, kraunant naftos produktus iš terminalo estakadų į talpyklas ir vėliau į atvykusius tanklaivius. Pagal krovos krantinėse potencialo tyrimą 5 lentelėje pateiktos galimybės sukaupti optimalias segreguotas partijas. Turint esamą talpyklų infrastruktūrą didinti segreguotų partijų skaičių galima tik mažinant partijų dydį.

**5 lentelė.** Laisvai pakraunamo naftos produktų kiekio panaudojimas segreguotų partijų formavimui

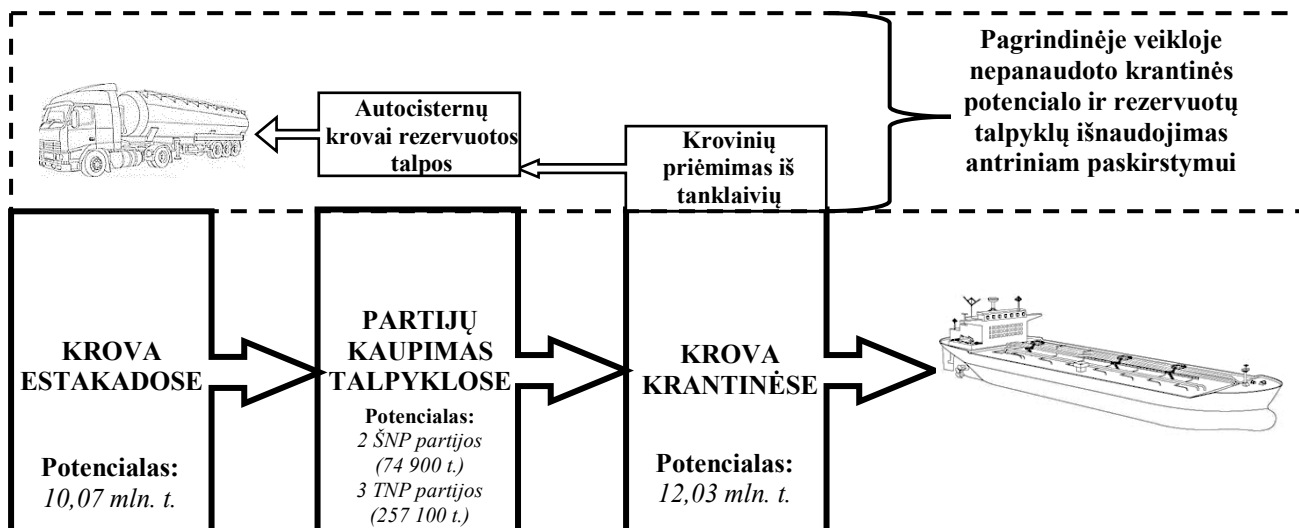
Talpyklos	Laisvai pakraunamas kiekis (tonos)	I partija	II partija	III partija	IV partija
T1-T4	4 X 4500 t			1 X 4500 t	3 X 4500 t
T5 - T10	6 X 16100 t	4 X 16100 t	2 X 16100 t		
T11 - T14	4 X 16500 t		3 X 16500 t	1 X 16500 t	
T15 - T17	3 X 30000 t	1 X 30000 t		2 X 30000 t	
	<b>Bendras:</b>	<b>94400 t</b>	<b>81700 t</b>	<b>81000 t</b>	<b>13500 t</b>
Š1	1 X 22000 t	1 X 22000 t			
Š2 - Š3	2 X 12600 t		2 X 12600 t		
Š4 - Š6	3 X 6600 t	3 X 6600 t			
Š7 - Š8	2 X 3500 t		2 X 3500 t		
Š9	1 X 900 t		1 X 900 t		
	<b>Bendras:</b>	<b>41800 t</b>	<b>33100 t</b>		

*Apibendrinant galima teigti, kad AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminale šviesiesiems naftos produktams skirtos talpyklos yra panaudojamos efektyviau, nors į jas pakrautas kiekis yra mažesnis nei tamsiųjų naftos produktų. Turint esamą talpyklų infrastruktūrą vienu metu galima sudaryti tris atskiras dideles partijas tamsiųjų naftos produktų nuo 81 000 tonų iki 94 400 tonų su 13 500 tonų atsarga neefektyviai panaudojamoje talpyklose. Taip pat galima suformuoti dvi atskiras šviesiųjų naftos produktų partijas nuo 33 100 iki 41 800 tonų. Skirtingų produktų rūšių partijų skaičiaus didinimas mažintų galimą jų dydį.*

#### **4.4 Infrastruktūros elementų suderinamumo lygis – terminalo krovos potencialas**

Atlikus svarbiausių naftos terminalo technologinės krovos grandinės dalių krovos potencialo tyrimą, reikia įvertinti šių atskirų dalių suderinamumo lygį ir bendrą viso AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos potencialą. Tyrimas parodė, kad atsižvelgiant į optimalų tanklaivių atvykimui skirtą „krovos langą“, krantinėse galimas perkrauti naftos produktų kiekis yra didesnis nei terminalo estakadose. Šie pagrindinėje veikloje nepanaudoti pajėgumai gali būti išnaudojami antriam naftos produktų paskirstymui, kuris šiame darbe nėra analizuojamas. 46 paveikslėlyje pateikta pagrindinių terminalo elementų suderinamumo ir pagrindinėje veikloje neišnaudoto

potencialo schema.



46 pav. AB „Klaipėdos nafta“ atskirų elementų suderinamumo schema

Taigi vertinant viso terminalo pagrindinės krovos potencialą reikia įvertinti per kiek laiko nustatytos optimalios šviesiųjų ir tamsiųjų naftos produktų partijos bus sukauptos ir kas kiek laiko turi būti rezervuojami tanklaiviai šių partijų išgabenimui. Likęs krantinės potencialas gali būti laikomas naftos produktų importo, skirto antriniam paskirstymui, potencialu.

Remiantis estakadų krovos potencialo tyrimo rezultatais, darant prielaidą, kad visada yra reikiamas krovinių kiekis, geležinkelis dirba optimaliai, estakadų vidaus darbas ruošiant cisternas krovai ir jas uždarant po krovos bei pati krova yra optimizuotos:

- I estakada  $P_{\min} + K_{\min} + U_{\min} = 00:52 + 03:57 + 00:31 = 05:21$ ;
  - Vidutinis iškraunamas kiekis:  $Q_{\text{vidI}} = 1956$  t;
  - Vidutinis krovos laikas:  $K_{\text{vidI}} = 08:00$ ;
- II estakada  $P_{\min} + K_{\min} + U_{\min} = 00:40 + 03:33 + 00:27 = 04:41$ ;
  - Vidutinis iškraunamas kiekis:  $Q_{\text{vidII}} = 1958$  t;
  - Vidutinis krovos laikas:  $K_{\text{vidII}} = 06:30$ ;
- III estakada  $P_{\min} + K_{\min} + U_{\min} = 00:38 + 03:09 + 00:26 = 04:14$ ;
  - Vidutinis iškraunamas kiekis:  $Q_{\text{vidIII}} = 1740$  t;
  - Vidutinis krovos laikas:  $K_{\text{vidIII}} = 05:45$ ;
- IV estakada  $P_{\min} + K_{\min} + U_{\min} = 00:31 + 02:01 + 00:33 = 03:06$ ;
  - Vidutinis iškraunamas kiekis:  $Q_{\text{vidIV}} = 1744$  t.
  - Vidutinis krovos laikas:  $K_{\text{vidIV}} = 04:00$ ;
- Vidutinis cisternų ištraukimo ir padavimo laikas:  $PP_{\text{vid}} = 00:30$  min.

Optimalus krovai krantinėse rezervavimo laikas:

- $\text{ŠNP}_I = 3$  dienos = 72:00 h;

- $TNP_{II} = 4 \text{ dienos} = 96:00 \text{ h.}$

Maksimalios galimo partijos pagal talpyklų rezervavimą:

- $\check{S}NP1 = 41\ 800 \text{ t} \rightarrow 38\ 850 \text{ t}$  (maksimalus kraunamas į tanklaivius kiekis);
- $\check{S}NP2 = 33\ 100 \text{ t};$
- $TNP1 = 81\ 000 \text{ t};$
- $TNP2 = 81\ 700 \text{ t};$
- $TNP3 = 94\ 400 \text{ t};$

Atsižvelgiant į šiuos atskirų terminalo technologinės krovos grandinės dalių potencialo tyrimo rezultatus galima rasti laiką, kurio reikia norint sukaupti pasirinktas optimalias tanklaivių krovos partijas neoptimizuojant estakadų darbo:

$$\check{S}NP_{rez} = \begin{cases} \frac{\check{S}NP1}{Qvid_{IV}} * (Kvid_{IV} + PP_{vid}) = \frac{38850}{1744} * 04:30 = 100:14 \\ \frac{\check{S}NP2}{Qvid_{IV}} * (Kvid_{IV} + PP_{vid}) = \frac{33100}{1744} * 04:30 = 85:24 \end{cases} \quad (22)$$

$$TNP_{rez} = \begin{cases} \frac{TNP1}{Qvid_I} * (Kvid_I + PP_{vid}) = \frac{81000}{1956} * 08:30 = 351:59 \\ \frac{TNP2}{Qvid_{II}} * (Kvid_{II} + PP_{vid}) = \frac{81700}{1958} * 07:00 = 292:05 \\ \frac{TNP3}{Qvid_{III}} * (Kvid_{III} + PP_{vid}) = \frac{94400}{1740} * 06:15 = 339:04 \end{cases} \quad (23)$$

Tuomet trūkstamas arba perteklinis kiekis randamas iš partijoms reikiamo sukaupti laiko atimant nustatytą optimalų tanklaivių krovai skirtą laiką ir pagal šį skirtumą randant reikiamą papildomai iškrauti naftos produktų kiekį estakadose:

$$Q_{trūkst} = \frac{T_N}{Kvid_n + PP_{vid}} * Qvid_n \quad (24)$$

Gauti rezultatai pateikti 6 lentelėje:

**6 Lentelė.** Partijų kaupimo laikai ir galima metinė krova pagal vidutines procesų trukmes

Partijos nr.	Krovinio kiekis (t)	Krovinio kaupimas		Pagal nustatytą optimalų grafiką trūktų		Pagal koreguotą grafiką trūktų (būtų perteklius)		Pagal koreguotą grafiką galimas pakrauti kiekis
		Laikas (h)	Paros	Laiko	Krovinio	Laiko	Krovinio	
<i>ŠNP1</i>	<i>38850</i>	100:14	4,18	<i>28:14</i>	<i>10946</i>	<i>4:14</i>	<i>6589</i>	3,25 mln. t.
<i>ŠNP2</i>	<i>33100</i>	85:24	3,56	<i>13:24</i>	<i>5196</i>	<i>10:35</i>	<i>7289</i>	
<i>TNP1</i>	<i>81000</i>	351:59	14,67	<i>159:59</i>	<i>36817</i>	<i>111:59</i>	<i>25772</i>	6,08 mln. t.
<i>TNP2</i>	<i>81700</i>	292:05	12,17	<i>100:05</i>	<i>27995</i>	<i>52:05</i>	<i>14569</i>	
<i>TNP3</i>	<i>94400</i>	339:04	14,13	<i>147:04</i>	<i>40947</i>	<i>99:04</i>	<i>27584</i>	
<b>IŠ VISO:</b>								<b>9,33 mln. t.</b>

Kroviniai kaupiami iki tanklaivio atvykimo. Kadangi yra kaupiamos 2 šviesiųjų naftos

produktų partijos, viena iš jų kaupiama, kol kita kraunama į tanklaivį. Kadangi kaupiamos 3 tamsiųjų naftos produktų partijos, tai vienam kroviniui sukaupti galima skirti tiek laiko, kiek rezervuojama kitų dviejų tanklaivių krovai. 6 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad neoptimizuojant estakadų krovos, per nustatytą optimalų tanklaivių krovai skirtą laiką nebūtų galima sukaupti reikiamo naftos produktų kiekio, net jei kraunant vieną tanklaivį, jo krovinio kaupimui skirtoje estakadoje būtų kaupiamas trūkstamas kiekis kitai tanklaivio partijai.

Pakoregavus tanklaivių grafiką ir vietoj 72 valandų šviesiųjų naftos produktų krovai rezervuoto laiko skyrus 96 valandas, o tamsiųjų naftos produktų vietoj 96 valandų skyrus 120 valandų, būtų sukaupta daugiau krovinio. Rezultatai pateikti 6 lentelėje. Iš jų galima matyti, kad nors vienai šviesiųjų naftos produktų partijai, krovinio trūktų, bet jis galėtų būti sukauptas išnaudojant kitai partijai sukaupti likusį laiką. Tačiau liktų labai nedidelės galimybės kaupiti krovinius tinkamus išgabenti kitomis transporto priemonėmis – autocisternomis. Tamsieji naftos produktai negalėtų būti kaupiami tik jiems dedikuotose estakadose. Vieno tanklaivio pakrovimo metu, estakadoje kur buvo kaupiamas jam skirtas kroviny, turėtų būti pradėtas papildomai kaupiti kitam tanklaiviui skirtas kroviny. Kadangi trūkstamas laikas yra mažesnis už skiriamas 120 valandų, tai kroviny būtų spėtas sukaupti ir liktų labai nedidelis neišnaudotas estakadų pajėgumas.

Tuomet suderintas terminalo krovos estakadose ir krantinėse potencialas įvertinus metų pradžioje reikiamą krovinio sukauptimui skirtą tanklaivių atvykimo atidėjimą būtų:

$$KN_{max} = \frac{T_{met}-T_{atid}}{\Sigma T(I)_{rez}} * \Sigma \check{SNP}(N) + \frac{T_{met}-T_{atid}}{\Sigma T(II)_{rez}} * \Sigma TNP(N) = \frac{365-4}{4+4} * 71950 + \frac{365-10}{5+5+5} * 257100 = 9.33 \text{ mln. t} \quad (28)$$

Vertinant krovinio estakadose kaupimo galimybes visiškai optimizavus cisternų paruošimo krovai ir uždarymo po krovos laiką, bei pačią krovą, laikas, kurio reikėtų sukaupti kroviniui būtų:

$$\check{SNP}_{rez} = \begin{cases} \frac{\check{SNP1}}{Qvid_{IV}} * (P_{\min(IV)} + K_{\min(IV)} + U_{\min(IV)} + PP_{vid}) = \frac{38850}{1744} * 03:36 = 80:11 \\ \frac{\check{SNP2}}{Qvid_{IV}} * (P_{\min(IV)} + K_{\min(IV)} + U_{\min(IV)} + PP_{vid}) = \frac{33100}{1744} * 03:36 = 68:19 \end{cases} \quad (25)$$

$$TNP_{rez} = \begin{cases} \frac{TNP1}{Qvid_I} * (P_{\min(I)} + K_{\min(I)} + U_{\min(I)} + PP_{vid}) = \frac{81000}{1956} * 05:51 = 242:15 \\ \frac{TNP2}{Qvid_{II}} * (P_{\min(II)} + K_{\min(II)} + U_{\min(II)} + PP_{vid}) = \frac{81700}{1958} * 05:11 = 216:16 \\ \frac{TNP3}{Qvid_{III}} * (P_{\min(III)} + K_{\min(III)} + U_{\min(III)} + PP_{vid}) = \frac{94400}{1740} * 04:44 = 256:47 \end{cases} \quad (26)$$

Pagal optimalų krovinio kaupimo laiką, reikiamos krovinio partijos būtų sukauptamos per atitinkamą laiką pateiktą 7 lentelėje.

7 Lentelė. Partijų kaupimo laikai ir galima metinė krova optimizavus procesus

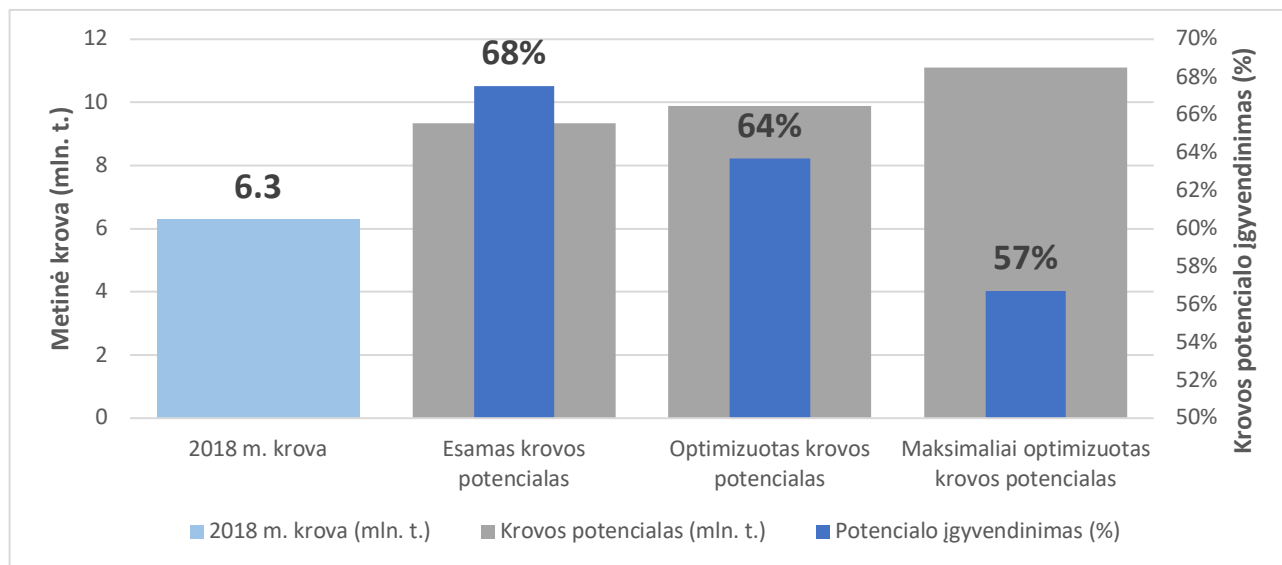
Partijos nr.	Krovinio kiekis (t)	Krovinio kaupimas		Pagal nustatytą optimalų grafiką trūktų		Pagal koreguotą grafiką trūktų (būtų perteklius)		Pagal koreguotą grafiką galimas pakrauti kiekis
		Laikas (h)	Paros	Laiko	Krovinio (t)	Laiko	Krovinio (t)	
ŠNP1	38850	80:11	3,34	8:11	3970	15:48	7657	3,72 mln. t
ŠNP2	33100	68:19	2,85	3:40	1780			
TNP1	81000	242:15	10,09	50:15	16803	2:15	754	6,17 mln. t.
TNP2	81700	216:16	9,01	24:16	9172	23:43	8960	
TNP3	94400	256:47	10,70	64:47	23820	16:47	6175	
							IŠ VISO:	9,89 mln. t.

Iš 7 lentelės galima spręsti, kad visiškai optimizavus estakadų darbą būtų galima taikyti ir nustatytą optimalų tanklaivių atvykimo grafiką. Kaip ir pirmuoju atveju viena šviesiųjų naftos produktų partija būtų baigta krauti per atliekamą laiką kitos partijos kaupimui. Trūkstamas laikas tamsiųjų naftos produktų kaupimui yra pakankamai nedidelis, kad būtų galima sukaupti kitoje estakadoje, tačiau išlaikyti dedikuotas estakadas tamsiųjų naftos produktų kaupimui vis tiek būtų neįmanoma. Kaip ir pirmuoju atveju padidinus vienos iš šviesiųjų naftos produktų ir visų trijų tamsiųjų naftos produktų partijų kaupimo laiką viena para, rezultatai pateikti 7 lentelėje. Pagal koreguotą kaupimo grafiką ir abi šviesiųjų naftos produktų partijas būtų galima sukaupti laiku ir liktų laisvi pajėgumai kitų šviesiųjų naftos produktų kaupimui, tačiau dėl trūkstamų talpyklų, jie galėtų būti kaupiami tik į autocisternų krovai rezervuotas talpyklas. Įvertinus tanklaivio švartavimui skirtą laiką, net dvi tamsiųjų naftos produktų partijos būtų sukauptos iki tanklaivių krovos pradžios dedikuotose estakadose. Tik vienai partijai reikėtų išnaudoti kitą estakadą arba baigti krovinio kaupimą tanklaivio krovos metu. Taip pat atsirastų laisvi neišnaudoti pajėgumai kausti tamsiesiems naftos produktams estakadose, tačiau dėl talpų trūkumo, kaupimo galimybės būtų labai nedidelės, tik į rezervines talpyklas, kurių apyvartumas analizuojamais metais buvo labai nedidelis. Tuomet pagal koreguotą grafiką, atsižvelgiant į optimizuotą estakadų darbą, suderintos krovos potencialas būtų:

$$KN_{max} = \frac{T_{met} - T_{atid}}{\sum T(I)_{rez}} * \sum \dot{S}NP(N) + \frac{T_{met} - T_{atid}}{\sum T(II)_{rez}} * \sum TNP(N) = \frac{365-3}{3+4} * 71950 + \frac{365-5}{5+5+5} * 257100 = 9.89 \text{ mln. t} \quad (28)$$

Jei terminalo pagrindinės veiklos krovos potencialas būtų skaičiuojamas vertinant visiškai optimizuotą estakadų darbą ir optimalius tanklaivių krovai skirtus laikus, suderintas krovos potencialas būtų 3,72+7,39=11,11 mln. tonų. Tačiau reikia atsižvelgti į tai, kad skaičiavimuose naudojamas optimizuotas krovos laikas yra trumpiausias galimas, o jo pasiekiamumas turi būti vertinamas atliekant atskirą tyrimą, kuris nustatytų ar įmanoma tamsiųjų naftos produktų šildymo sistemą tiek atnaujinti, ar toks efektyvumas yra pasiekiamas, bei dėl didelių investicijų ir

energetinių sąnaudų ekonomiškai naudingas. Dėl šių priežasčių efektyviausia yra suderintą optimizuotą krovos potencialą terminale vertinti kaip intervalą tarp šių dviejų pateiktų variantų, o jų realumas priklausytų nuo optimizavimo lygio ir naudojamų technologijų efektyvumo.



47 pav. AB „Klaipėdos nafta“ krovos potencialo įgyvendinimo lygis

AB „Klaipėdos nafta“ krovos potencialo tyrimas parodė, kad analizuojamais 2018 metais terminalo krova sudarė 68% esamo krovos potencialo. Vertinant krovos potencialo įgyvendinimą pagal galimai optimizuotą krantinių ir estakadų darbą, jo lygis analizuojamais metais būtų nuo 64 iki 57 procentų, priklausomai nuo optimizavimo lygio. Estakadų darbo optimizavimas bendrą terminalo potencialą galėtų padidinti nuo 6 iki 19 procentų, nevertinant papildomų krovos galimybių susidarymo išnaudojant kitas transporto priemones – autocisternas.

*Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad:*

- *Suderintas esamas terminalo krovos potencialas – 9,33 mln. tonų;*
- *Optimizuotas krovos potencialas – 9,89 mln. tonų, priklausomai nuo optimizavimo ir įrangos atnaujinimo efektyvumo. Tai reiškia, kad veiklos optimizavimas leistų padidinti krovos potencialą nuo 6 iki 19 procentų. Taip pat atsilaisvintų papildomi pajėgumai produktų kaupimui į autocisternų krovai rezervuotas talpyklas bei tamsiųjų naftos produktų kaupimui į mažiau efektyvias rezervines talpyklas;*
- *Analizuojamais 2018 metais AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalas įgyvendino 68% esamo krovos potencialo;*

*Taigi esamas ir galimas suderintas krovos potencialas bei dabartinis jo įgyvendinimo lygis leidžia įvertinti terminalo plėtros poreikį ir tobulinimo kryptis bei priemones, leidžiančias pasiekti optimalų terminalo pagrindinės veiklos krovos potencialą.*

## IŠVADOS

Atlikus AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo, kaip naftos tiekimo grandinės dalies, veiklos ir pagrindinių technologinės infrastruktūros elementų tyrimus, vertinančius krovos potencialą, daromos išvados:

1. Naftos terminalo technologinę infrastruktūrą sudaro pagrindiniai (talpyklos, estakados, krantinės, siurblynės, vamzdynai) ir pagalbinių elementai, kurių krovos potencialą gali riboti vidiniai (technologiniai, organizaciniai ir kt.) ir išoriniai (mokesčių, muitų, transporto tarifų politika ir kt.) veiksniai, bei pakraunamų šviesiųjų ar tamsiųjų naftos produktų specifikacija. Kraunamų produktų diversifikacijos galimybėms didžiausią įtaką turi talpyklų skaičius.
2. Tyrime analizuojamo AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo vidutinė metinė krova yra apie 7 mln. tonų naftos produktų:
  - a. Kaupiamų kranto talpyklose, kurių bendras tūris 469,5 tūkst. m<sup>3</sup> (šviesieji naftos produktai – 185 500 m<sup>3</sup>, tamsieji naftos produktai 284 000 m<sup>3</sup>);
  - b. Dvejuose krantinėse priimami „Panamax“, „Aframax“ ir „Suezmax“ tipo tanklaiviai;
  - c. Terminalo 4 estakadose vienu metu priimamos 124 cisternos (2x32 ir 2x30), pauosčio kelynas gali priimti iki 500 vagonų;
3. Sukurti ir tyrimuose pritaikyti naftos terminalo technologinės grandinės krovos potencialo vertinimo metodologiniai pagrindai analitinių priklausomybių forma, apimantys:
  - a. Neišnaudotų krovos pajėgumų estakadose nustatymą;
  - b. Krovos estakadose potencialą ir jo didinimą optimizavus krovos laiko dedamąsias;
  - c. Krovos krantinėse potencialą, optimalų krantinių rezervavimo tanklaiviams grafiką;
  - d. Talpyklų apyvartumo vertinimą ir optimalių partijų parinkimą;
  - e. Bendrą terminalo krovos grandinės esamą ir galimą potencialą.

Atliktų analitinių sprendimų adekvatumas patvirtinamas pritaikant sukurtą tyrimo metodiką pasirinktam tiriamam objektui.

4. Pritaikius tyrimuose sudarytą naftos terminalo krovos potencialo vertinimo metodiką nustatyta:
  - a. Nepanaudoti pajėgumai estakadose sudarė 2,11 mln. tonų;
  - b. Efektyvesnis AB „LG Cargo“ darbas, krovos potencialą padidintų 1,1 mln. tonų;
  - c. Esamą krovos estakadose potencialą organizacinėmis priemonėmis galima padidinti 0,17 mln. t./m., kapitalo investicijomis – 0,39 mln. t./m;
  - d. Estakadų krovos potencialas yra 10,07 mln. tonų;
  - e. Krovos potencialo didinimui estakadose ekonomiškai naudingiau ir efektyviau pirmiausia išnaudoti organizacines priemones, o tolimesnis potencialo didinimas ir kapitalo

investicijos turėtų būti nukreiptos naujos estakados statybai, kurioje per metus galėtų būti iškraunama 2 mln. tonų.

Terminalo krantinių krovos potencialo tyrimais nustatyta:

- a. Krovai krantinėse būdinga specializacija;
- b. Technologinis krovos procesas sudaro tik 22 – 29% per metus;
- c. Krantinių užimtumas 34 – 39%;
- d. Krovos potencialas 12,03 mln. t./m. (4,73 mln. t. I krantinėje ir 7,3 mln. t. II krantinėje);
- e. Optimalus tanklaiviams skirtas laikas: šviesiesiems naftos produktams 72 h, tamsiesiems – 96 h.

Terminalo talpyklų vertinimas parodė, kad:

- a. Šviesiųjų naftos produktų talpyklų apyvartumas dvigubai viršija tamsiųjų;
- b. Galima kaupti tik 2 didesnes šviesiųjų naftos produktų partijas ir 3 tamsiųjų;
- c. Talpyklų skaičiaus didinimas padidintų diversifikavimo galimybes, bet be naujos estakados statybos nepadidintų krovos potencialo;
- d. Skirtingų produktų rūšių didinimas sumažintų kaupiamų partijų dydį ir bendrą krovos potencialą.

Suderintas esamas AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo krovos potencialas yra 9,33 mln. tonų, kuris analizuojamais metais buvo išnaudotas 68%. Krovos optimizavimas, priklausomai nuo jo lygio ir atnaujintos įrangos efektyvumo leistų padidinti krovos potencialą nuo 6 iki 19 procentų ir atlaisvintų papildomus pajėgumus antriniam naftos produktų paskirstymui.

## LITERATŪRA

1. AB „Klaipėdos Nafta“. (2016). *Šviesių naftos produktų parko II plėtros etapas*;
2. AB „Klaipėdos nafta“. (2016). *Socialinės atsakomybės ataskaita*;
3. AB „Klaipėdos nafta“. (2016). *Naftos produktų iškrovimo estakados, geležinkelio atšakos bei naujų naftos produktų talpyklų statyba ir eksploatacija*;
4. AB „Klaipėdos nafta“. (2016). *Veiklos strategija 2016 – 2020 m.*;
5. AB „Klaipėdos nafta“. (2017). *Metinis pranešimas*;
6. AB „Klaipėdos nafta“. (2018). *Metinis pranešimas*;
7. AB „Klaipėdos nafta“. (2019). *Metinis pranešimas*;
8. Al-Othman, W.B.E., Lababidi, H., Alatiqi, I., Al-Shayji, K. 2008. *Supply chain optimization of petroleum organization under uncertainty in market demands and prices*. European Journal of Operational Research. 189 (2008) 822-840;
9. Assis, L., Camponogara, E. 2016. *A MILP model for planning the trips of dynamic positioned tankers with variable travel time*. Transp. Res. E: Logist. Transp. Rev. 93, 372–388;
10. Assis, L., Camponogara, E., Zimberg, B., Ferreira, E., Grossmann, I. 2017. *A piecewise McCormick relaxation-based strategy for scheduling operations in a crude oil terminal*. Computers and Chemical Engineering 106 (2017) 309–321;
11. Barkauskas V.J. , Miknius L. (2012). *Antrinis naftos perdirbimas. Kuro gamyba*. Kaunas: KTU I-kla;
12. Barzdžiukas R., Jonkus M., Lukauskas V., Maksimavičius R., Maniachin A., Paulauskas V., Paulauskienė A., Plačienė B., Tranyzas A. 2001. *Uosto technologija*. Klaipėda: Klaipėdos universitetas;
13. Batarlienė N. (2008). *Pavojingų krovinių vežimo pagrindai*. Vilnius: Technika;
14. Belova, J., Mickienė, R. 2012. *Uosto veiklos valdymas: ekonominis aspektas*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla;
15. Brodin A. 2003. *Baltic sea ports and russian foreign trade*. Göteborg: Sweden;
16. Carneiro, M.C., Ribas, G.P., Hamacher, S., 2010. *Risk management in the oil supply chain: a CVaR approach*. Ind. Eng. Chem. Res. 49 (7), 3286–3294;
17. Diskienė D., Marčinskas A. 2001. *Įmonės konkurencingumą lemiantys veiksniai*. Ekonomika. 55-56 tomai. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla;
18. Feng, X., Wang, M., Li, Y., Gu, W., Zhang, Y. 2015. *Optimal Throughput of Crude Oil Terminals with Options for Infrastructure Improvements*. Florida: Journal of Coastal Research, SI, 73, 628 – 634;

19. Fernandes, L.J., Relvas, S., Barbosa-Póvoa, A., 2013. *Strategic network design of downstream petroleum supply chains: single versus multi-entity participation*. Chem. Eng. Res. Des. 91 (8), 1557–1587;
20. Guyonnet, P., Grant, F.H., Bagajewicz, M.J., 2009. *Integrated model for refinery planning: oil procuring, and product distribution*. Ind. Eng. Chem. Res. 48 (1), 463–482;
21. Kazemi, Y., Szmerekovsky, J., 2015. *Modeling downstream petroleum supply chain: the importance of multi-mode transportation to strategic planning*. Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev. 83, 111–125;
22. Kendix, M., Walls, W. D. 2010. *Oil industry consolidation and refined product prices: Evidence from US wholesale gasoline terminals*. Energy Policy 38, 3498 – 3507;
23. Latheef, I., Schweitzer, E., Apicella, M. 2008. *Point of View: Creating the Integrated Value Chain for Downstream Oil*. Energy, Utilities and Chemicals. Capgemini SA, pp. 1–9;
24. Lietuvos geležinkeliai – Krovinių vežimo direkcija. 2017. *Klaipėdos geležinkelio mazgo vystymas*. [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga internetu: <<https://www.portofklaipeda.lt/uploads/DOKUMENTAI/2018/Priedas%204.pdf>>;
25. Lietuvos respublikos aplinkos ministerija. 2000-12-21. *Įsakymas dėl aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento „lakiųjų organinių junginių sklidimo į aplinkos orą ribojimo reikalavimai benzino laikymo, perpylimo, transportavimo įrenginiams ir jų priežiūrai“ patvirtinimo*. Vilnius. [žiūrėta 2020-05-01]. Prieiga internetu: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.116152/asr>>;
26. Lietuvos respublikos finansų ministerija. *Naftos produktų, biokuro, bioalyvos ir kitų degiųjų skystų produktų gabenimo ir laikymo kuro talpyklose tvarka*. 2001-09-25 įsakymas Nr. 270;
27. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija, Nr. 207. (2007). *Dėl Naftos ir naftos produktų magistralinių ir jūrinių vamzdynų eksploatavimo taisyklių patvirtinimo*. [žiūrėta 2018-11-15]. Prieiga internetu: <<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.C6FBD04F7DBB>>;
28. Lietuvos statistikos departamentas, 2019. *Krovinių vežimas 2018 metais*. Oficialios statistikos portalas [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga internetu: <<https://osp.stat.gov.lt/informaciniai-pranesimai?articleId=6156728>>;
29. Lima, C., Relvas, S., Paula, A., Barbosa-Póvoa, A. 2016. *Downstream oil supply chain management: A critical review and future directions*. Computers and Chemical Engineering 92 (2016) 78–92;
30. Lima, C., Relvas, S., Barbosa-Póvoa, A. 2018. *Stochastic programming approach for optimal tactical planning of the downstream oil supply chain*. Computers and Chemical Engineering 108 (2018) 314 – 336;
31. Mickevičius V., Miknius L. (2009). *Naftos chemija*. Kaunas: KTU 1-kl.;

32. Mouret, S., Grossmann, I.E., Pestiaux, P., 2009. *A novel priority-slot based continuous-time formulation for crude-oil scheduling problems*. Ind. Eng. Chem. Res. 48 (18), 8515–8528;
33. Pasukeviciute, I., Roe, M. 2005. *Strategic policy and the logistics of crude oil transit in Lithuania*. Energy Policy 33 (2005) 857–866;
34. Paulauskas, V. 2000. *Uostų plėtra*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla;
35. Paulauskas, V. 2011. *Optimalus uostas*. Klaipėdos universiteto leidykla;
36. Sahebi, H., Nickel, S., Ashayeri, J., 2014. *Strategic and tactical mathematical programming models within the crude oil supply chain context – a review*. Comput. Chem. Eng. 68, 56–77;
37. Silva, T.L., Camponogara, E., 2014. *A computational analysis of multidimensional piecewise-linear models with applications to oil production optimization*. Eur. J. Oper. Res. 232 (3), 630–642;
38. V. Barkauskas, V. Mickevičius, L. Miknius (2005). *Naftos ir jos produktų analizė*. KTU leidykla Technologija;
39. Venus Y.H. Lun. (2012). *Oil transport management*. Finland: LUT;
40. VĮ Klaipėdos valstybinė jūrų uostų direkcija. 2018. *Atnaujinta Klaipėdos uosto plėtros, pastatant išorinį uostą, galimybių studija*. [žiūrėta 2018-09-15]. Prieiga per internetą: <[http://www.portofklaipeda.lt/uploads/Studijos/2018/KVJUD%20isorinio%20uosto%20pletros%20galimybiu%20studija%20\(1\).pdf](http://www.portofklaipeda.lt/uploads/Studijos/2018/KVJUD%20isorinio%20uosto%20pletros%20galimybiu%20studija%20(1).pdf)>;
41. VĮ Klaipėdos valstybinė jūrų uostų direkcija. 2020. *Uosto statistika*. [žiūrėta 2020-05-01]. Prieiga per internetą: <<https://www.portofklaipeda.lt/uosto-statistika>>.