

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS**

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Tadas Plikusas

**AB „KLAIPĖDOS NAFTA“ AUTOCISTERŅŲ  
PAKROVIMO AIKŠTELĖS VEIKLOS ANALIZĖ IR  
EFEKTYVUMO TYRIMAS**

Uosto ir laivyno organizavimas

Magistro baigiamasis darbas

Klaipėda, 2020

# MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO LYDRAŠTIS

**Tadas Plikusas**

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

**AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės veiklos analizė ir efektyvumo tyrimas**

(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.**

Tadas Plikusas .....

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

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

Tadas Plikusas .....

(magistro darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

Pildo bakalauro/magistro baigiamojo darbo vadovas

**Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti** .....

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

doc. dr. Justas Žaglinskis.....

(bakalauro/magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, administratorius (sekretorius)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje Nr. 61JG-M-BD-JI-10

.....  
(data)

Aušra Gricė .....

(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, vedėjas

**Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti** .....

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas

(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

**Recenzentu(-ais) skiriu**

prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas

doc. dr. Raimondas Barzdžiukas

(įrašyti recenzento(ų) vardą, pavardę)

.....  
(data )

doc. dr. Birutė Plačienė .....

(programų vadovo vardas, pavardė ir parašas)

## SANTRAUKA

Plikusas, T. AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės veiklos analizė ir efektyvumo didinimo tyrimas. Uosto ir laivyno organizavimo magistro studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovas doc. Dr Justas Žaglinskis, Klaipėdos universitetas: Klaipėda 2019. P.

Raktažodžiai: naftos produktų krovos terminalas, naftos produktai, autocisternų pakrovos srautai, infrastruktūra.

Magistro baigiamajame darbe nagrinėjama naftos produktų krovos terminalo suprastruktūros ir infrastruktūros pagrindiniai parametrai. Pateikiama krovos įrangos analizė. Darbo tikslas - išanalizuoti AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje vykdomų krovos darbų apimtį ir pateikti pasiūlymus autocisternų srautui suvaldyti bei maksimaliai išnaudoti esamus pajėgumus. Atlikta autocisternų srauto prognozė 10 metų į priekį (iki 2029 metų). Paskaičiuoti reikalingi technologiniai pajėgumai augančiam autocisternų srautui aptarnauti. Paskaičiuotas autocisternų pakrovimo aikštelės efektyvumas.

## **SUMMARY**

Plikusas, T. Analysis of SC Klaipėdos Nafta tanker truck loading bay activities and efficiency improvement research. Thesis of the Master's study program in Port and Fleet Organization. Supervisor doc. Dr. Justas Žaglinskis, Klaipėda University: Klaipėda 2019. P.

Keywords: oil product loading terminals, oil products, tanker truck loading flows, infrastructure.

The main parameters of the superstructure and infrastructure of the oil product handling terminal are analyzed in the master 's thesis. An analysis of loading equipment is presented. The aim of the work is to analyze the volume of cargo handling work performed at the loading bay of SC Klaipėdos Nafta tanker truck service stations and to submit proposals for managing the flow of tanker trucks and maximizing the existing capacities. A forecast of tanker truck traffic for 10 years ahead (until 2029) has been made. The required technological capacity to service the growing tanker traffic has been calculated. The potential utilization factor of the tanker truck loading site was calculated.

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav.	AB „Klaipėdos Nafta“ struktūra. ....	15
2 pav.	AB „Klaipėdos nafta“ Klaipėdos uosto plane.....	17
3 pav.	AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalų struktūra.....	17
4 pav.	AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo vaizdas. ....	18
5 pav.	Naftos produktų talpyklos konstrukcijos su ir be pontono palyginimas. ....	21
6 pav.	Geležinkelio cisternų pakrovimo – iškrovimo estakada.....	22
7 pav.	AB „Klaipėdos nafta“ šviesiųjų naftos produktų talpyklos.....	23
8 pav.	AB „Klaipėdos nafta“ multifunkcinių priedų talpykla (kairėje) benzino ir dyzelino pakrovimo ir priedų dozavimo įrenginys(centre). Benzino ir dyzelino pakrovimo valdymo pultas (dešinėje).....	24
9 pav.	Autocisternų pakrovimo aikštelės krovinių srautas 2010-2019m.....	25
10 pav.	Perkrauto krovinio kiekio pasiskirstymas tarp klientų. ....	26
11 pav.	Autocisternų pakrovimas per parą kiekvieną 2018 metų mėnesį. ....	27
12 pav.	Autocisternų krova savaitės bėgyje 2018 metais. ....	27
13 pav.	Autocisternų srauto pasiskirstymas paroje 2018 metais. ....	28
14 pav.	Autocisternų pakrovos trukmė 2018 metais. ....	29
15 pav.	Prognozuojamas skystų krovinių srautas AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje.....	39

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė.	Autocisternų bendro vidutinio pakrovimo laiko sandara.....	29
2 lentelė.	Autocisternų pakrovimo aikštelėje perkrautų krovinių kiekis mln. l. ....	36
3 lentelė.	Regresijos koeficientų lentelė.....	37
4 lentelė.	Skystų krovinių srauto prognozė AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje iki 2029 metų, mln. l.....	39
5 lentelė.	AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų aikštelės potencialo analizė.....	41

## TURINYS

<b>ĮVADAS</b> .....	<b>8</b>
<b>1. LITERATŪROS ANALIZĖ</b> .....	<b>10</b>
<b>2. NAFTOS PRODUKTŲ KROVOS KLAIPĖDOS UOSTE IR AB „KLAIPĖDOS NAFTA“ SITUACIJOS ANALIZĖ</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1. UAB „Klaipėdos nafta“ pagrindinių parametrų analizė</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. AB „Klaipėdos nafta“ naftos produktų ir autocisternų krovos technologija</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3. Autocisternų aikštelėje kraunamų naftos produktų savybės</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4. Klaipėdos uosto ir UAB „Klaipėdos nafta“ autocisternų aikštelės krovos analizė</b> .....	<b>25</b>
<b>3. SKYSTŲ KROVINIŲ SRAUTO IR AUTOCISTERŅŲ PAKROVIMO AIKŠTELĖS PARAMETRŲ SKAIČIAVIMO METODIKA</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1. Krovinių srauto prognozavimo metodika tiesinės regresijos metodu</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2. Maksimalaus autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumo ir reikalingų pakrovimo kelių skaičiavimo metodika</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3. Autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo skaičiavimo metodika</b> .....	<b>34</b>
<b>4. UAB „KLAIPĖDOS NAFTA“ AUTOCISTERŅŲ PAKROVIMO AIKŠTELĖS KROVINIŲ SRAUTO IR TERMINALO PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1. Krovinių srauto AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje prognozavimas</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2. Maksimalaus autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumo ir reikalingų pakrovimo kelių skaičiavimo metodika</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3. Autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo skaičiavimas</b> .....	<b>41</b>
<b>IŠVADOS</b> .....	<b>42</b>
<b>LITERATŪROS SĄRAŠAS</b> .....	<b>43</b>

## IVADAS

Uostas sudarytas iš terminalų, kuriuos valdo operatoriai ir kuriuose susijungia įvairios transporto rūšys, dažniausiai vandens ir sausumos transportas. Uostų terminalų infrastruktūros ir suprastruktūros planavimo bei projektavimo principai, taikant naujausias technologijas, yra svarbūs planuojant uostų terminalus, nes tradicinės ir pasenusios uostų statybos technologijos dažnai neleidžia pasiekti gerų rezultatų. Senos technologijos dažnai gerokai pabrangina uostų infrastruktūrą, riboja jos pritaikymo galimybes pasikeitus krovinių ar laivų tipams.

AB „Klaipėdos Nafta“ yra daugiausiai naftos produktų perkraunanti įmonė Klaipėdos uoste. Norint išlaikyti lyderio pozicijas reikia ne tik tobulinti terminalo įrangą, bet ir kuo efektyviau panaudoti jau turimus resursus, ieškoti veiklos optimizavimo galimybių, technologinių bei informacinių sprendimų.

Norint užtikrinti krovinių srautų didėjimą būtina atlikti krovos įmonių perspektyvų analizę. Krovos perspektyvų analizė leis nustatyti ar AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų krovos įrangos pajėgumas, talpyklų talpa, autocisternų eismo terminale reguliavimas, informacinių sistemų kaip vientiso komplekso pajėgumas yra pakankamas esamoje rinkos situacijoje.

Kasmet didėjant uostų plėtros poreikiui, susiduriama su pagrindine problema - plėtrai reikalingos vietos trūkumu, todėl būtina atlikti išsamius tyrimus, padėsiančius kuo optimaliau išnaudoti esamą infrastruktūrą ir numatyti, ar infrastruktūros plėtra terminale yra būtina, pagal krovinių didėjančius ar mažėjančius srauto duomenis, kuriuos sukelia pakitimai krovinių rinkoje.

Šiame darbe analizuojami AB „Klaipėdos Nafta“ infrastruktūros ir suprastruktūros komplekso parametrų (talpyklų talpa, krovos įrangos našumas, autocisternų srauto valdymas) tinkamumas, prognozuojamam naftos produktų krovos srautui bei plėtros būtinybė.

**Tyrimo objektas:** Naftos produktus ir kitus skystus krovinius į autocisternas kraunantis terminalas.

**Mokslinis naujumas:** apskaičiuotas terminalo krovos potencialo išnaudojimo koeficientas, kuris parodo, kokią dalį turimo technologinio komplekso pajėgumų terminalas išnaudoja dabartinėmis sąlygomis.

**Praktinė reikšmė:** darbas bus pateiktas AB „Klaipėdos Nafta“ vadovybei kaip rekomendacija autocisternų pakrovimo aikštelės veiklai optimizuoti.

**Darbo tikslas:** išanalizuoti AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės veiklą ir technologinių priemonių komplekso potencialo išnaudojimą.

**Darbo uždaviniai:**

1. Ištirti AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų krovos srautų dinamiką.

2. Ištirti AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų krovos intensyvumo pikus, nustatyti jų priežastis ir pasiūlyti galimus srauto stabilizavimo sprendimus.
3. Atlikti autocisternų srauto prognozę 2029 m. AB „Klaipėdos Nafta“.
4. Paskaičiuoti AB „Klaipėdos Nafta“ pagrindinius autocisternų pakrovimo aikštelės parameterus, gautam autocisternų srautui aptarnauti.
5. Paskaičiuoti autocisternų pakrovimo aikštelės maksimalų pralaidumą.
6. Paskaičiuoti autocisternų pakrovimo aikštelės technologinį pajėgumą ir esamos krovos įrangos potencialo išnaudojimą.

Darbe pateikiama pagrindinių AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės infrastruktūros ir suprastruktūros parametrų analizė. Atliekant autocisternų krovos srauto prognozę paskaičiuojamas galimas srautas ateityje. Atliekami skaičiavimai nustatyti ar autocisternų pakrovimo aikštelės pagrindiniai parametrai pritaikyti sparčiai augančiam autocisternų kiekiui aptarnauti. Įvertinamas turimos infrastruktūros ir suprastruktūros potencialo išnaudojimas ir jo didinimo galimybės atsiradus padidėjusiam autocisternų srautui.

## 1. LITERATŪROS ANALIZĖ

Literatūros analizėje pateikiami literatūros šaltiniai, kuriais remiantis, tiriama esama situacija autocisternų krovos terminalų veikloje, įvertinami šių terminalų veikimo principai, apžvelgiama technologija, nustatomos susidarančios problemos terminalų veikloje tarptautiniu mastu. Tyrimo objektas yra naftos produktus ar kitus skystus krovinius į autocisternas kraunantys terminalai. Tyrimo tikslas yra nustatyti su kokiomis problemomis susiduria kiti panašūs terminalai ir kaip šios problemos yra sprendžiamos. Numanoma, kad esant prielaidai, kad krovinių srautai augs, šių problemų sprendimas nagrinėjamame terminale taps ypač aktualus.

Paulauskas V. Optimalus uostas. Klaipėda: KU leidykla, 2011. 318 psl. Knygoje aptariamos uostų optimizavimo problemos: jų planavimas, projektavimas, statyba ir naudojimas. Aptartos uostų plėtros sąlygos ir uostų planavimo pagrindiniai etapai.

Paulauskas V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda: KU leidykla, 2002. 31 psl. Knygoje pateikiami metodiniai nurodymai, skaičiuojant krovinių srautų prognozes. Pateikiamos formulės, paaiškinimai ir skaičiavimo metodikos.

Paulauskas V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla, 2004. 381 psl. Knygoje aprašomi krovinių srautų susidarymo principai, terminalų planavimas atsižvelgiant į laivo parametrus, terminalo ryšys su visomis transporto sistemomis, krovos laiko minimizavimas uoste, krantinių projektavimo principai ir jų panaudojimas, terminalų kokybės valdymo sistemos.

Paulauskas V. Uostų plėtra. Klaipėda: KU leidykla, 2000. 285 psl. Knygoje aprašoma uostų svarba, krovinių srautai ir jų susidarymo galimybės, uostų plėtros galimybės, įvertinant rinkas, gretimus uostus ir pan.

Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla, 2001. 254 psl. Knygoje aprašomi uostai, jų sudėtinės dalys – infrastruktūra, suprastruktūra. Pateikiamos terminalų parametrų skaičiavimo metodikos.

Arpan Rijal, Marco Bijvank, René de Koster. Integrated scheduling and assignment of trucks at unit-load cross-dock terminals with mixed service mode dock doors. *European Journal of Operational Research*, Numeris 278, leidimas 3, 2019 Lapkričio 1, Puslapiai 752-771. Straipsnyje aprašomas optimalus krovos vietų priskyrimas krovos terminaluose.

Giorgi Tadumadze, Nils Boysen, Simon Emde, Felix Weidinger. Integrated truck and workforce scheduling to accelerate the unloading of trucks. *European Journal of Operational Research*. Numeris 278, leidimas 1, 2019 Spalio 1, Puslapiai 343-362. Straipsnyje aprašomas sunkvežimių pakrovimo grafikų sudarymo principai, optimalus darbo jėgos paskirstymas krovos terminaluose.

Mohammad Torkjazi, Nathan Huynh, Samaneh Shiri. Truck appointment systems considering impact to drayage truck tours. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Numeris 116, 2018 rugpjūtis, Puslapiai 208-228. Straipsnyje aprašoma nauja sunkvežimių priskyrimo sistema, leidžianti optimaliai išnaudoti turimą terminalo infrastruktūrą.

Mai-Ha Phan, Kap Hwan Kim. Negotiating truck arrival times among trucking companies and a container terminal. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Numeris 75, 2015 kovas, Puslapiai 132-144. Straipsnyje aprašomos derybos tarp pervežimo kompanijų ir krovos terminalų siekiant stabilizuoti į terminalus atvykstančių transporto priemonių srautą, taip mažinant atmosferos užterštumą urbanizuotose uosto prieigų vietovėse.

Leonardo Salsano de Assis, Eduardo Camponogara, Bernardo Zimberg, Enrique Ferreira, Ignacio E. Grossmann. A piecewise McCormick relaxation-based strategy for scheduling operations in a crude oil terminal. *Computers & Chemical Engineering*. Numeris 106. 2017 lapkričio 2. Puslapiai 309-321. Straipsnyje aprašomas krovos operacijų planavimas naftos produktų krovos terminaluose.

Sigrid Knust, Elisabeth Schumacher. Shift scheduling for tank trucks. *Omega*. Numeris 39, leidimas 5. October 2011. Pages 513-521. Straipsnyje apžvelgiamas skirtingų charakteristikų autocisternų maršrutų ir darbo grafikų planavimas.

Alireza Bahadori. *Essentials of Oil and Gas Utilities*, Skyrius 11: Loading and unloading facilities. 2016. Puslapiai 489-511. Knygoje aprašomos naftos ir jos produktų perkrovimo technologijos.

Trevor Kletz. What Went Wrong? *Skyrius 13: Tank Trucks and Cars*. 2009, Puslapiai 237-245. Knygoje aprašomi autocisternų krovos metu įvykę saugos insidentai.

P. R. Basak, Sangeeta Baksi, Soumitra Biswas, N. G. Nair, R. Raman. Filament wound tanker on the road in India. *Reinforced Plastics*. Numeris 52, leidimas 6, 2008 birželis, Puslapiai 36-38. Straipsnyje aprašoma iš stiklo-plastiko kompozito pagaminta autocisterna, leidžianti padidinti gabenamų naftos produktų kiekį ir sumažinti eksploatacijos išlaidas.

W. D. Rees. Static hazards during the top loading of road tankers with highly insulating liquids: Flow rate limitation proposals to minimize risk. *Journal of Electrostatics*. Numeris 11, leidimas 1. 1981 liepa. Puslapiai 13-25. Straipsnyje aprašomos priemonės mažinančios elektrostatinio krūvio susikaupimą naftos produktų krovos metu.

Tsinker G. P. 2004. *Port engineering: planning, construction, maintenance and security*. Ši knyga apima visus pagrindinius uostų įrenginių projektavimo ir techninės priežiūros aspektus, įskaitant ir uosto planavimą bei projektavimą. Suteikiama naujausia informacija apie aplinkosaugos problemas ir uosto saugumo procedūrų įgyvendinimą visame pasaulyje.

Sameh M Saad, Elganidi H Elsaghier, David Ezaga. Planning and optimising petroleum supply chain. *Procedia Manufacturing*. Numeris 17, 2018. Puslapiai 803-810. Sameh M Saad, Elganidi H Elsaghier, David Ezaga. Straipsnyje aprašomas naftos produktų tiekimo grandinės diegimas ir optimizavimas.

Chi Zhang, Jiasha Fu, Zhengning Pu. A study of the petroleum trade network of countries along “The Belt and Road Initiative”. *Journal of Cleaner Production*. Numeris 222. 2019 birželio 10. Puslapiai 593-605. Straipsnyje aprašomi naftos produktų prekybos ypatumai.

CCPS. Guidelines for Siting and Layout of Facilities. American Institute of Chemical Engineers. 2018 balandžio 24. Knygoje aprašomas naujai statomų ir atnaujinamų krovos terminalų išdėstymas ir statybos strategija.

Haight, Joel M. John Wiley & Sons, Incorporated. Handbook of Loss Prevention Engineering. John Wiley & Sons, Incorporated. 2013 balandžio 1. Knygoje aprašoma nuostolių mažinimo strategija įvairaus tipo įmonėse.

Draffin, Nigel; Bankes Hughes, Llewellyn and more. Introduction to Bunkers Operations. Petrosport 2009. Knygoje detaliam aprašomas visos įmanomos kuro perkrovimo operacijos, jų istorinė raida, pateikiama daug vaizdinės medžiagos ir diagramų.

Chris Hinkin. Introduction to Petroleum Economics. SPE 2017 liepa. Knygoje aprašomas naftos ir jos produktų industrijos vystymo projektų ekonominis pagrindimas, duomenų rinkimas, jų apdorojimas ir analizavimas.

James G. Speight, Luca Fantacci, and James G. Speight. An Introduction to Petroleum Technology, Economics, and Politics. John Wiley & Sons, Incorporated. 2011. Knygoje aprašoma naftos industrija nuo gavybos iki galutinio vartotojo apžvelgiant technologinį, ekonominį bei politinį aspektą.

Kisialiou, Yauheni; Gribkovskaia, Irina; Laporte, Gilbert. Supply vessel routing and scheduling under uncertain demand. *Transportation Research: Part C*. 2019 liepa, Nr. 104, puslapiai 305-316. Moksliniame straipsnyje aprašomas transporto planavimas neišskiomis paklausos sąlygomis.

Bento, Joe; Cahill, Chris. New logistics era for oil patch. *Offshore*. 2003 rugsėjis, Nr. 63. Leidimas 9, puslapis 108. Moksliniame straipsnyje aprašomas informacinių sistemų diegimas didmeninės degalų prekybos sistemoje JAV.

Vivas, Renato de Castro; Sant'Anna, Angelo Márcio O.; Esquerre, Karla P.S. Oliveira; Freires, Francisco Gaudêncio M. Integrated method combining analytical and mathematical models for the evaluation and optimization of sustainable supply chains: A Brazilian case study. *Computers & Industrial Engineering*. 2020 sausis, Nr. 139. Moksliniame straipsnyje aprašomas matematinių ir analitinių modelių taikymas naftos ir jos produktų logistikoje.

Bumpass, Donald; Douglas, Christopher; Ginn, Vance; Tuttle, M.H. Testing for short and long-run asymmetric responses and structural breaks in the retail gasoline supply chain. *Energy Economics*. 2019 rugsėjis, Nr. 83, puslapiai 311-318. Moksliniame straipsnyje analizuojamas trumpalaikių ir ilgalaikių sutrikimų poveikis naftos produktų tiekimo grandinėse.

Adewuyi, Adeolu O. Determinants of import demand for non-renewable energy (petroleum) products: Empirical evidence from Nigeria. *Energy Policy*. 2016 rugpjūtis, Nr. 95, puslapiai 73-93. Tyrime nagrinėjami importuojamų naftos produktų paklausą lemiantys veiksniai.

Atlikus literatūros analizę matome, kad daugelis skystus krovinius į autocisternas kraunančių terminalų susiduria su panašiomis problemomis. Pagrindinė problema yra optimalus į krovos terminalą atvykstančių autocisternų srauto pasiskirstymas. Kadangi srautai turi didelius intensyvumo pikus, tai iššaukia daug papildomų problemų tokių kaip autocisternų prastovos, netolygus terminalų apkrovimas, ekologinės ir socialinės problemos terminalų prieigose. Remiantis tarptautine patirtimi šios problemos yra sprendžiamos įvairiais metodais, kurie yra aprašomi pateiktuose straipsniuose.

Į krovos terminalą atvykstančių autocisternų srautai tarptautinėje praktikoje yra kontroliuojami griežtais pakrovos grafikų sudarymais, šį metodą detaliai aprašo Leonardo Salsano de Assis, Eduardo Camponogara, Bernardo Zimberg, Enrique Ferreira, Ignacio E. Grossmann. Kitas metodas aprašomas Sigrid Knust, Elisabeth Schumacher straipsnyje numato, kaip išvengti didelio autocisternų kiekio susikaupimo terminalų prieigose taikant maršrutų planavimo metodą, kuris išdalina krovinio paskirstymo vietas taip, kad autocisternos į krovos terminalą grįžta skirtingais laiko intervalais.

Mai-Ha Phan, Kap Hwan Kim. Moksliniame straipsnyje aprašomos pakrovimo terminalą valdančios kompanijos ir jos klientų tai yra vežėjų, derybos dėl į terminalą atvykstančių autocisternų grafikų sudarymo ir kaip tuo išsprendžiamos terminalo prieigose kylančios ekologinės ir socialinės problemos, bei pasiekama abipusė nauda tiek terminalui tiek jo klientams. Ši problema itin aktuali darbe aprašomam terminalui, kadangi jis yra urbanizuotoje vietovėje.

Arpan Rijal, Marco Bijvank, René de Koster moksliniame straipsnyje aprašoma optimali pakrovimo vietos priskyrimo metodika atsižvelgiant į krovinio tipą. Šis straipsnis darbu aktualus tuo, kad terminaluose su dideliu skaičiumi skirtingų produktų yra sudėtinga numatyti optimalų krovos vietų padalijimą. Straipsnyje pateikiama strategija kaip maksimaliai išnaudoti krovos įrangos potencialą su mažiausiomis laiko sąnaudomis.

P. R. Basak, Sangeeta Baksi, Soumitra Biswas, N. G. Nair, R. Raman. Moksliniame straipsnyje aprašoma iš stiklo plastiko pagaminta autocisterna, tai yra nauja ir pasaulyje mažai kur taikoma technologija. Lietuvoje apie tokių autocisternų panadojimą informacijos nėra, tačiau ši technologija turi daug potencialo, kadangi autocisternos svoris yra ženkliai mažesnis už šiuo metu naudojamų, tai leistų neviršijant maksimalaus leistino autotransporto priemonės svorio, į autocisterną pakrauti

daugiau krovinių, taip mažinant bendrą į autocisternų pakrovimo aikštelę atvykstančių autotransporto priemonių kiekį. Tai padėtų pagerinti ne tik vežėjų ekonominius rodiklius, bet ir spręstų terminalo prieigose išskylančias ekologines bei socialines problemas.

Draffin, Nigel; Bankes hughes, Llewellyn and more knygoje Introduction to Bunkes Operations aprašomos skystiems produktams į autocisternas naudojamos technologijos. Pasak autorių sausos jungties technologija, kuri naudojama nagrinėjamame terminale, yra technologiškai pažangiausia ir saugiausia, todėl ją naudoja daugelis šiuolaikinių terminalų.

Visos aukščiau išvardintuose moksliniuose darbuose ir knygose aprašomos problemos yra būdingos daugumai skystus krovinius į autocisternas kraunančių terminalų, ne išimtis ir darbe nagrinėjamas terminalas.

## 2. NAFTOS PRODUKTŲ KROVOS KLAIPĖDOS UOSTE IR AB „KLAIPĖDOS NAFTA“ SITUACIJOS ANALIZĖ

Klaipėdoje naftos produktų krovoje konkuruoja 2 įmonės: AB „Klaipėdos nafta“ ir UAB „Krovinių terminalas“. AB „Klaipėdos nafta“ terminale daugiausia eksportuojami PKN „Orlen Lietuva“ naftos produktai, o UAB „Krovinių terminalas“ nuo pat savo įsikūrimo bendradarbiauja su stambia tarptautinė kompanija „Vitol“, kuri pagal ilgalaikę rezervuarų parko nuomos sutartį 3 krantinėje vykdo savo užfrachtuotų tanklaivių krovą tolygiai ir beveik be sustojimo.

AB „Klaipėdos nafta“ kompanijos krova daugiausiai priklauso nuo PKN „Orlen Lietuva“ produktyvumo, o UAB „Krovinių terminalo“ krovą yra tiesiogiai priklausanti nuo „Vitol S.A.“ kompanijos, čia kraunamo krovinio kilmė yra įvairesnė, tai reiškia, kad praradus vieną srautą, jį gali „kompensuoti“ kitas produktų srautais. Pavyzdžiui, kas metus naftos perdirbimo gamykla AB „Mažeikių nafta“ kovo - balandžio mėnesiais praktiškai sustabdo savo veiklą 2-3 savaitėms, o kas penkerius metus - vienam mėnesiui, planiniam remontui.

AB „Klaipėdos Nafta“ veikla skirstoma į keturias sritis: Klaipėdos naftos terminalą, Subačiaus naftos terminalą, Klaipėdos SGD terminalą ir Klaipėdos mažos apimties SGD terminalą. Šiame darbe pagrindinis tyrimo objektas yra Klaipėdos naftos terminalo dalis, tai yra autocisternų pakrovimo aikštelė.



**1 pav.** AB „Klaipėdos Nafta“ struktūra.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas – vienas iš moderniausių ir sparčiausiai augančių naftos terminalų Baltijos jūros rytinėje pakrantėje, puikiai žinomas šio regiono naftos krovinių krovos ir sandėliavimo paslaugų rinkoje.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas – daugiafunkcinis, patikimai ir efektyviai vykdamas naftos produktų krovą šiauriausiam neužšalantiame Baltijos jūros uoste, Klaipėdoje. Terminalo

paskirtis – teikti klientams naftos produktų, tiekiamų iš Lietuvos, Rusijos, Baltarusijos ir kitų šalių naftos perdirbimo gamyklų ir į jas, krovos (iš geležinkelio cisternų į tanklaivius ir atvirkščiai) ir sandėliavimo terminalo talpyklų parke paslaugas. Per AB „Klaipėdos Nafta“ terminalą naftos produktai taip pat importuojami, teikiant naftos produktų krovos iš tanklaivių į klientų transportavimo priemones (autocisternas ir (arba) vagonus) paslaugas rinkoje.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas teikia šias paslaugas:

- perpila žaliavinę naftą ir naftos produktus iš geležinkelio cisternų į talpyklas ir tanklaivius (ir atvirkščiai) bei iš tanklaivių į talpyklas ir į tanklaivius;
- priima ir pakrauna naftos produktus iš autocisternų ir į jas;
- laikinai saugo (kaupia) žaliavinę naftą ir naftos produktus;
- priima naftos produktais užterštą vandenį iš laivų;
- švartuoja laivus;
- nustato naftos produktų kokybės parametrus;
- teikia cheminių priedų įpylimo į naftos produktus (papildymo) paslaugas;
- maišo naftos produktus (ang. blending);
- teikia biologinių komponentų ir daugiafunkcinių priedų sandėliavimo ir pylimo į naftos produktus (papildymo) paslaugas;
- aprūpina laivus kuru ir vandeniu;
- klientų patogumui veikia muitinės ir akcizų sandėliai, kuriuose galima atlikti pirkimo ir pardavimo procedūras.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas per metus gali perkrauti iki 7 mln. t eksportuojamų ir importuojamų naftos produktų bei žaliavinės naftos.

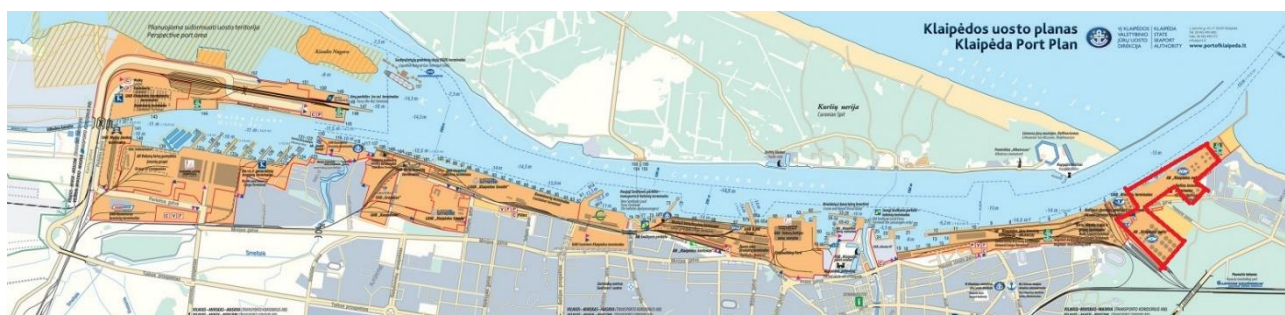
AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas vykdo naftos produktų krovą pagal šias krovos schemas:

- tanklaivis–talpykla–tanklaivis;
- geležinkelio cisterna–talpykla–tanklaivis;
- tanklaivis–talpykla–geležinkelio cisterna;
- tanklaivis–talpykla–autocisterna.

AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelė yra gyvybiškai svarbi vakarų Lietuvos transporto sektoriui, nes per ją perkraunama 19% visų Lietuvoje autotransporto suvartojamų degalų. Šios aikštelės veiklos sutrikimai ir autocisternų prastovos, kurios susidaro dėl didelio vienu metu atvykstančių autocisternų kiekio, atsiliepia ne tik pačiai įmonei, bei jos klientams, bet ir visam vakarų Lietuvos transporto sektoriui.

## 2.1. UAB „Klaipėdos nafta“ pagrindinių parametru analizė

AB „Klaipėdos Nafta“ vienas iš pagrindinių terminalų, kur perkraunami ir sandėliuojami naftos produktai Klaipėdos uoste, ir vienintelis terminalas galinti krauti temperatūrinio režimo reikalaujančius naftos produktus. Čia perkraunami įvairių rūšių mazutai, vakuuminiai gazoliai, benzina, dyzeliniai, reaktyvinis kuras, taip pat ir žaliavinė nafta.



2 pav. AB „Klaipėdos nafta“ Klaipėdos uosto plane.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas eksploatuoja 2 krantines, esančias arčiausiai Klaipėdos uosto jūros vartų (krantinės Nr. 1 ir Nr. 2). Krantinėse priimami „Panamax“, „Aframax“ ir išimtiniais atvejais „Suezmax“ tipo tanklaiviai. Terminalas vienas iš pirmųjų Europoje pastatė naftos produktų garų deginimo įrenginį, kuriame sudeginama iki 98 proc. lakiųjų organinių junginių, surinktų iš bendrovės krantinėje kraunamų tanklaivių talpyklų, o tai leidžia užtikrinti veiklos atitiktį aukščiausiems ekologiniams reikalavimams.<sup>1</sup>



3 pav. AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalų struktūra.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminale numatyta krantinių modernizacija ir papildomos daugiavertės krantinės statyba. Krantinių rekonstrukciją planuojama atlikti keliais etapais, darbus

<sup>1</sup> <https://www.kn.lt/musu-veikla/naftos-terminalai/klaipedos-naftos-terminalas/135>

vykdant taip, kad nebūtų trikdoma krova. Atlikus rekonstrukciją, per kurią bus pailgintos esamos krantinės, terminalas vienu metu galės priimti ir krauti nebe du, o tris tanklaivius. Projektą įgyvendina VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija.

Vienas pagrindinių geležinkelio ryšio su terminalu elementų - geležinkelio kaupiamosios stotys ir pralankos tarp terminalo bei geležinkelio kaupiamosios stoties. Geležinkelio pajėgumas vežant krovinius tarp geležinkelio stoties ir terminalo yra labai svarbus atliekant terminalo darbo skaičiavimus, nes gerai organizuotas krovinių atvežimas į terminalą ir išvežimas iš jo yra būtinas optimizuojant terminalo darbą.<sup>2</sup>

Pagal AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalo poreikius modernizuota Pauosčio geležinkelio stotis (kodas 108107) garantuoja saugų krovinių srauto judėjimą ir operatyvų geležinkelio cisternų su naftos produktais pristatymą į terminalo geležinkelio estakadas. Stotis pajėgi vienu metu priimti iki 500 geležinkelio cisternų.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos terminalas eksploatuoja 2 geležinkelio estakadas, turinčias po 2 kelius:

- 2 keliai naftos produktams, kuriems nereikalingas temperatūrinis režimas (vienu metu apdorojama iki 2 x 30 geležinkelio cisternų);
- 2 keliai naftos produktams, kuriems reikalingas pašildymas ir temperatūrinis režimas (vienu metu apdorojama iki 2 x 32 geležinkelio cisternų);
- vienas iš kelių pritaikytas visų tipų naftos produktams;
- vienu metu galima krauti 124 geležinkelio cisternas.



**4 pav.** AB „Klaipėdos nafta“ naftos terminalo vaizdas.

4 paveiksle skaičiai (1 – 6) pažymėtų objektų reikšmės:

- 1 - Krantinės Nr1 ir Nr2,
- 2 - Talpyklų parkai,

<sup>2</sup> V. Paulauskas. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla, 2004. P. 109

- 3 - Geležinkelio vagonų-cisternų iškrovimo estakados,
- 4 - Technologinės siurblinės,
- 5 - Nuotekų valymo įrenginiai,
- 6 - Autocisternų pakrovimo aikštelė.

AB „Klaipėdos Nafta“ naftos ir naftos produktų talpyklų parką sudaro 40 talpyklų, skirtų naftos produktams. Bendra talpyklų parko apimtis – 492 000 m<sup>3</sup>. Modernios technologijos ir šiuolaikiniai techniniai sprendiniai leidžia talpyklose laikyti ir krauti skirtingus naftos produktus vienu metu, užtikrinant skirtingų rūšių produktų atskyrimą ir kokybinių parametrų išsaugojimą. Kokybės parametrų monitoringą atlieka moderni naftos produktų laboratorija, įsikūrusi terminalo teritorijoje. Dalyje talpyklų sumontuoti plūdrieji pontonai, mažinantys naftos produktų garavimą ir aplinkos taršą.

Numatyta naftos terminalo talpyklų parko plėtra – naujų talpyklų, skirtų naftos produktams priimti, laikyti ir perduoti, statybos. Įgyvendinus plėtros projektą, Bendrovės klientai galės sukaupti ir krauti didesnes naftos produktų tanklaivių partijas, vienu metu priimti daugiau skirtingų naftos produktų rūšių.

Išanalizavus AB „Klaipėdos Nafta“ pagrindinius parametrus, galima teigti, kad terminalo silpnosios vietos yra geležinkelio estakados ir krantinės. Dėl didelės perkraunamų naftos produktų įvairovės nepakanka geležinkelio cisternų išpylimo kelių, todėl norint užtikrinti kraunamų produktų kokybę dažnai tenka drenuoti vamzdynus, kas reikalauja daug laiko ir energetinių resursų. Kadangi pastarųjų metų tendencijos rodo tamsių naftos produktų partijų stambėjimą, jas būtų galima krauti į didesnius tanklaivius, dėja dėl maksimalaus leidžiamo gylio prie krantinių 13,5m, „Afromax” tanklaiviai nėra pilnai pakraunami.

## **2.2. AB „Klaipėdos nafta“ naftos produktų ir autocisternų krovos technologija**

Moderniems naftos terminalams būdingas sudėtingas inžinerinis kompleksas, kurį sudaro pastatai ir įranga, vamzdynai, talpyklos, siurblinės ir speciali įranga, naudojama naftos produktams priimti, laikyti ir krauti. Naftos terminalų komponentai yra suskirstyti į pagrindinius ir pagalbinus.<sup>3</sup>

Pagrindiniai komponentai: talpyklos, geležinkelio ir automobilinės estakados, krantinės, siurblinės.

Pagalbiniai komponentai: lialinių vandenų valymo įranga, katilinė, lakiųjų organinių junginių surinkimo sistemos, gaisro gesinimo sistemos, automatinės terminalo valdymo sistemos ir kt.

---

<sup>3</sup> Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001 г.

Žaliavinei naftai ir naftos produktams sandėliuoti naftos perdirbimo gamyklose ir perkrovimo įmonėse naudojama daugybė talpyklų. Sumontuotų talpyklų skaičių ir tūrį lemia įmonių gamybos apimtys, sandėliuotų naftos produktų skaičius, taip pat standartai, pagal kuriuos turi būti sandėliuojama žaliavinė nafta ir naftos produktai. Talpyklų dizainas priklauso nuo daugelio veiksnių, tačiau pagrindiniai yra saugomų produktų cheminės ir fizinės savybės, taip pat numatomas slėgis ir temperatūra rezervuarų viduje.

Talpyklose turi būti jutikliai, reguliavimo ir valdymo įtaisai, apsaugantys nuo per didelio slėgio, temperatūros ir per didelio naftos produktų pripylimo aukščio. Siekiant apsaugoti talpyklas nuo tiesioginių saulės spindulių, išorėje jie yra padengti šviesia danga ir, jei reikia, sukuriama dirbtinis šešėlis.<sup>4</sup>

Talpyklas galima suskirstyti pagal šias charakteristikas:

- Atsižvelgiant į medžiagas, iš kurių jie gaminami - metalą, gelžbetonį ir kt.;
- Slėgis - žemo slėgio rezervuarai, kuriuose slėgis šiek tiek skiriasi nuo atmosferos slėgio ( $p < 0,02$  MPa) ir didelis ( $p > 0,02$  MPa);
  - Pagal vykdomas technologines operacijas - talpyklos mažo klampumo ir didelio klampumo žaliavinei naftai ar jos produktams laikyti, talpyklos separatoriai, talpyklos maišytuvai, buferinės talpos ir specialios paskirties ir konstrukcijos talpyklos, skirtos specialiųjų savybių naftos produktams laikyti;
    - Struktūriškai - vertikaliai cilindrinės su kūginiu ar rutuliniu dangčiu ir plokščiu ar trijų matmenų dugnu, horizontaliai cilindrinis su plokščiu ar trimačiu, lašo formos, rutuliniu, talpyklos - cilindrai, stačiakampės ir grioviais;
    - Priklausomai nuo panaudojimo, talpyklos yra skirstomos į tokias, kuriuose laikomų skysčių slėgis gali pakilti iki 0,07 MPa, taip pat iki 120oC temperatūros ir kuriuose slėgis yra didesnis nei 0,07 MPa, šių talpyklų statyboje naudojamos specialios technologijos.

Vertikalios cilindrinės talpyklos yra dažniausiai naudojamos agresyvioms medžiagoms laikyti. Jos užima mažiau vietos nei horizontalios, jų statyboje sunaudojama mažiau metalo gaminių, nesudėtinga jų eksploatacija ir jos leidžia lengvai valdyti nusėdusių medžiagų lygį. Talpyklos montuojamos ant armuoto pagrindo, įrengiant 0,06–0,1 m storio smėlio pagrindą, naudojant lakštinio surinkimo metodą. Tokiu būdu visa talpykla gamyklose pagaminama atskirų laminuotų metalo lakštų pavidalu, talpyklos bortai surinkimo vietoje sujungiami suvirinimo aparatu pagal stogo ir dugno formą. Paruošus apatinį pagrindą, talpyklos įrengiamos jų statybvietėse. Vertikalios cilindrinės talpyklos yra šių tipų:

- Aukšto ir žemo slėgio talpyklos su plokščiu ar trimačiu dugnu;

---

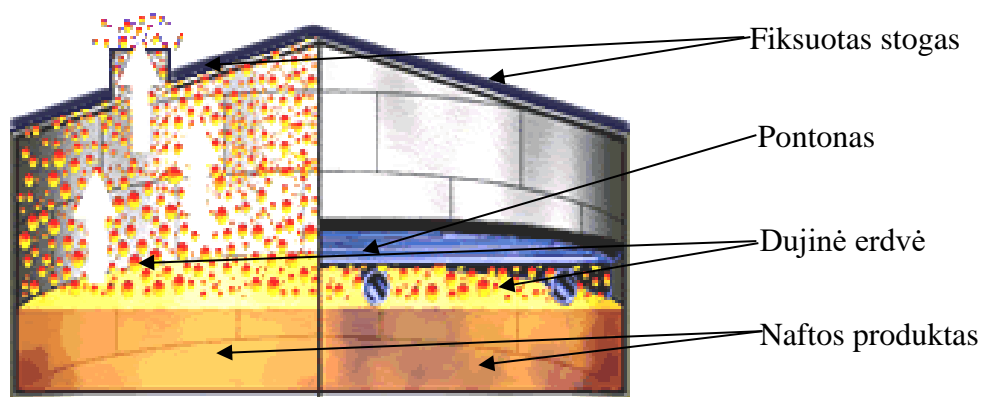
<sup>4</sup> Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. 1981. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. – М.: Недра,.

- Su kūginiais, rutuliniais, paviršiniais ir požeminiais plūduriuojančiais dangčiais;
- Su pontonais.

Specialios konstrukcijos talpykloms priskiriamos sferinės talpyklos, skirtos naftos produktams, kurių yra aukštas prisotintųjų garų slėgis ir suskystintoms dujoms laikyti; lašo formos talpyklos; požeminės talpyklos. Jos skirstomos suskirstytos į tris grupes: <sup>5</sup>

- Talpyklos pritaikytos tamsiems naftos produktams laikyti;
- Talpyklos pritaikytos šviesiems naftos produktams laikyti;
- Gelžbetoninės talpyklos naudojamos tamsiems naftos prekėms laikyti.

Antžeminės talpyklos gali turėti fiksuotą arba plaukiojantį stogą. Talpyklos su plaukiojančiu stogu yra paprastos vertikalios cilindrinės talpyklos suvirintomis sienomis, kurių viduje saugomo krovinio paviršiuje plūduriuoja metalinis diskas - pontonas, užtikrinantis vienodą kontaktą su skysčio paviršiaus lygiu. Pontonai sudaro nuo 20 iki 25% stogo ploto. Pastaraisiais metais plūduriuojantys stogai ir pontonai vis dažniau naudojami siekiant sumažinti lakiųjų organinių junginių emisiją į aplinką. Įdiegus šias apsaugos priemones, lakiųjų organinių junginių išmetimas į aplinką iškrovimo / pakrovimo operacijų metu sumažėja iki 98%. <sup>6</sup>



**5 pav.** Naftos produktų talpyklos konstrukcijos su ir be pontono palyginimas<sup>7</sup>.

Talpyklose su fiksuotu stogu, siekiant sumažinti lakiųjų organinių junginių emisiją į aplinką, sumontuojama plūduriuojanti uždanga, tai yra pontonas, o talpyklose su plūduriuojančiu stogu montuojama papildoma uždanga. Pontono esmė ta, kad jis atskiria rezervuare laikomą krovinį nuo jo dujų visame paviršiuje. Kuo mažesnis dujų erdvės tūris, tuo mažiau joje kaupiasi naftos produktų dujų, tuo mažiau jis išgaruoja iš paviršiaus, pasikeitus oro sąlygoms.

Pontonas turi būti lengvas, kad jį būtų galima lengvai pakelti ir nuleisti, kai talpykla yra užpildyta krovinium. Todėl dažniausiai naudojami iš aliuminio lydinio pagaminti pontonai, jų svoris

<sup>5</sup> Мельников, И. П. 1983. Металлические конструкции. – Москва: Стройиздат, 421с.

<sup>6</sup> Цегельский В.Г., Ермаков П.Н., Спиридонов В.С., 2001. Защита атмосферы от выбросов углеводородов из резервуаров для хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов

<sup>7</sup> Europe Standard, 2003

yra palyginti mažas, juos galima montuoti tiek jau pastatytose ir eksploatuojamose, tiek naujai statomose talpyklose. Talpyklose esantys pontonai turi būti pritaikyti saugomo krovinio lygio matavimams ir mėginių paėmimui. Šie pontonai gali būti eksploatuojami temperatūros intervale nuo  $-45^{\circ}\text{C}$  iki  $+60^{\circ}\text{C}$ . Aliuminio pontonai dažniausiai atsiperka per 2 metus, o jų kapitalinis remontas yra 30% pigesnis nei analogiškų pontonų pagamintų iš plieno.<sup>8</sup>

5 paveiksle parodyta, kad pontono įrengimas talpykloje kelis kartus sumažina dujų tūrį virš sandėliuojamo naftos produkto, tai yra atskiria saugomą naftos produktą nuo aplinkos ir taip sumažina lakiųjų organinių junginių susidarymą ir patekimą į aplinką. Siekiant sumažinti lakiųjų organinių junginių susidarymą, dėl nuotėkio tarp pontono ir rezervuaro sienų, naudojami specialūs sandarikliai.

Sandarikliai yra lengvai įdiegiami į pačią talpyklą, yra pagaminti iš kibirkšties nesudarančių medžiagų, yra atsparūs naftos produktų, jūros vandens, rūgščių, šarmų poveikiui, turi didelį sandarumą, yra atsparūs temperatūriniam poveikiui ir turi ilgą tarnavimo laiką. Sandarinimo medžiaga neturi kenksmingo poveikio aplinkai. Žemutinėje talpyklos dalyje pontonas liečiasi su fiksuota 1,8 m. aukščio atrama.

Estakados yra naftos terminalo dalis, skirta krauti ir iškrauti geležinkeliu gabenamus produktus. Į šią terminalo dalį įeina: geležinkeliai, pakrovimo ir iškrovimo keliai ir platformos, daugiafunkciniai technologiniai vamzdiniai, buferinės talpos, šilumokaičiai, siurblinės skirtos produktų perpumpavimui iš cisternų į talpyklas.



**6 pav.** Geležinkelio cisternų pakrovimo – iškrovimo estakada<sup>9</sup>.

Tipiška pakrovimo ir iškrovimo estakada parodyta 6 paveiksle ir susideda iš surenkamojo gelžbetonio, pamatų akmenų, vertikalių rėmų ir didelių plokščių grindinio. Buvo išrasti devyni tokio tipo estakadų variantai, kurie visi turėjo tris pagrindines dalis: pirminę, antrinę ir galutinę. Šių dalių skaičius priklauso nuo estakados ilgio. Estakados įrengiamos kartu su pripilamaisiais įrenginiais su juo pakeliančiu mechanizmu.

<sup>8</sup> Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. 1981. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении.

<sup>9</sup> UAB Krovinų terminalas. Prieiga per internetą: [<http://terminal.lt/terminalo+kompleksas,41.html>]

Kiekvienoje estakados pusėje yra tilteliai su svoriais skirti užlipti ant cisternų, kad būtų galima jas aptarnauti. Taip pat įdiegta automatinė pildymo sistema. Estakadose vienu metu galima iškrauti ar pakrauti keturias skirtingas produktų rūšis. Vis plačiau yra naudojami apatinio pripylimo ir išpylimo prietaisai, kurie apsaugo nuo cisternos perpilimo.

Trumpai tariant, pagrindiniai naftos perkrovimo terminalų komponentai yra talpyklos, estakados, krantinės ir siurblinės. Talpyklų konstrukcija priklauso nuo perkraunamų produktų cheminių ir fizinių savybių. Vertikalios cilindrinės talpyklos yra labiausiai paplitusios, joms pagaminti reikia mažiau metalo, o cilindrinė konstrukcija suteikia lengviausią būdą nustatyti ten laikomos medžiagos kiekį. Plaukiojantys pontonai naudojami talpyklose tam, kad sumažėtų lakiųjų organinių junginių susidarymas. Įprastoje pakrovimo ir iškrovimo estakadoje iš dviejų pusių yra du privažiavimo keliai. Šiuolaikinės cisternos iškraunamos per jų apačioje esančias išpylimo angas.

AB „Klaipėdos nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelė savo veiklai vykdyti naudoja visą kompleksą technologinių įrenginių. Dalis jų naudojama ir kitoms terminalo krovos operacijoms vykdyti. Autocisternų pakrovimo aikštelė naudoja 12 išskirtinai savo veiklai dedikuotų rezervuarų, 2 technologinėmis siurblinėmis, 2 multifunkcinių priedų daugiasekcijinėmis talpyklomis, 8 poromis produktų maišytuvų su valdymo kompiuteriais.



**7 pav.** AB „Klaipėdos nafta“ šviesiųjų naftos produktų talpyklos.

Autocisternų aikštelėje naudojama technologinė įranga yra:

- Produktų talpyklos (1X10000 m<sup>3</sup>, 4X7500 m<sup>3</sup>, 3X1500m<sup>3</sup>) šios talpyklos yra naudojamos bazinių produktų (dyzelino ir benzino) laikymui.
- Bio priedų talpyklos (2X100 m<sup>3</sup>, 2X400 m<sup>3</sup>) šios talpyklos naudojamos biologinės kilmės kuro priedų (bioetanolio ir RRME (riebiųjų rūgščių metilo esterio)) laikymui.
- Multifunkcinių priedų talpyklos (1X50 m<sup>3</sup> talpykla padalinta į 10 sekcijų po 5 m<sup>3</sup>, 1X50 m<sup>3</sup>, talpykla padalinta į 4 sekcijas po 12,5 m<sup>3</sup>) šios talpyklos yra naudojamos laikyti priedams gerinantiems kuro tepumo ir kitus parametrus.
  - Technologiniai vamzdynai.
  - Technologinės siurblinės.

- 8 produktų maišymo ir srauto valdymo įrenginiai. Šie įrenginiai yra naudojami pagrindinių kuro komponentų, tai yra dyzelino ar benzino sumaišymui su biologinės kilmės kuro priedais, taip pat ir multifunkcinių priedų įvedimui. Taip pat šie įrenginiai valdo į autocisternas kraunamo produkto kiekį, srautą, matuoja produkto tankį ir temperatūrą.



**8 pav.** AB „Klaipėdos nafta“ multifunkcinių priedų talpykla (kairėje) benzino ir dyzelino pakrovimo ir priedų dozavimo įrenginys (centre). Benzino ir dyzelino pakrovimo valdymo pultas (dešinėje).

- 8 pakrovimo valdymo pultai „ACCULOAD III“. Šie krovos proceso valdymo kompiuteriai naudojami autocisternos pakrovimo procesui valdyti. Juose yra įvedamas norimas krauti produkto kiekis. Kompiuteris paleidžia ir valdo bazinio produkto, biopriedų ir multifunkcinių priedų siurblius, numato kokiais intervalais ir kiekiais turi būti dozuojami multifunkciniai priedai, taip pat stabdo pakrovos procesą kai yra pakraunamas nurodytas produkto kiekis.

### **2.3. Autocisternų aikštelėje kraunamų naftos produktų savybės**

AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų aikštelėje kraunami įvairios kompozicijos šviesiųjų naftos produktų mišiniai, pagrinde tai įvairių rūšių benzinai ir dyzelinai. Galutiniai produktai yra sumaišomi iš atskirų komponentų pakrovimo metu į bazinius produktus (benziną ir dyzeliną) įmaišant biologinės kilmės ir multifunkcinius priedus. Kiekvieno produkto receptūra ir sudedamosios dalys yra atskirų klientų komercinės paslaptys.

Šviesiesiems naftos produktams būdingos šios sandėliavimą ir perkrovimo procesus įtakančios savybės:

- Lengvesni už vandenį – tankis 720-840 kg/m<sup>3</sup>,
- Lakūs, lengvai garuoja esant palyginti žemoms temperatūroms,
- Šviesiųjų naftos produktų garai, esant pakankamai koncentracijai, yra sprogūs,

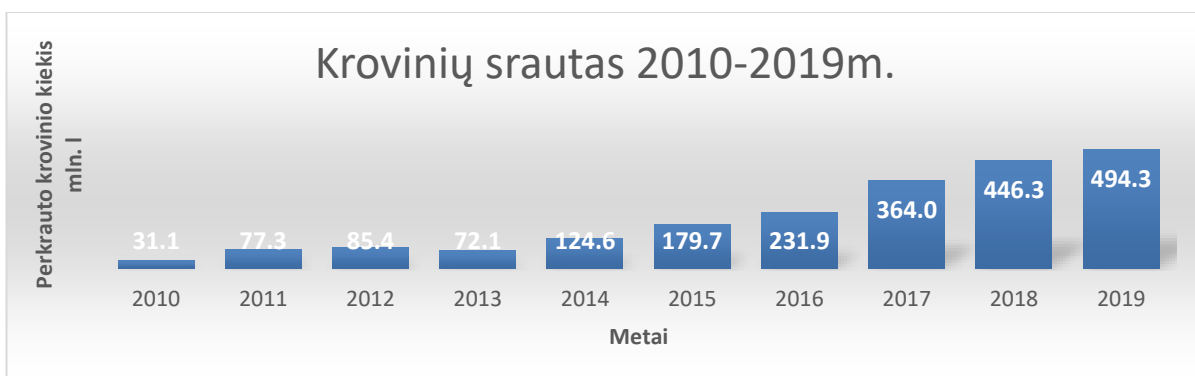
- Drumstimasis,
- Sluoksniavimasis

Dėl šių savybių šviesieji naftos produktai sandėliuojami tam pritaikytose talpyklose. Naftos produktai, kuriems būdingas drumstimasis laikomi talpyklose, kurios turi temperatūrinio režimo palaikymo galimybes, bei izoliuotos nuo aplinkos temperatūros poveikio. Naftos produktai, kuriems būdingas sluoksniavimasis, laikomi talpyklose su įmontuotais maišytuvais. Visos talpyklos, naudojamos naftos produktų sandėliavimui, turi automatines gaisro aptikimo ir gesinimo sistemas.

## 2.4. Klaipėdos uosto ir UAB „Klaipėdos nafta“ autocisternų aikštelės krovos analizė

Klaipėdos uostas yra vienintelis Lietuvos jūrų uostas esantis pietrytinėje Baltijos jūros dalyje, Kuršių marių žiotyse. Tai vienas iš pirmaujančių Baltijos jūros uostų. Uosto maksimalūs galimi metiniai pajėgumai siekia 65 mln. t. Uosto krovinių srautą sudaro: birūs, skysti, generaliniai kroviniai bei konteineriai ir Ro – Ro.

Klaipėdos uoste yra dvi naftos produktų krovos kompanijos - AB „Klaipėdos nafta“ ir UAB „Krovinių terminalas“, kurios teikia įvairių naftos produktų pakrovimo, iškrovimo, sandėliavimo ir maišymo paslaugas. Naftos produktų krova vykdoma prie trijų krantinių. Bendras naftos produktų krovos terminalų metinis pajėgumas yra 11000000 t., tačiau tik AB „Klaipėdos nafta“ turi technologinius pajėgumus aptarnauti naftos produktus gabenantį autotransportą.



9 pav. Autocisternų pakrovimo aikštelės krovinių srautas 2010-2019m.

AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelė komercinę veiklą pradėjo 2010 metais, nuo to laiko autocisternų krova nuolat auga, krovinių srauto augimo dinamika pateikiama 9 paveiksle. Aikštelė nuolat susiduria su didėjančiu klientų skaičiumi ir dėl to didėjančiu skirtingų produktų skaičiumi, bei maksimaliu technologinių linijų apkrovimu. Šiuo metu autocisternų pakrovimo aikštelė pajėgi pagaminti 32 skirtingų dyzelinio kuro ir benzino produktų rūšių. Produktų įvairovė

priklauso nuo atskirų klientų komercinių poreikių, bei aplinkosauginių ir mokestinių reikalavimų. Skirtingų kraunamų produktų skaičius aikštelėje nuolat kinta atsirandant naujiems klientams, taip pat esamiems keičiant ir tobulinant esamų produktų receptūras. Taip pat dėl besikeičiančių Europos Sąjungos aplinkosauginių reikalavimų keičiama produktų sudėtis nuolat didinant iš atsinaujinančių šaltinių išgaunamo kuro dalį produktuose.

2018 metais AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje aptarnauta 16400 autocisternų. Aikštelės paslaugomis naudojasi trys pagrindiniai klientai, kurie per 2018 metus iš talpyklų į autocisternas perkrovė 464.470 m<sup>3</sup> kuro. Kiti smulkūs klientai per aikštelę perkrovė 308,5 m<sup>3</sup> kuro. Bendras krovinio kiekio pasiskirstymas matomas 2 paveiksle. Klientų skaičius nuolat auga, atsiranda ir papildomų perkrovos operacijų specializuotiems produktams. 2020 metais, COVID-19 pandemijos metu, per autocisternų pakrovimo aikštelę buvo kraunamas etanolis skirtas dezinfekcinio skysčio gamybai.



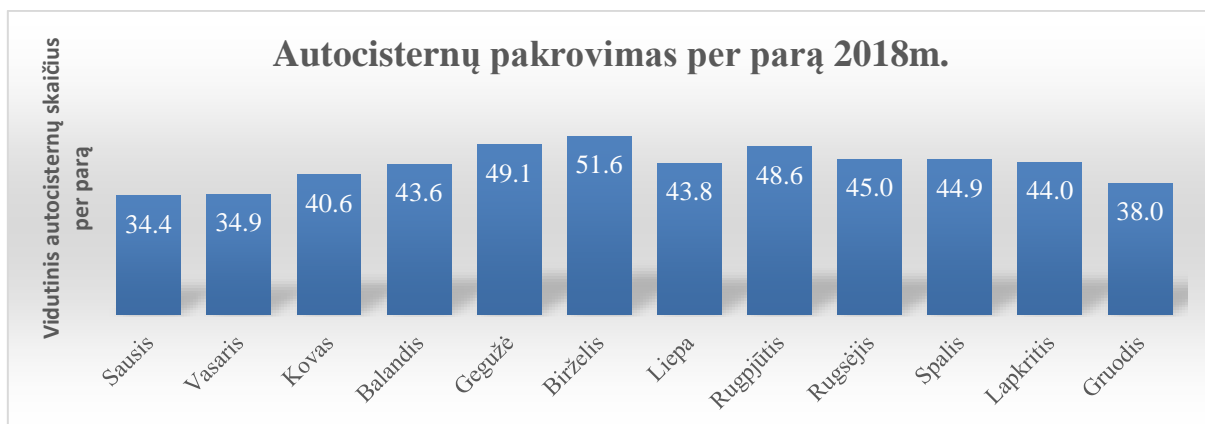
**10 pav.** Perkrauto krovinio kiekio pasiskirstymas tarp klientų.

AB „Klaipėdos Nafta“ vykdomas šviesiųjų naftos produktų parko išplėtimas ir modernizavimas leidžia vykdyti kokybei jautrių produktų krova, kadangi šio projekto eigoje nutiestos naujos nerūdijančio plieno vamzdinių linijos

Taip pat nuolat vykdoma riebiųjų rūgščių metilo esterio (RRME) krova iš autocisternų į rezervuarus kaupiant smulkias vienkartinės tanklaivių partijas. Riebiųjų rūgščių metilo esteris naudojamas kaip biologinės kilmės priedas dyzeliniam kurui siekiant sumažinti iškastinio kuro dalį degaluose. Kadangi Europos Sąjungos aplinkosauginė politika siekia nuolat mažinti iškastinio kuro naudojimą, RRME krova ateityje tik didės.

Lyginant autocisternų krovą kiekvieną mėnesį metų bėgyje, matome sezoniškumą, kuris yra įtakojamas žemės ūkio veiklos suintensyvėjimo pavasario ir vasaros pabaigos laikotarpiu, tačiau šis padidėjimas palyginti su bendru srautu neturi didelės įtakos. Sezoniškas krovinio srauto intensyvumas turi įtakos autocisternų pakrovos laikui. Pagrindinis kraunamas produktas intensyvaus žemės ūkio veiklos laikotarpiu yra žaliai žymėtas dyzelinis kuras, kuris vežamas ūkininkams. Kadangi nemaža dalis klientų yra smulkūs ūkininkai perkantys palyginti nedidelius žymėto dyzelino kiekiu (1000-3000 litrų), vienos autocisternos pakrovos laikas ilgėja, nes po kiekvieno supilto kiekio atskiram

gavėjui, pakrova stabdoma siekiant tiksliai užfiksuoti pakrautą kiekį. Vidutinis per parą pakrautų autocisternų kiekis kiekvieną mėnesį matomas 11 paveiksle.

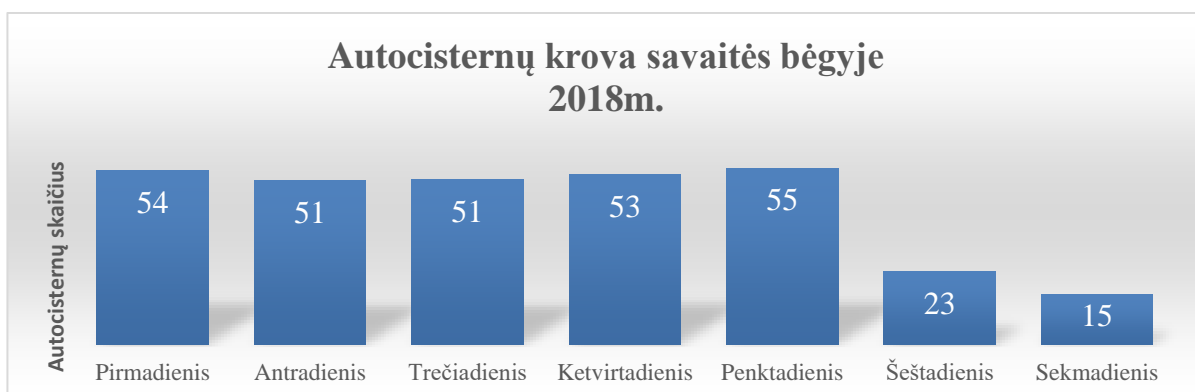


**11 pav.** Autocisternų pakrovimas per parą kiekvieną 2018 metų mėnesį.

Savaitės laikotarpiu autocisternų srauto pasiskirstymas yra tolygus. Darbo dienomis svyravimai yra nežymūs, pažymėtinas tik nežymus padidėjimas pirmadienį ir penktadienį. Ši srauto suintensyvėjimą lemia tai, kad savaitgaliais, o ypač šventiniais ir vasaros savaitgaliais ženkliai padidėja ilgų kelionių skaičius visuomenėje, todėl mažmeniniai degalų pardavėjai siekia apsirūpinti atsargomis visam savaitgaliui, o po jo, kuo skubiau užpildyti ištuštėjusias talpas.

Savaitgaliais stebimas akivaizdus krovo sumažėjimas, tai būtų puiki galimybė sumažinti autocisternų pakrovimo aiktelės darbo intensyvumą darbo dienomis, tačiau vežėjai nenusiteikę mokėti autocisternų vairuotojams didesnio darbo užmokesčio už darbą savaitgaliais, švenčių dienomis ir naktį. Tai ir yra pagrindinė priežastis, kodėl didžiausi autocisternų srautai atvyksta darbo dienomis nuo 6:00 iki 19:00. Autocisternų krovo pasiskirstymas savaitės bėgyje matomas 12 paveiksle.

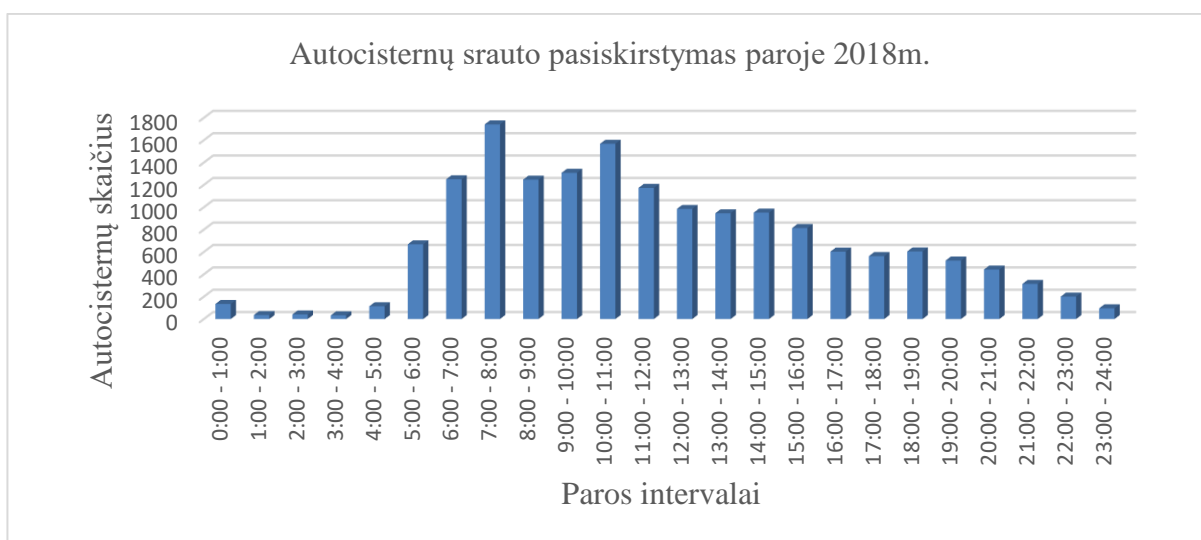
Tarptautiniuose šaltiniuose šios problemos sprendžiamos derybų su vežėjais pagalba, taikomos įvairios vežėjus skatinančios krova vykdyti ne piko metu priemonės.



**12 pav.** Autocisternų krova savaitės bėgyje 2018 metais.

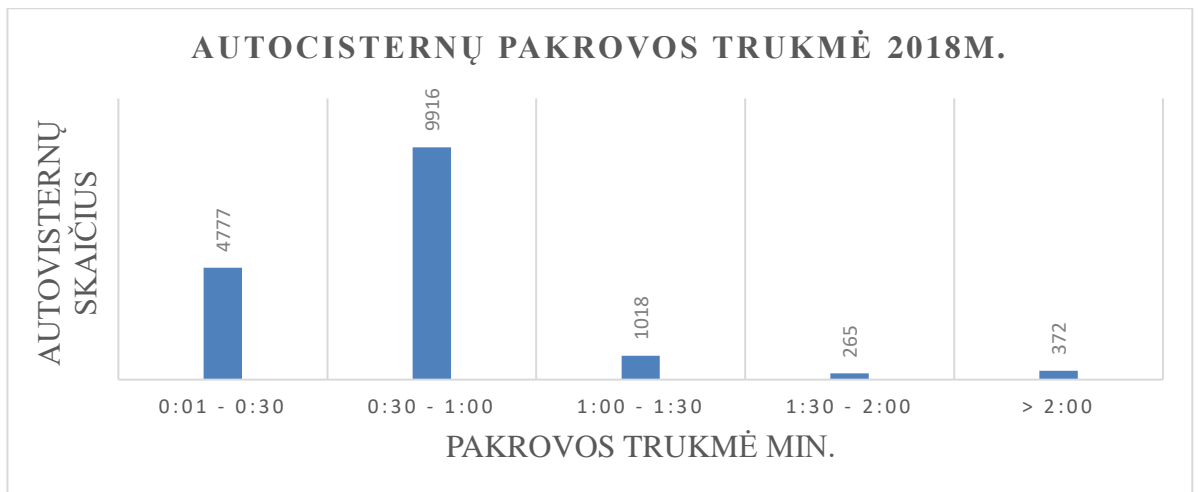
Didžiausią įtaką autocisternų pakrovimo aikštelės darbui daro didelis vienu metu atvykstančių autocisternų kiekis. Kaip matome iš 13 paveiksle pateiktos informacijos, didžiausi autocisternų srautai atvyksta 7.00 - 8.00 ir 11.00 - 12.00, taip pat nežymus srauto suintensyvėjimas matomas 14.00 – 15.00 ir 18.00 – 19.00. Šį srauto suintensyvėjimą lemia antram arba trečiam reisui grįžtančios autocisternos.

Autocisternos per dieną atlieka po kelis reisuos dėl ekonominių sumetimų, kadangi ekonomiškai naudingas autocisternų aptarnavimo regionas yra apie 150-180 km. spinduliu aplink Klaipėdą, todėl ta pati autocisterna su vienu vairuotoju sugeba atlikti du, o kartais ir tris reisuos nepažeisdama autocisternos vairuotojui taikomo darbo – poilsio režimo reikalavimų. Taip naudojant vieną transporto priemonę gali būti aprūpinamos kelios vieno tinklo degalinės esančios tam tikrame regione.



13 pav. Autocisternų srauto pasiskirstymas paroje 2018 metais.

Vienos autocisternos pakrovimas vidutiniškai trunka 44 minutes, tačiau, dėl didelių srautų, pasitaiko atvejų, kada nuo įvažiavimo į įmonės teritoriją iki pakrovimo proceso pabaigos prabėga net 2 valandos. Taip pat pasitaiko atvejų kai susidaro ilgos autocisternų eilės prie įvažiavimo į įmonės teritoriją, taip atsitinka dėl to, kad dauguma autocisternų vairuotojų darbą pradeda ryte, kai galima būtų darbą pradėti kitu metu ir taip išskirstant vienu metu į terminalą atvykstančių autocisternų skaičių tolygiai paroje būtų išvengta prastovų tiek pačių vairuotojų darbo ir poilsio režimo požiūriu, tiek įmones atžvilgiu. Įmonei reikėtų tolygiai tarp klientų paskirstyti galimus pakrovimo laikus, nurodant, kiek ir kokio kliento autocisternų per valandą terminalas gali aptarnauti be prastovų. Autocisternų krovos trukmę detaliam matome 14 paveiksle.



**14 pav.** Autocisternų pakrovos trukmė 2018 metais.

Detaliau pažvelgus į vienos autocisternos pakrovos laiką matome, kad šis laikas susideda iš 5 etapų:

- Laikas nuo įvažiavimo į įmonės teritoriją iki pakrovimo pradžios,
- Pakrovos laikas,
- Laikas skirtas perjungti pakrovimo rankovę prie kitos autocisternos sekcijos,
- Krovinio dokumentų paruošimo laikas,
- Laikas nuo krovinio dokumentų pasirašymo iki išvažiavimo iš įmonės teritorijos.

Dažniausi nukrypimai nuo autocisternos pakrovos laiko normos susidaro tuo atveju kai dėl klientų neteisingai įvestos užsakymo informacijos nepavyksta suformuoti krovinio dokumentų valstybinės mokesčių inspekcijos informacinėje sistemoje. Taip pat autocisternos pakrovos laikas ilgėja kai vienoje ar keliose autocisternos sekcijose yra keliems skirtingiems klientams skirtas krovinys, tam yra formuojami atskiri krovos dokumentai, taip pats pylimo procesas yra stabdomas tarp kiekvieno tokios padalintos sekcijos partijos dalies pakrautam krovinio kiekiui užfiksuoti. Detali bendro pakrovos laiko sandara matoma 1 lentelėje.

Tarptautinėje praktikoje autocisternos sekcijų dalijimas į atskirus pylimus mažai taikomas, dažniausiai pakraunama pilna sekcija kiekį dalinant tik dokumentiškai, taip mažinant pakrovimo laiką.

**1 lentelė.** Autocisternų bendro vidutinio pakrovimo laiko sandara.

Laikas nuo įvažiavimo iki pakrovos pradžios	Pakrovos laikas	Sekcijų perjungimo laikas	Laikas dokumentų paruošimui	Laikas nuo pakrovos pabaigos iki išvažiavimo	Visas laikas
5	18	7	6	8	44

### 3. SKYSTŲ KROVINIŲ SRAUTO IR AUTOCISTERNŲ PAKROVIMO AIKŠTELĖS PARAMETRŲ SKAIČIAVIMO METODIKA

Šioje dalyje aprašoma metodika skirta skystų krovinių srautų prognozavimui bei terminalo parametrų skaičiuoti. Nuo krovinių srauto pasiskirstymo priklauso terminalo darbo planavimas, infrastruktūros bei suprastruktūros plėtra bei daugelis kitų veiksnių.

#### 3.1. Krovinių srauto prognozavimo metodika tiesinės regresijos metodu

Krovinių srautas yra esminis transporto sektoriaus veiklos rodiklis. Nagrinėjant skystų krovinių terminalus, būtina atsižvelgti į krovinių srautus ateityje. Įvertinus galimą krovinių kiekį, atsiranda galimybė tiksliau numatyti ir planuoti kuriamo ar norimo tobulinti, konkrečiu nagrinėjamu atveju, autocisternų pakrovimo aikštelės naudojamų talpyklų ir krovos įrangos pajėgumą.

Projektuojant terminalą, pirmiausia būtina išanalizuoti krovinių srautą, kitaip tariant, ištirti krovinių rinką, siekiant nustatyti maksimalų galimą terminalo pajėgumą (rinkos požiūriu).

Srautų statistinio prognozavimo metodai pagrįsti praeities ir esamomis sąlygomis (skaičiais) bei jų tikimybinę charakteristikų analize. Taigi galimi įvairūs prognozavimo metodai. Vienas iš prieinamiausių tyrimo metodų srautų atžvilgiu - prognozavimo metodas, kai srauto elementai yra pasiskirstę pagal normalinį dėsnį (Gauso procesas)<sup>10</sup>, palyginus su kitais prognozavimo skaičiavimo metodais šis yra tiksliausias, kadangi yra įvertinami du koeficientai  $a$  ir  $b$ .

Tiesinės regresinės analizės privalumas - parenkama kintamuosius siejanti funkcija (sudaromas modelis). Apytikslė kintamojo  $Y$  priklausomybė nuo  $X$  aprašoma lygtimi:

$$Y = bx + c \quad (1)$$

Šia lygtimi galima naudotis prognozuojant  $Y$  reikšmes.

Bendriausias tiesinis tikimybinis modelis, siejantis intervalinius kintamuosius  $Y$  ir  $X$ , atrodo taip:

$$Y = a + bX + e \quad (2)$$

čia:  $a$ ,  $b$  - nežinomos konstantos;

---

<sup>10</sup> V. Paulauskas. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla, 2004. P. 31

e - atsitiktinė paklaida (+ tai optimistinė prognozė, - tai pesimistinė prognozė).

Sudaroma regresijos koeficientų lentelė.

Konstantos a ir b apskaičiuojamos pagal šias formules<sup>11</sup>:

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum xy \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}; \quad (3)$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (4)$$

Atsitiktinė paklaida skaičiuojama pagal formulę:

$$e = \pm \sqrt{S_{\hat{a}}^2} = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2. \quad (5)$$

Tiesinės priklausomybės stiprumą charakterizuoja koreliacijos koeficientas r, apskaičiuojamas pagal formulę:<sup>12</sup>

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{s_x \cdot s_y}. \quad (6)$$

Vidutinė x vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (7)$$

Vidutinė srauto y vertė randama naudojantis formule:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j, \quad (8)$$

---

<sup>11</sup> Smailys V., Lebedevas S., Daukšas K., Juščenko N. 2007. Mokslinių tyrimų pagrindai. Klaipėda: KU leidykla.

<sup>12</sup> Puškorius S. 2001. Matematiniai metodai vadyboje. Vilnius: leidykla „TEV“.

Vidutinė kintamųjų  $\overline{xy}$  vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n x_i y_j. \quad (9)$$

Kiti nežinomieji, reikalingi koreliacijos koeficientui rasti, apskaičiuojami pagal šias formules:

$$s_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_j - \bar{y})^2}, \quad (10)$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (11)$$

Visi gauti rezultatai surašomi į regresijos koeficientų lentelę.

Koreliacijos koeficiento reikšmės tenkina nelygybę  $-1 \leq r \leq 1$ . Kuo  $|r|$  reikšmė artimesnė vienetui, tuo stipresnė koreliacija, stipresnis ryšys tarp statistinių duomenų.

Remiantis tiesinės regresijos skaičiavimo metodika, prognozuojamas srautas yra tikslesnis, dėl didesnio srauto išsibarstymo. Todėl naudojant šią skaičiavimo metodiką gaunami tikslesni rezultatai. Koreliacijos koeficientas parodo statistinių duomenų ryšio stiprumą.

Taigi atsižvelgiant į esamus ir galimus krovinių srautus bei tikimybę išlikti arba atsirasti naujiems krovinių srautams, galima planuoti terminalo plėtrą.<sup>13</sup> Kai bus nustatytas tikėtinas skystų krovinių srautas, toliau bus galima apskaičiuoti būtiną autocisternų kiekį kroviniui pervežti, maksimalų autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumą, kroviniui laikyti būtiną talpyklų kiekį, krovos įrangos kiekį bei jos pajėgumą.

### **3.2. Maksimalaus autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumo ir reikalingų pakrovimo kelių skaičiavimo metodika**

Atlikus būsimų AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės produktų srauto prognozę svarbu apskaičiuoti, kokie autocisternų aikštelės pajėgumai bus reikalingi prognozuojamam

---

<sup>13</sup> V. Paulauskas. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla, 2004. P. 30

krovinio kiekiui perkrauti. Krovinio krovai užtikrinti reikia įvertinti autocisternų pakrovimo kelių kiekį ir jų pralaidumą.

Skaičiuojant būtiną autocisternų pakrovimo kelių kiekį už pagrindą imamas vieno kelio pralaidumas per tam tikrą laiko tarpą. Dažniausiai priimamas autocisternos pakrovimo kelio pralaidumas per mėnesį.

Norint apskaičiuoti mėnesinį autocisternų kelio pralaidumą, skaičiavimai atliekami pagal formulę:

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

čia:

$D_{(1)}$  – autocisternoje vežamas krovinio kiekis;

$\alpha$  - koeficientas, kuriuo įvertinamas autocisternos krovumo išnaudojimas (paprastai  $\alpha$  imamas apie 0,9);

$k_{(met.)}$  – autocisternų pakrovimo kelio darbo laiko koeficientas, kuriuo įvertinamas prastovų laikas dėl meteorologinių veiksnių (dažniausiai priimamas 0,7, tačiau, kadangi autocisternų pakrovimo aikštelės darba meteorologines sąlygas įtakoja nežymiai priimame koeficientą 0,95);

$k_{(uz.)}$  - koeficientas, kuriuo įvertinamas autocisternų pakrovimo kelio užimtumas, atliekant pakrovimo darbus bei pagalbines operacijas (paprastai priimamas 0,75);

$t_{(1)}$  - autocisternų pakrovimo kelio užimtumo laikas (valandomis), vykdant krovos operacijas;

$t_{(pag.)}$  - autocisternų pakrovimo kelio užimtumo laikas (valandomis), vykdant pagalbines operacijas autocisternos pakrovimo metu.<sup>14</sup>

Autocisternų pakrovimo kelio užimtumo laikas, kol vykdomos krovos operacijos, apskaičiuojamas pagal formulę:

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

čia:

$M_{(1)}$  - projektinė autocisternos pakrovos valandinė norma (skaičiuojama pagal pakrovimo rankovės darbo intensyvumą, t/h).

Nustačius vidutinį bendrą autocisternų aikštelėje per mėnesį perkraunamų krovinų kiekį  $\sum Q_{(m\acute{e}n.)}$ , galime apsiskaičiuoti būtiną autocisternų pakrovimo kelių skaičių, kuris skaičiuojamas pagal formulę:

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

<sup>14</sup> Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt., 2001. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla.

### 3.3. Autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo skaičiavimo metodika

Norint nustatyti ar terminalo, o šiuo atveju jo dalies, tai yra autocisternų pakrovimo aikštelės technologinė įranga ir darbo organizavimo principai atitinka poreikius, būtina nustatyti faktinį autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo panaudojimą. Jei potencialo panaudojimo koeficientas artėja prie 1 reiškia, kad autocisternų pakrovimo aikštelė artėja prie savo maksimalių galimybių. Potencialo panaudojimo koeficientas įvertina visų autocisternų pakrovimo aikštelės naudojamų technologinių ir informacinių priemonių komplekso išnaudojimą, atskirų terminalo dalių potencialo išnaudojimas šiame darbe nėra vertinamas.

Potencialo panaudojimo koeficientas skaičiuojamas palyginant maksimalų įmanomą terminalo krovinių pralaidumą su faktiniu.

Autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo panaudojimas skaičiuojamas pagal formulę:

$$E = \frac{Q(\text{faktinis})}{Q(\text{maksimalus})} \cdot 100\%; \quad (15)$$

čia:

$E$  – autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo panaudojimo koeficientas.

$Q(\text{faktinis})$  – faktiškai aptarnautų autocisternų kiekis per parą.

$Q(\text{maksimalus})$  – teorinis įmanomas aptarnauti autocisternų kiekis per parą vertinant tik technologinių įrenginių pajėgumą.

$Q(\text{maksimalus})$  randamas pagal formulę:

$$Q(\text{maksimalus}) = \frac{24 \cdot 60}{T} \quad (16)$$

čia:

24 – valandų skaičius paroje.

60 – minučių skaičius valandoje.

$T$  – vidutinis vienos autocisternos pakrovos laikas.

Norint įvertinti teorinį autocisternų pakrovimo aikštelės krovos pajėgumą, reikia paskaičiuoti per kokį laiką yra pakraunama viena autocisterna.

Autocisternos pakrovos laikas susideda iš šių dedamųjų:

$t_1$  – laikas nuo autocisternos įvažiavimo į įmonės teritoriją iki krovos pradžios;

$t_2$  – krovos laikas;

$t_3$  – laikas reikalingas autocisternos talpos sekcijų perjungimui;

$t_4$  – laikas nuo pakrovos pabaigos iki krovinio dokumentų paruošimo;

$t_5$  – laikas nuo dokumentų pasirašymo iki autocisternos išvykimo.

Taigi bendras teorinis vienos autocisternos pakrovos laikas skaičiuojamas pagal formulę:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (17)$$

## **4. UAB „KLAIPĖDOS NAFTA“ AUTOCISTERNŲ PAKROVIMO AIKŠTELĖS KROVINIŲ SRAUTO IR TERMINALO PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI**

Šioje dalyje nagrinėjami AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės parametrai. Bus atliekama skystų krovinių srautų prognozė naudojant tiesinės regresijos prognozavimo metodą, skaičiuojami aikštelės pralaidumas prognozuojamam krovinių srautui aptarnauti, nustatomas reikalingas pakrovimo kelių kiekis bei esamos infrastruktūros išnaudojimo efektyvumas.

### **4.1. Krovinių srauto AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje prognozavimas**

Analizuojant terminalą, svarbu išnagrinėti ar projektuojant talpyklas, pakrovimo kelius ir įrangą buvo teisingai paskaičiuotas perspektyvinis krovinių srautas. Krovinių srautai yra pagrindinis transporto sistemos funkcionavimo veiksnys, todėl norint sužinoti ar įmonė perspektyvi turi būti atliekamas krovinių srauto prognozavimas. Prognozuojant skystų krovinių srautą reikia žinoti šio krovinio kiekio kitimo tendencijas per paskutinius 10 metų. Skaičiavimams atlikti naudojami AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje perkrautų krovinių kiekių duomenys (2 lentelė.). Remiantis 2010 – 2019 metų statistika bus prognozuojamas autocisternų pakrovimo aikštelės krovinių srautas 10 metų, t. y. 2029 metams.

**2 lentelė.** Autocisternų pakrovimo aikštelėje perkrautų krovinių kiekis mln. l.

Metai	Krovinio kiekis mln.l.
2010	31.1
2011	77.3
2012	85.4
2013	72.1
2014	124.6
2015	179.7
2016	231.9
2017	364.0
2018	446.3
2019	494.3

Atlikus skaičiavimus, atsiras galimybė palyginti esamus terminalo parametrus su reikiamais, išaugus krovinių srautui.

**3 lentelė.** Regresijos koeficientų lentelė.

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i \cdot y_i$
1	31.1	1	967.2	31.1
2	77.3	4	5975.3	154.6
3	85.4	9	7293.2	256.2
4	72.1	16	5198.4	288.4
5	124.6	25	15525.2	623.0
6	179.7	36	32292.1	1078.2
7	231.9	49	53777.6	1623.3
8	364.0	64	132496.0	2912.0
9	446.3	81	199183.7	4016.7
10	494.3	100	244332.5	4943.0
$\sum x_i = 55$	$\sum y_i = 2106,70$	$\sum x_i^2 = 385$	$\sum y_i^2 = 697041,1$	$\sum x_i \cdot y_i = 15926,5$

Pagal 3 formulę apskaičiuojama nežinoma konstanta a:

$$a = \frac{2106,7 \cdot 385 - 15926,5 \cdot 55}{10 \cdot 385 - 55^2} = -78,64$$

Konstanta b apskaičiuojama pagal 4 formulę:

$$b = \frac{10 \cdot 697041,1 - 55 \cdot 2106,7}{10 \cdot 385 - 55^2} = 52,6$$

Ieškomieji kintamųjų vidurkiai  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\overline{xy}$  apskaičiuojami naudojantis 7, 8, 9 formulėmis:

$$\bar{x} = \frac{1 + 2 + \dots + 10}{10} = 5,5$$

$$\bar{y} = \frac{31,1 + 77,3 + \dots + 494,3}{10} = 210,7$$

$$\overline{xy} = \frac{1 \cdot 31,1 + 2 \cdot 77,3 + \dots + 10 \cdot 494,3}{10} = 1592,65$$

Koreliacijos koeficientui nustatyti reikalingi parametrai  $s_x$ ,  $s_y$  apskaičiuojami pagal 11 ir 10 formules:

$$s_x = \sqrt{\frac{(1 - 5,5)^2 + (2 - 5,5)^2 + \dots + (10 - 5,5)^2}{10}} = 2,87$$

$$s_y = \sqrt{\frac{(31,1 - 210,7)^2 + (77,3 - 210,7)^2 + \dots + (494,3 - 210,7)^2}{10}} = 159,13$$

Tiesinės priklausomybės stiprumą charakterizuoja koreliacijos koeficientas, kuris apskaičiuojamas remiantis 6 formule:

$$r = \frac{1592,65 - 5,5 \cdot 210,7}{2,87 \cdot 159,13} = 0,95$$

Gautas koreliacijos koeficientas  $r = 0,95$  tenkina sąlygą ir parodo, kad tarp kintamųjų yra stiprus teigiamas koreliacijos ryšys.

Toliau atsitiktinė paklaida  $e$  randama naudojantis 5 formule:

$$e = \pm \sqrt{\frac{(31,1 - 210,7)^2 + (77,3 - 210,7)^2 + (494,3 - 210,7)^2}{10 - 1}} = \pm 167,74$$

Tada remiantis 1 formule apskaičiuojamas skystų krovinių srautas AB „Klaipėdos Nafta“ 2029 metais:

$$Y_{2029} = Q_{2029} = -78,64 + 52,6 \cdot 20 = 500 \text{ mln. l.}$$

Turint atsitiktinę paklaidą, apskaičiuojama AB „Klaipėdos Nafta“ optimistinė bei pesimistinė skystų krovinių srautų prognozės 2029 metams:

$$Y_{opt2029} = Q_{opt2029} = 500 + 167,74 = 667,74 \text{ mln. l.}$$

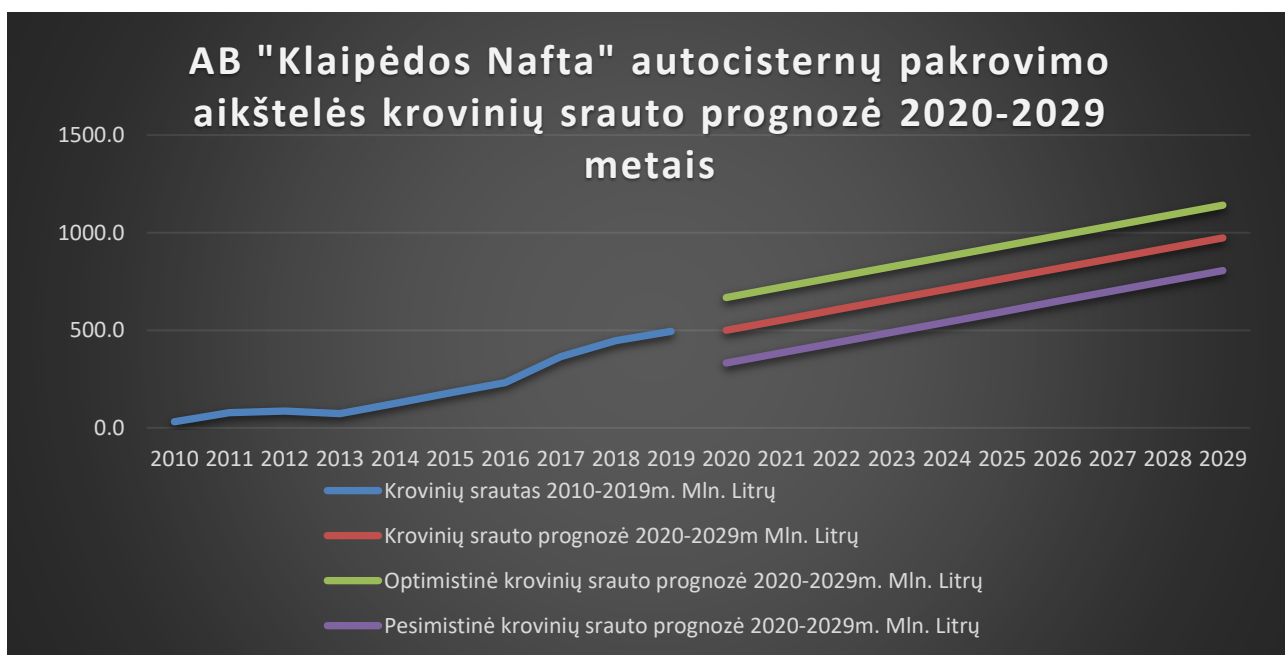
$$Y_{pes2029} = Q_{pes2029} = 500 - 167,74 = 332,26 \text{ mln. l.}$$

Kitų metų burių trąšų srautai  $Q_i$  apskaičiuoti analogiškai ir pateikti 4 lentelėje.

**4 lentelė.** Skystų krovinių srauto prognozė AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje iki 2029 metų, mln. l.

Metai	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Prognozuojamas srautas	500	552,6	605,2	657,8	710,4	763	815,6	8682	920,8	973,4
Optimistinis srautas	667,7	720,3	772,9	825,5	878,1	930,7	983,3	1035,9	1088,5	1141,1
Pesimistinis srautas	332,2	384,8	437,4	490	542,6	595,3	647,9	700,5	753,1	805,7

Remiantis 4 lentelės duomenimis sudaromas prognozuojamas skystų krovinių srauto augimo grafikas, pavaizduotas 15 paveiksle:



**15 pav.** Prognozuojamas skystų krovinių srautas AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje.

Naudojant tiesinės regresijos metodą ir AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės 2010 – 2019 metų krovos duomenis, atlikta skystų krovinių srauto prognozė (žr. 3 lentelė). Įvertinus gautus rezultatus ir atsižvelgus į tai, kad ekonominė ir politinė situacija nesikeis, pastebėta, kad krova kiekvienais metais augs ir 2029 metais gali išaugti daugiau negu dvigubai, žvelgiant į optimistinę prognozė – 1141,1 mln. litrų. Tokį augimą įtakoja auganti ekonomika, žmonių vartojimas ir kt.

## 4.2. Maksimalaus autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumo ir reikalingų pakrovimo kelių skaičiavimo metodika

Norint apskaičiuoti mėnesinį autocisternų pakrovimo aikštelės pralaidumą aptarnaujant standartinio dydžio autocisternas ( $35\text{m}^3$ ), pirmiausia skaičiuojamas pakrovimo kelio užimtumo laikas, naudojant 13 formulę. Laikome, jog krovos norma  $2000\text{ l/min}$ :

$$t_l = \frac{35000 \cdot 0,9}{120000} = 0,26 \text{ val.}$$

Toliau, mėnesinis vieno pakrovimo kelio pralaidumas randamas taikant 12 formulę :

$$Q_{(m\acute{e}n)} = \frac{720 \cdot 35000 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,75}{0,26 + 0,35} = 19\,440\,000 \text{ l.}$$

Tada metinis vieno pakrovimo kelio pralaidumas sudaro:

$$Q_{(metinis)} = 19\,440\,000 \cdot 12 = 233\,280\,000 \text{ l}$$

Norint nustatyti reikalingą minimalų pakrovimo kelių skaičių naftos produktus į autocisternas krauti 2029 metais, naudojama 14 formulė:

$$n = \frac{973\,400\,000}{233\,280\,000} = 4,17 \approx 4 \text{ pakrovimo keliai}$$

Analogiškai paskaičiuojame reikalingą pakrovimo kelių skaičių optimistiniu ir pesimistiniu prognozuojamų krovinių srautų atvejais.

$$n(opt) = \frac{1\,141\,100\,000}{233\,280\,000} = 4,89 \approx 5 \text{ pakrovimo keliai}$$

$$n(pesim) = \frac{805\,700\,000}{233\,280\,000} = 3,45 \approx 4 \text{ pakrovimo keliai}$$

Atlikus skaičiavimus matome, kad pesimistinių prognozių pasitvirtinimo atveju esamų autocisternų pakrovimo aikštelės pajėgumų pakanka prognozuojamiems krovinių srautams

aptarnauti. Pasitvirtinus realistinėms krovinių srauto prognozėms esamų pajėgumų nepakanka, tačiau nežymiai padidėjus krovinių srautui dėl sezoniškumo gali iškilti problemų norint šį srautą aptarnauti be prastovų. Išsipildžius optimistinėms krovinių srauto prognozėms esamų autocisternų pakrovimo aikštelės pajėgumų nepakanka padidėjusiam krovinių srautui aptarnauti, reikėtų papildomai įrengti penktą pakrovimo kelią.

### 4.3. Autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo skaičiavimas

AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo skaičiavimuose naudosime 1 lentelėje pateikiamus autocisternos pakrovimo laikus.

Iš 1 lentelės imame vienos autocisternos vidutinį pakrovimo laiką, tai yra 44 minutės, ir pagal 16 formulę skaičiuojame projekcinį terminalo vieno pakrovimo kelio pajėgumą.

$$Q_{(\text{maksimalus})} = \frac{24 \cdot 60}{44} = 33 \text{ autocisternos per parą.}$$

Radus teoriškai įmanomą aptarnauti autocisternų skaičių per parą ir turėdami 2018 metų statistinius duomenis, kurie teigia, kad vidutinis faktiškai aptarnautų autocisternų skaičius yra 53 autocisternos per parą, galime įvertinti autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo koeficientą. Koeficientui apskaičiuoti naudojame 15 formulę:

$$E = \frac{53}{4 \cdot 33} \cdot 100\% = 40,5\%$$

Apskaičiavus autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo koeficientą ir įvertinę tai, kad didžioji į terminalą atvykstančių autocisternų dalis susikaupia darbo dienos pradžioje, matome, kad vykdydami palyginti nedaug krovos nakties metu ir savaitgaliais tiek autocisternų pakrovimo aikštelės klientai, tiek pati įmonė sudaro palankias sąlygas prastovų atsiradimui. Įmonei šiuo atveju būtų tikslinga apsvarstyti skirtingu pakrovimo įkainių taikymo politika pabranginant perkrovimo operacijų kainas piko metu ir atpiginant ne piko metu ir savaitgaliais.

**5 lentelė.** AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų aikštelės potencialo analizė.

Projektinis 1 kelio pajėgumas (A/C per parą)	Projektinis aikštelės pajėgumas (A/C per parą)	A/C Krova per parą 2018m	Potencialo išnaudojimas 2018m (%)
33	131	53	40,5

## IŠVADOS

1. Ištyrus AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelė krovinių srautų dinamika, nustatyta, kad krovinių srautas per paskutinius 10 metų nuolat augo, didėjo perkraunamų produktų įvairovė ir aptarnaujamų autocisternų skaičius.
2. Ištyrus AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelėje pakraunamų autocisternų kiekių pasiskirstymus paros, savaitės, mėnesių ir metų laikotarpiais nustatyti autocisternų krovos intensyvumo pikai. Nustatyta, kad dienos metu yra du intensyvios krovos pikai, tai yra rytinis ir popietinis pikai, kuriuos nulemia antram ir trečiam reisams grįžtančios autocisternos. Savaitės atžvilgiu srautas stabilus, stebimas ženklus sulėtėjimas savaitgaliais. Metų bėgyje autocisternų krovos intensyvumo pikus nulemia žemės ūkio poreikiai. Dienos intensyvumo pikus rekomenduojama kontroliuoti įvedant skirtingų pakrovos įkainių politiką.
3. Naudojant tiesinės regresijos metodą ir AB „Klaipėdos Nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės 2010 – 2019 metų krovos duomenis, atlikta skystų krovinių srauto prognozė. Įvertinus gautus rezultatus ir atsižvelgus į tai, kad ekonominė ir politinė situacija nesikeis, pastebėta, kad krova kiekvienais metais augs ir 2029 metais gali išaugti daugiau negu dvigubai, žvelgiant į optimistinę prognozę – 1141,1 mln. litrų. Tokį augimą įtakoja auganti ekonomika, žmonių vartojimas ir kt.
4. Atlikus AB „Klaipėdos nafta“ autocisternų pakrovimo aikštelės maksimalaus pralaidumo skaičiavimus nustatyta, kad autocisternų pakrovimo aikštelė per metus gali perkrauti 933,1 mln. litrų krovinių, todėl pesimistiniu krovinių srauto prognozių pasitvirtinimo atveju (805,7 mln. litrų per metus) esamų autocisternų pakrovimo aikštelės pajėgumų pakanka prognozuojamiems krovinių srautams aptarnauti. Pasitvirtinus realistinėms krovinių srauto prognozėms (973,4 mln. litrų per metus) esamų pajėgumų pakanka, tačiau nežymiai padidėjus krovinių srautui dėl sezoniškumo gali iškilti problemų norint šį srautą aptarnauti be prastovų. Išsipildžius optimistinėms krovinių srauto prognozėms (1141,1 mln. litrų per metus) esamų autocisternų pakrovimo aikštelės pajėgumų nepakanka padidėjusiam krovinių srautui aptarnauti, reikėtų papildomai įrengti penktą pakrovimo kelią.
5. Apskaičiavus autocisternų pakrovimo aikštelės maksimalų pralaidumą nustatyta, kad autocisternų pakrovimo aikštelė, naudodama 4 pakrovimo kelius, per parą gali aptarnauti 132 autocisternas.
6. Apskaičiavus autocisternų pakrovimo aikštelės potencialo išnaudojimo koeficientą nustatyta, kad aikštelė išnaudoja 40,5% savo technologinio komplekso pajėgumų.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Baublys A. Transporto sistema. Vilnius. 1996. 188 psl.
2. Baublys A., Krovinių vežimai. Vilnius: Technika. 2016.
3. Baublys A., Petrauskas B. Transporto terminalai. Vilnius. 2002. 284 psl.
4. Baublys, A., Vasilis Vasiliauskas A. Transporto infrastruktūra. Vilnius. 2005
5. A. Jaržemskis, V. Jaržemskis. Krovininis transportas. 2014. 264 psl.
6. Paulauskas V. Uostų valdymas ir logistika. Klaipėda: Klaipėdos universitetas. 1998
7. Paulauskas V. Uostų plėtra. Klaipėda: KU leidykla, 2000. 285 psl.
8. Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla, 2001. 254 psl.
9. Paulauskas V., Lukauskas V., Plačienė B., Magistro mokslinio ir baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai. Klaipėda: KU leidykla. 2014. 32 psl.
10. Paulauskas V. Srautų tyrimo metodika. Klaipėda: KU leidykla, 2002. 31 psl.
11. Paulauskas V. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla, 2004. 381 psl.
12. Paulauskas V. Optimalus uostas. Klaipėda: KU leidykla, 2011. 318 psl.
13. Paulauskas V. Logistika. Klaipėda: KU leidykla, 2007. 285 psl.
14. Smailys V., Lebedevas S., Daukšas K., Juščenko N. 2007. Mokslinių tyrimų pagrindai. Klaipėda: KU leidykla. 180 psl.
15. Puškorius S. 2001. Matematiniai metodai vadyboje. Vilnius: leidykla „TEV“. 368 psl.
16. Belova J., Mickienė R. 2012. Uosto veiklos valdymas: ekonominis aspektas. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla;
17. Palšaitis R. Šiuolaikinė logistika. Vilnius: Technika, 2010. 336 psl.
18. Liutikas V. Šeštokas V., Zujus J. Mokslinių tyrimų pagrindai. Vilnius. 1987. 223 psl.
19. Minalga R. Aprūpinimo logistika. Mykolo Romerio universiteto Leidybos centras, Vilnius 2008. 265 psl.
20. Minalga R. Tarptautinė logistika. Vilnius. 2004. 159 psl.
21. Garalis A. Logistika: bendrieji pagrindai. Šiaulių universiteto leidykla. Šiauliai. 2003. 121 psl.
22. Urbonas J.A. Tarptautinė logistika. Technologija. Kaunas. 2004. 267 psl.
23. Bazaras D. Įvadas į logistiką: mokomoji knyga. Technika. Vilnius. 2005.
24. Meidutė I., Vasilis A. Sandėliavimo logistika. Vilnius. 2007.
25. Popovas V. Įmonių logistikos valdymo loginės struktūrinės schemas: mokomoji knyga. Klaipėda. 2011. 66 psl.
26. Chistopher M. Logistika ir tiekimo grandinės valdymas.

27. Tsinker G. P. 2004. Port Engineering.
28. Chris Hinkin. Introduction to Petroleum Economics. SPE 2017
29. Manfred Grathwohl. World Energy Supply. Resources - Technologies – Perspectives. De Gruyter, Inc. 2018.
30. James G. Speight, Luca Fantacci, and James G. Speight. An Introduction to Petroleum Technology, Economics, and Politics. John Wiley & Sons, Incorporated. 2011.
31. Draffin, Nigel; Bankes hughes, Llewellyn and more. Introduction to Bunkers Operations. Petrosport 2009.
32. CCPS. Guidelines for Siting and Layout of Facilities. American Institute of Chemical Engineers. 2018 balandžio 24.
33. Haight, Joel M. John Wiley & Sons, Incorporated. Handbook of Loss Prevention Engineering. John Wiley & Sons, Incorporated. 2013 balandžio 1.
34. Europe Standard, 2003
35. Коршак А.А. Современные средства сокращения потерь бензинов от испарения. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001 г.
36. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. 1981. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. – М.: Недра
37. Мельников, И. П. 1983. Металлические конструкции. – Москва: Стройиздат, 421с.
38. Цегельский В.Г., Ермаков П.Н., Спиридонов В.С., 2001. Защита атмосферы от выбросов углеводородов из резервуаров для хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов.
39. Mohammad Torkjazi, Nathan Huynh, Samaneh Shiri. Truck appointment systems considering impact to drayage truck tours. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Numeris 116, 2018 rugpjūtis, Puslapiai 208-228.
40. Mai-Ha Phan, Kap Hwan Kim. Negotiating truck arrival times among trucking companies and a container terminal. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Numeris 75, 2015 kovas, Puslapiai 132-144.
41. Leonardo Salsano de Assis, Eduardo Camponogara, Bernardo Zimberg, Enrique Ferreira, Ignacio E. Grossmann. A piecewise McCormick relaxation-based strategy for scheduling operations in a crude oil terminal. Computers & Chemical Engineering. Numeris 106. 2017 lapkričio 2. Puslapiai 309-321.
42. Alireza Bahadori. Essentials of Oil and Gas Utilities, Skyrius 11: Loading and unloading facilities. 2016. Puslapiai 489-511.
43. Trevor Kletz. What Went Wrong? Skyrius 13: Tank Trucks and Cars. 2009, Puslapiai 237-245.

44. P. R. Basak, Sangeeta Baksi, Soumitra Biswas, N. G. Nair, R. Raman. Filament wound tanker on the road in India. *Reinforced Plastics*. Numeris 52, leidimas 6, 2008 birželis, Puslapiai 36-38.
45. W. D. Rees. Static hazards during the top loading of road tankers with highly insulating liquids: Flow rate limitation proposals to minimize risk. *Journal of Electrostatics*. Numeris 11, leidimas 1. 1981 liepa. Puslapiai 13-25.
46. Sameh M Saad, Elganidi H Elsaghier, David Ezaga. Planning and optimising petroleum supply chain. *Procedia Manufacturing*. Numeris 17, 2018. Puslapiai 803-810.
47. Chi Zhang, Jiasha Fu, Zhengning Pu. A study of the petroleum trade network of countries along “The Belt and Road Initiative”. *Journal of Cleaner Production*. Numeris 222. 2019 birželio 10. Puslapiai 593-605.
48. Kisialiou, Yauheni; Gribkovskaia, Irina; Laporte, Gilbert. Supply vessel routing and scheduling under uncertain demand. *Transportation Research: Part C*. 2019 liepa, Nr. 104, puslapiai 305-316.
49. Bento, Joe; Cahill, Chris. New logistics era for oil patch. *Offshore*. 2003 rugsėjis, Nr. 63 Leidimas 9, puslapis 108.
50. Bumpass, Donald; Douglas, Christopher; Ginn, Vance; Tuttle, M.H. Testing for short and long-run asymmetric responses and structural breaks in the retail gasoline supply chain. *Energy Economics*. 2019 rugsėjis, Nr. 83, puslapiai 311-318..
51. Adewuyi, Adeolu O. Determinants of import demand for non-renewable energy (petroleum) products: Empirical evidence from Nigeria. *Energy Policy*. 2016 rugpjūtis, Nr. 95, puslapiai 73-93.
52. Arpan Rijal, Marco Bijvank, René de Koster. Integrated scheduling and assignment of trucks at unit-load cross-dock terminals with mixed service mode dock doors. *European Journal of Operational Research*, Numeris 278, leidimas 3, 2019 Lapkričio 1, Puslapiai 752-771.
53. Giorgi Tadumadze, Nils Boysen, Simon Emde, Felix Weidinger. Integrated truck and workforce scheduling to accelerate the unloading of trucks. *European Journal of Operational Research*. Numeris 278, leidimas 1, 2019 Spalio 1, Puslapiai 343-362.
54. Sigrid Knust, Elisabeth Schumacher. Shift scheduling for tank trucks. *Omega*. Numeris 39, leidimas 5. October 2011. Puslapiai 513-521
55. Vivas, Renato de Castro; Sant'Anna, Angelo Márcio O.; Esquerre, Karla P.S. Oliveira; Freires, Francisco Gaudêncio M. Integrated method combining analytical and mathematical

models for the evaluation and optimization of sustainable supply chains: A Brazilian case study. Computers & Industrial Engineering. 2020 sausis, Nr.. 139.

56. AB „Klaipėdos Nafta“ . Prieiga per internetą: kn.lt

57. AB „Klaipėdos Nafta“ vidiniai apskaitos dokumentai.

58. UAB Krovinių terminalas. Prieiga per internetą:  
[<http://terminal.lt/terminalo+kompleksas,41.html>]