

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Deimantė Rupšlaukienė

**ŠIUOLAIKINIŲ INOVACIJŲ KONTEINERIŲ
TERMINALUOSE TYRIMAI**

Laivybos ir uostų inžinerijos studijų programos

Magistro baigiamasis darbas

Klaipėda, 2019

BAKALAURO IR MAGISTRO BAIGIAMŲJŲ DARBŲ LYDRAŠČIO FORMA

Pildo bakalauro/magistro baigiamojo darbo autorius

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

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

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

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

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

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

Pildo bakalauro/magistro baigiamojo darbo vadovas

Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
(data)

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

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, administratorius (sekretorius)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje

.....
(data)

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

Pildo katedros, kuriojančios studijų programą, vedėjas

Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
(data)

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

Recenzentu(-ais) skiriu

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

.....
(data)

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

SANTRAUKA

Rupšlaukienė D. Šiuolaikinių inovacijų konteinerių terminaluose tyrimai. Laivybos ir uostų inžinerijos magistro studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovė doc. Dr. B. Plačienė, Klaipėdos universitetas: Klaipėda, 2019. – 75 p. Raktažodžiai: konteinerių terminalai, Klaipėdos uostas, automatizacija, perspektyvos, prognozuojami srautai.

Šiame darbe apžvelgtos įvairios konteinerių rūšys, jų krovos technika, sandėliavimo galimybės, terminalų struktūra. Išanalizuoti esami konteinerių srautai visuose Baltijos jūros uostuose ir konkrečiai, Klaipėdos uosto kompanijoje „Klaipėdos Smeltė“, nustatyta, kada konteinerių krova viršys 1 mln. TEU ribą.

Darbe nagrinėjama „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalo galimybė aptarnauti 1 mln. TEU ir didesnę kiekį krovinių per metus, nustatytas reikalingas bendras krantinių ilgis, reikiamas kiekis laivų numatytam kroviniui. Analizuojami navigacinio kanalo parametrai (plotis, gylis, apsisukimo baseinai), nustatytas esamas krantinių pralaidumas, krovos įrangos našumas, konteinerių sandėliavimo galimybės.

Įvertinus visus reikiamus parametrus apskaičiuota kaip pasikeistų krovos darbų našumas, krantinių pralaidumas, reikiamų krantinių skaičius automatizavus visą konteinerių krovos įrangą.

SUMMARY

Rupšlaukienė D. Research on Modern Innovations in Container Terminals. Shipping and Port Engineering master's degree program thesis. Academic supervisor doc. Dr. B. Plačienė, Klaipėda university: Klaipėda, 2019. – 75 p. Key words: container terminals, Klaipėda seaport, automatization, perspectives, forecast of cargo.

Various types of containers, their handling equipment, storage possibilities, terminal structure were reviewed in this work. Existing container flows in all Baltic Sea ports and, in particular, Klaipėda port company „Klaipėdos Smelte“ have been analyzed, and established when container handling will exceed 1 mln. TEU limit.

Analyzed „Klaipėdos Smelte“ Container Terminal possibilities to handling 1 mln. TEU and more container cargo per year; the total length of quays, required number of quays, number of ships for the 1 mln. TEU per year was calculated.

The parameters of the navigation channel (width, depth, rotation pools), the productivity of the loading equipment, the storage possibility was analyzed.

Finally, after evaluating all the necessary parameters was found value of automated container terminals, calculated how it will affect container flows.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Konteinerių masės rodikliai.....	13
2 lentelė. Konteinerių tipai pagal jų išorės ir vidaus matmenis	14
3 lentelė. Konteinerių srautų statistiniai duomenys, TEU.....	19
4 lentelė. Automatizuoti ir pusiau automatizuoti terminalai.....	22
5 lentelė. Konteinerių terminalo automatizavimo privalumai ir trūkumai.....	24
6 lentelė. Konteinerių terminalo automatizacijos iššūkiai.....	25
7 lentelė. Reikalingo teritorijos ploto parametrų reikšmės.....	34
8 lentelė. Prognozavimo netolygumo koeficientų reikšmės.....	38
9 lentelė. BVP prieaugio rodikliai.....	40
10 lentelė. Krovos darbų našumo įvertinimas.....	43
11 lentelė. Krantinių Nr. 82-96 parametrai.....	47

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Konteinerių tvarkymas.....	12
2 pav. Shanghai konteinerių terminalas.....	15
3 pav. "Klaipėdos Smeltė" konteinerių terminalas.....	18
4 pav. Antverpeno konteinerių terminalas.....	22
5 pav. ARMG tipo konteinerių kranas.....	26
6 pav. CARMG tipo kranas.....	27
7 pav. Automatizuotas vežimėlis horizontaliam konteinerių judėjimui aikštelėse.....	28
8 pav. Daugiakriterio prognozavimo koeficientas.....	40
9 pav. Linijinė ir daugiakriterė konteinerių srauto prognozė.....	41
10 pav. 1 mln. TEU daugiakriterės prognozės grafinė išraiška.....	42
11 pav. 1 krantinės pralaidumo palyginimas su prognozuojamais krovinių srautais.....	45
12 pav. Laivų švartavimosi schema prie krantinių.....	46
2 pav. Reikalingo teritorijos ploto santykinė priklausomybė nuo konteinerių saugojimo laiko	49
3 pav. Laivo ilgio ir pločio santykinė priklausomybė	52
15 pav. Konteinerių pakrovimas/iškrovimas naudojant automatizuotą krovos įrangą.....	54
16 pav. Darbo sąnaudų priklausomybė nuo atsiperkamumo per metus.....	55

TURINYS

ĮVADAS	8
1. TYRIMO APŽVALGA	9
2. KONTEINERIŲ KROVOS METODŲ IR TERMINALŲ SITUACIJOS ANALIZĖ JŪRŲ UOSTUOSE	12
2.1. Konteinerių klasifikacija ir konteinerių terminalų struktūra	12
2.2. Klaipėdos Smeltės konteinerių terminalas	17
2.3. Konteinerių krovos technologijų analizė	19
2.4. Autonominis konteinerių terminalas	21
2.5. Techninė įranga automatizuotame konteinerių terminale.....	25
3. KONTEINERIŲ KROVOS TERMINALŲ PARAMETRŲ TYRIMŲ METODIKA	29
3.1. Daugiakriterinė konteinerių srautų prognozavimo metodika.....	29
3.2. Konteinerių terminalo krantinių parametrų skaičiavimo metodika	32
3.3. Konteinerių saugojimo aikštelių sandėliavimo galimybių nustatymo metodika	33
3.4. Didžiausio laivo, galinčio įplaukti į Klaipėdos uostą, parametrų skaičiavimų metodika.	36
3.5. Konteinerių terminalo automatizacijos poveikio įvertinimo metodika.....	37
4. KONTEINERIŲ KROVOS TERMINALŲ PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI	38
4.1. Daugiakriterinė konteinerių srautų prognozavimo metodika.....	38
4.2. Konteinerių krovos pajėgumų skaičiavimai.....	43
4.3. Konteinerių saugojimo aikštelių sandėliavimo galimybių skaičiavimai	48
4.4. Maksimalių laivo parametrų Klaipėdos uoste skaičiavimai	51
4.5. Konteinerių terminalo automatizacijos poveikio skaičiavimai.....	53
IŠVADOS	56
LITERATŪRA	58
PRIEDAI	61

IVADAS

Šiuolaikinis jūrų transportas gali pervežti įvairius krovinius, tarp kurių ir kroviniai konteineriuose, kurie pervežami specialiai konteineriams skirtais laivais. Vežimai konteineriais – pats šiuolaikiškiausias ir ekonomiškiausias vežimų būdas, naudojamas tiek vietiniams, tiek ir tarptautiniams vežimams.

Konteinerių panaudojimas leidžia mažinti vežimų savikainą ir didinti jų našumą. Konteinerių vežimo transportinis procesas yra sudarytas iš šių veiksmų: tuščio konteinerio pateikimas, konteinerio užpildymas krovinium, konteinerio pakrovimas ir vežimas, konteinerio nuėmimas, konteinerio iškrovimas ir konteinerio pakrovimas ir grąžinimas į pradžios punktą.

Konteinerių perkrovimui naudojama kelių rūšių krovos įranga, bet norint efektyviau išnaudoti uosto terminalo krovimo technologijas, pakelti terminalo įrenginių autonomiškumo lygį vykdant krovimo darbus, nemažinant krovimo efektyvumo, taupant energiją dauguma uostų siekia automatizuoti konteinerių terminalus.

Darbo tikslas: Atlikti konteinerių krovos srautų analizę Klaipėdos uoste, išsiaiškinti, kokie yra Klaipėdos uosto konteinerių krovos terminalų pajėgumai ir automatizavimo galimybės.

Darbo uždaviniai:

1. Apskaičiuoti, kada Klaipėdos Smeltės konteinerių terminale konteinerių srautas viršys 1 mln. TEU ribą.
2. Išanalizuoti reikalingus konteinerių terminalų parametrus prognozuojamam konteinerių srautui Klaipėdos uoste aptarnauti.
3. Išanalizuoti, ar Klaipėdos uostas yra pajėgus aptarnauti atitinkamą kiekį laivų, kurie reikalingi prognozuojamam konteinerių srautui pervežti.
4. Nustatyti, kokių maksimalių parametrų laivus gali aptarnauti uostas, remiantis įplaukos kanalo parametrais.
5. Išanalizuoti konteinerių terminalo privalumus automatizavus krovos įrangą.

Šiame darbe atliekama esamo konteinerių srauto analizė Klaipėdos uoste ir apskaičiuojama konteinerių srauto prognozė Klaipėdos uoste. Išanalizavus prognozuojamą konteinerių srautą, numatomi reikiami uosto techniniai parametrai, leidžiantys uostui produktyviausiai funkcionuoti. Įvertinus esamus ir reikiamus krantinių, kanalo bei kitus parametrus – nustatoma, kaip konteinerių terminale gali būti pasiekiamas dar didesnis efektyvumas jį automatizavus.

1. TYRIMO APŽVALGA

Tyrimo apžvalgoje yra pateikiami visi literatūros šaltiniai, naudoti rengiant baigiamąjį darbą.

Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. 2001. Uosto technologija. Klaipėda – šiame leidinyje yra pateikta metodinė medžiaga, leidžianti detaliam išanalizuoti konteinerių terminalų struktūrą, naudojamą krovos įrangą ir būdus, kuriais su atitinkama įranga sandėliuojami konteineriai. Vadovėlyje pateikta medžiaga, kurią naudojant galima atlikti krantinių pralaidumo ir užimtumo skaičiavimus.

Paulauskas V. 2004. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda – knygoje pateikiama informacija apie uosto terminalo planavimą, plėtros galimybių tyrimą. Nagrinėjamos techninės ir technologinės terminalo sąlygos, susijusios su terminalo krovos darbų technologijomis. Analizuojamas terminalų ir krovinių išdėstymas prie krantinės, krovinių terminalo technologinės schemos, pateikiami reikiamos technikos bei įrangos skaičiavimo būdai kraunant konkrečius krovinius.

Paulauskas V. 2015. Jūrų transporto plėtra. Klaipėda – monografijoje tiriamos jūrų transporto plėtros sąlygos ir procesai. Aptariamos jūrų transporto plėtros tendencijos ir kylančios problemos. Aptariami krovinių srautų formavimo principai ir pateikta metodika, skirta linijiniams krovinių srauto prognozavimui po atitinkamo laiko tarpo. Naudojantis pateiktais praktiniais skaičiavimais, galima nustatyti krovinių srauto intensyvumą po tam tikro laikotarpio.

Vasiliauskas V. A. 2013. Krovinių vežimo technologijos. Klaipėda. Vadovėlyje pateikiama medžiaga apie krovinių vežimo technologijas, pagrindinius krovinių vežimo organizavimo aspektus. Aptariama, kas yra krovinytis ir kokie veiksniai veikia krovinių vežimo metu, analizuojama, kaip parenkama transporto priemonė ir užtikrinamas sklandus transportavimo procesas. Vadovėlyje plačiai aprašoma konteinerių rūšių klasifikacija, išanalizuota terminalų struktūra.

Saanan Y.A. 2004. An approach for designing robotized marine container terminals. Vadovėlyje analizuojami konteinerių terminalai, jų automatizavimo galimybės, naudojama krovos įranga automatizuotame konteinerių terminale, apžvelgiami uostai, kurie naudoja minėtą įrangą.

Stavrau D., Timotheou S. 2017. Assignment and Coordination of Autonomous Robots in Container Loading Terminals. Straipsnyje analizuojama konteinerių pervežimo problema iš saugojimo vietos į pakrovimo vietą, su kuria susiduria konteinerių tvarkymo įrenginiai. Analizuojamos sudėtingos tvarkaraščių sudarymo ir maršruto nustatymo problemos.

Ambrazevičius A. 2008. Lietuvos transporto sistema. Vilnius. Knygoje išskiriama transporto judėjimo infrastruktūra – jūrų keliai, uostai. Apsžvelgiamas krovinių klasifikavimas, vežimo technologijos ir sąveika tarp terminalų, aikštelių ir transporto.

Bahnes N., Kechar B., Haffaf H. 2016. Cooperation between Intelligent Autonomous Vehicles to enhance container terminal operations. Straipsnyje analizuojamas konteinerių efektyvus transportavimas iš laivo į logistikos ir iškrovimo vietas. Analizuojamos naujos belaidžio ryšio galimybės, terminalo automatizavimas.

Cai B., Huang S., Liu D. 2014. Rescheduling policies for large-scale task allocation of autonomous straddle carriers under uncertainty at automated container terminals. Straipsnyje nagrinėjamos automatinės konteinerių terminalų konteinerinių pervežimų užduočių paskirstymo strategijos. Sprendžiamos planavimo problemos.

Martin-Soberon A. M., Monfort A., Sapina R. 2014. Automation in Port Container Terminals. Straipsnyje apibrėžiama konteinerių terminalo automatizavimo sąvoka, aptariami bendri aspektai susiję su automatizavimu. Apibendrinami pagrindiniai automatizavimo privalumai ir trūkumai.

Zaghdoud R., Mesghouni K., Dutilleul S. C. 2016. A Hybrid Method for Assigning Containers to AGVs in Container Terminal. Straipsnyje analizuojama konteinerių pakrovimo ir iškrovimo problema. Analizuojamos maršruto, užduoties ir planavimo problemos konteinerius skirstant automatiškai valdomomis transporto priemonėmis.

Xin. J., Negenborn R. R., Corman F. 2015. Control of interacting machines in automated container terminals using a sequential planning approach for collision avoidance. Straipsnyje nagrinėjama automatizuotų konteinerių terminalų kontrolė, automatizuotos transporto priemonės ir automatizuoti krovimo kranai, analizuojama susidūrimo problema. Siūloma metodika, leidžianti automatizuotuose konteinerių terminaluose sukurti laisvosios grandinės trajektorijas be kliūčių.

Yuan S., Skinner B. T., Huang S. 2011. A job grouping approach for planning container transfers at automated seaport container terminals. Analizuojamos konteinerių kaupimosi ir sekos nustatymo problemos, transporto priemonių dinamika.

Gelareh S., Merzouki R., McGinley K. 2013. Scheduling of Intelligent and Autonomous Vehicles under pairing/unpairing collaboration strategy in container terminals. Analizuojamas metodas, kuris galėtų padėti išspręsti planavimo modelio sudėtingumą automatizuotame konteinerių terminale. Pristatoma nauja konteinerių vežėjų technologija, analizuojamas konteinerių judėjimo planavimo matematinis modelis.

Kutin N., Nguyen T. T., Valle T. 2017. Relative Efficiencies of ASEAN Container Ports based on Data Envelopment Analysis. Straipsnyje analizuojamas uostų efektyvumas, vertinamas „santykinis efektyvumas“, galintis pagerinti šalies importą ir eksportą. Skirstomi uostai pagal konteinerių tvarkymo sistemas.

Tsinker G. P. 2004. Port engineering: planning, construction, maintenance and security. United States of America. Knygoje aprašyti uostų terminalai, jų technologinė struktūra, infrastruktūra bei superstruktūra. Plačiai aprašytas terminalų darbas, ryšys su sausumos transportu.

UNCTAD. 2015. Review of maritime transport 2015. Geneva. Publikacijoje apžvelgiama jūrų transporto įtaka pasaulinei ekonomikai, krovos įrangos, uosto prieigos kanalų, sausumos kelių tinklų bei muitinės procedūrų efektyvumo svarba šalies konkurencingumui.

House D. J. 2005. Cargo work for Maritime Operations. Great Britain. Knygoje analizuojamos krovinių rūšys, jų savybės, išskiriamos krovos technologijos konkrečiam kroviniui. Analizuojamas pervežimo metu galimi krovinių poslinkiai.

Novošinskas H. 2012. Inžinerinių technologijų projektavimas. Kaunas: Akademija. Knygoje aprašomos konteinerių charakteristikos, pateikiama informacija kokia krovos įranga ir kokie principai naudojami kroviniui perkrauti, saugoti.

Analizuojant daugelį literatūros šaltinių, susijusių su konteinerių terminalų technologine įranga bei kitais parametrais pritaikyta informacija siekiant nustatyti, kokios įtakos turėtų „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalo automatizacija. Rašant darbą, panaudota informacija susijusi su konteinerių klasifikacija, charakteristikomis, krovos technologijomis, terminalų struktūra. Taip pat panaudota skaičiavimo metodika, skirta krovinių srauto prognozavimui, numatomam krantinių ilgiui, reikiamam laivų kiekiui ir kitiems terminalo parametrams.

2. KONTEINERIŲ KROVOS METODŲ IR TERMINALŲ SITUACIJOS ANALIZĖ JŪRŲ UOSTUOSE

Šiame skyriuje analizuojamos konteinerių krovos charakteristikos ir konteinerių rūšys. Nagrinėjami statistiniai konteinerių krovos duomenys jūrų uostuose, analizuojamas konteinerių srauto augimas ir mažėjimas. Apžvelgiami krovos terminalų ir krovos technologijų parametrai Klaipėdos uoste.

2.1. Konteinerių klasifikacija ir konteinerių terminalų struktūra

Konteineriai yra skirstomi pagal keliamąją galią, gabaritus, vežamų krovinių rūšis o konteinerių klasifikacijos pagrindas yra universalūs ir specializuoti konteineriai. Universalūs – tai visi konteineriai, išskyrus tuos, kurie naudojami specialų tipų kroviniams, t.y. greitai gendantiems, skystiems ar biriems(1 pav.). Universalūs konteineriai priklauso nuo dydžio, bruto masės bei krovos įrenginių konstrukcijos ir skirstomi į tris tipus:

- didelio tonažo – bruto masė daugiau nei 10 t ir su kampinėmis jungtimis;
- vidutinio tonažo – bruto masė ne mažiau kaip 2,5 t;
- mažo tonažo – bruto masė iki 2,5 t.



4 pav. Konteinerių tvarkymas.¹

Tarp universalių didelio tonažo bendrosios paskirties konteinerių labiausiai yra paplitę 20 pėdų standartiniai, 40 pėdų standartiniai ir 40 pėdų padidinto aukščio konteineriai.

¹ Johs. Stelten kompanija. Prieiga per internetą: [<https://www.steltenkg.de/en/services/warehousing/containers/>]

Prie specialiosios paskirties konteinerių priskiriami universalūs konteineriai, turintys konstrukcinius ypatumus, leidžiančius pakrauti krovinius daugiau nei per 1 galą, arba kitus ypatumus (pvz. ventiliacijos angas). A. V. Vasiliauskas knygoje „Krovinių vežimo technologijos“ išskiria tokius specialiosios paskirties konteinerių tipus:

- uždaras ventiliuojamas – naudojamas vežti krovinius, kuriems reikia natūralios ar priverstinės ventiliacijos;
- atidaromu viršumi – analogiškas bendros paskirties konteineriui, tik skiriasi tuo, kad jo stogas yra ne iš metalo, o iš minkšto audeklo, kurį galima nuimti (nutraukti). Gali būti ir variacija be stogo;
- su atidaromomis šoninėmis sienomis – šoninės sienelės analogiškos galinėms durims;
- konteineriai platformos – turi krovinių platformos pavidalą: nėra viršutinio rėmo. Tačiau jame yra viršutinės bei apatinės kampinės jungtys, todėl juos galima krauti ir tvirtinti kaip įprastus konteinerius.

Specializuoti konteineriai naudojami biriems, skystiems, greitai gendantiems ar pavojingiems kroviniams gabenti:

- izoterminiai – konteineriai su izoliuotomis sienelėmis, durimis, stogu bei dugnu, o tai leidžia apriboti šilumos mainus tarp konteinerio vidaus bei išorės. Šiame konteineryje nėra specialios šaldymo ar šildymo įrangos;
- refrižeratoriniai – izoterminiai konteineriai su šaldymo ar šildymo įranga. Šiam konteineriui nereikia išorinio energijos šaltinio temperatūrai palaikyti;
- konteineris-cisterna – tai cisterna, patalpinta į konteinerio konstrukcijos rėmus;
- konteineris biriems kroviniams gabenti – tai universalus konteineris, turintis savo stoge pakrovimo ir iškrovimo liukus.

Konteinerius apibūdina keliamoji galia, naudingas tūris, išoriniai ir vidaus matmenys, masė. Pagrindinės konteinerių charakteristikos pateiktos 1 ir 2 lentelėse ².

1 lentelė. Konteinerių masės rodikliai

Ilgis	Taros masė, kg	Krovinio masė, kg	Bendra masė, kg
20 pėdų	2300	24000	26300
30 pėdų	3100	25400	28500
40 pėdų	4000	30480	34480
40 pėdų padidinto aukščio	4200	30480	34680
40 pėdų refrižeratorinis	4500	29000	33500

² Vasiliauskas V. A. 2013. Krovinių vežimo technologijos. Klaipėda: S. Jokužio leidykla.

2 lentelė. Konteinerių tipai pagal jų išorės ir vidaus matmenis

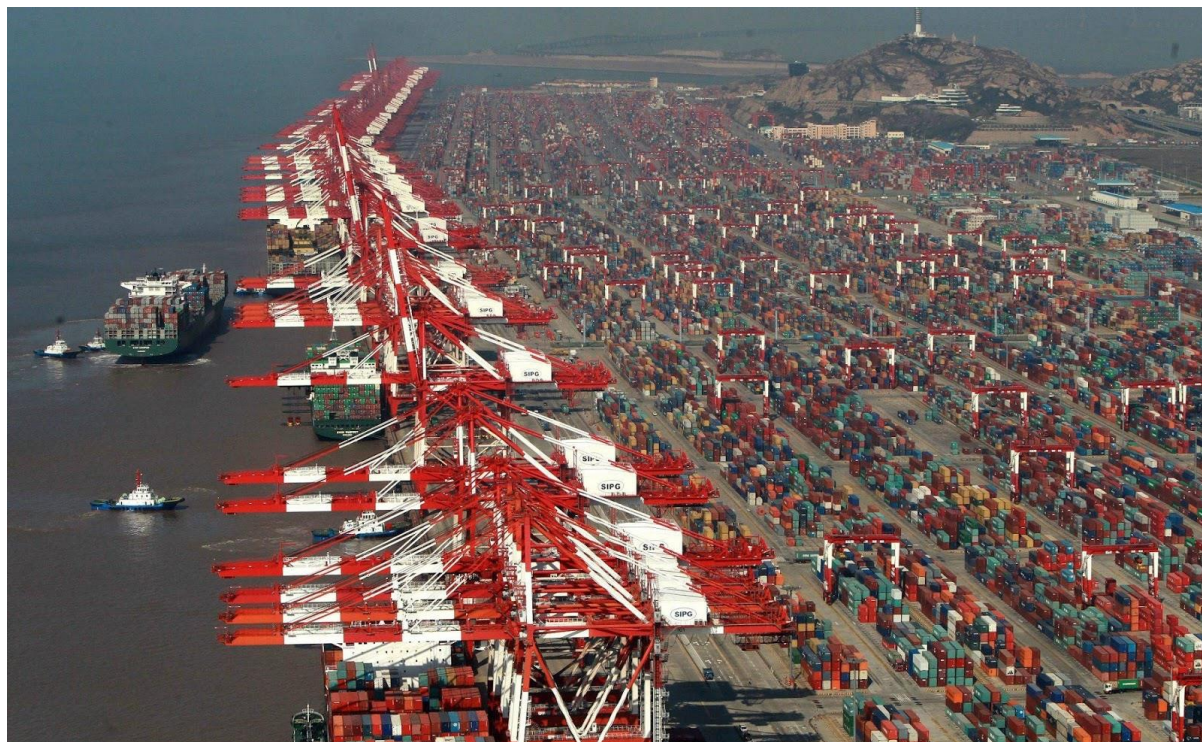
Konteineris	Tipas	Ilgis	Plotis	Aukštis	Matmuo
40 pėdų	1AAA	12192	2438	2896	Išorinis
		11998	2330	2655	Vidinis
40 pėdų	1AA	12192	2438	2591	Išorinis
		11998	2330	2350	Vidinis
40 pėdų	1A	12192	2438	2438	Išorinis
		11998	2330	2197	Vidinis
30 pėdų	1BB	9125	2438	2591	Išorinis
		8931	2330	2350	Vidinis
30 pėdų	1B	9125	2438	2438	Išorinis
		8931	2330	2197	Vidinis
20 pėdų	1CC	6058	2438	2591	Išorinis
		5867	2330	2350	Vidinis
20 pėdų	1C	6058	2438	2438	Išorinis
		5867	2330	2197	Vidinis

Visų tipų konteinerių plotis yra tas pats, skiriasi tik ilgio ir aukščio matmenys. Šios charakteristikos yra lemiamos kalbant apie konteinerio naudojimo galimybę, kadangi vidaus matmenys lemia galimybę konteineriais vežti krovinius, sukrautus ant europadėklų, o išoriniai ilgio ir aukščio matmenys lemia galimybę konteinerius transportuoti atitinkamo tipo vagonais, kelių bei jūrų transporto priemonėmis. Be to, konteinerių matmenys nulemia ir pagrindinius konteinerių trūkumus: nepakankama standartizacija (išlieka didelė naudojamų konteinerių nomenklatūra), krovinių srautų disbalansas (tenka vežti tuščius konteinerius) ir ne visada užpildomas tūris, dėl kurio prireikia papildomų priemonių kroviniams konteinerio viduje pritvirtinti.

Konteinerių terminalai.

Konteinerių terminalo struktūra ir funkcijos yra svarbios terminalo veiklos požiūriu. Terminalą sudaro prieplaukos, sandėliai, administraciniai ir pagalbinių pastatai, automobilių bei geležinkelių privažiuojamieji keliai, įvairios inžinerinės komunikacijos, krovos ir vidaus transporto priemonės, skirtos transporto priemonėms apdoroti ir konteineriams krauti.

Priklausomai nuo terminalo dydžio, galimybių plėtrai teritorijos atžvilgiu skiriasi terminalų pajėgumai. Vienas didžiausių konteinerių terminalų – tai Shanghai konteinerių terminalas, pasižymintis itin dideliais plotais, skirtais konteinerių sandėliavimui (2 pav.).



5 pav. Shanghai konteinerių terminalas³

Technologiniai elementai, sudarantys terminalą:

- **Jūrų krovinių frontas**, kur vyksta laivų krova, taip pat kur saugomi konteineriai, kuriuos reiks pakrauti į atvykusį laivą. Jūrų krovos frontą sudaro prielauka ar grupė prielaukų su įrengtais perkrovimo įrenginiais, kur atliekami darbai: konteineriai kraunami iš laivo, konteineriai kraunami į laivą, kroviniai perstatomi laive, nuimami ir uždengiami laivų angų dangčiais.
- **Rūšiavimo aikštelė**, kurioje saugomi konteineriai, kurie bus kraunami į pirmiausiai išvykstančius laivus. Aikštelė yra išdėstoma už jūrų krovinių fronto ir užima apie 50 % terminalo teritorijos ploto. Išrūšiuojami konteineriai pagal tipą ir paskirties uostus, išdėstomi pagal konteinerių krovimo į laivus planą.
- **Sandėliavimo aikštelė**, kur talpinami visi konteineriai atvežti sausumos ar jūrų transportu, dėl vienu ar kitu priežasčių iš karto neišsiųsti gavėjams. Aikštelėje taip pat saugomi neišrūšiuoti konteineriai, kurie bus kraunami į laivą vėliau, taip pat tušti konteineriai su defektais.

³ Marine vessel traffic. Prieiga per internetą: [<http://www.marinevesseltraffic.com/2013/12/shanghai-container-terminal.html>]

- **Sausumos krovinių frontas**, kur konteineriai kraunami į geležinkelio platformas ar autotransporto priemones, taip pat, kur saugomi konteineriai, kuriuos reiks perkrauti į kelių ar geležinkelio transporto priemones. **Geležinkelių krovos frontas** skirtas traukiniams su konteineriais priimti, priimtiems konteineriams krauti nuo platformų, jiems pristatyti į rūšiavimo aikštelę, taip pat konteineriams, paruoštiems rūšiavimo aikštelėje, privežti ir krauti į platformas. Geležinkelio krovimo fronte kroviniai išdėstomi už sandėliavimo aikštelės. Visu šio fronto ilgiu juda geležinkelių ožiniai kranai. Tarp kranų atramų išdėstytos geležinkelių kelių linijos. Po krano gembėmis išdėstyta geležinkelio krovinio fronto operatyvinė aikštelė. Po viena geležinkelio ožinio krano gembe ant operatyvinės aikštelės išdėstomi konteineriai, kuriuos reikės pakrauti, o po kita – konteineriai, iškraunami iš geležinkelio sąstato. **Kelių transporto krovos frontas** organizuojamas tada, kai konteinerių pervežimų apimtis šiuo transportu yra pakankamai didelė. Krovinių frontas automobiliams krauti yra toje terminalo teritorijoje, kur yra mažiausiais portalinių krautuvų eismas. Kelių transporto krovinių frontą sudaro: aikštelės kelių transporto priemonėms priimti, įrenginiai konteineriams sverti, kėlimo ir transportavimo įrenginiai konteineriams krauti ir juos pristatyti į rūšiavimo aikštelę.
- **Sandėlis**, skirtas konteineriams ir vilkikams su puspriekabėmis formuoti, performuoti ir išformuoti (jei atvyksta kroviniai ne konteineriuose, tačiau turi būti sudėti į juos arba atvirkščiai). Tai labai svarbu, pradedant organizuoti krovinių vežimus konteineriuose, kada didelė dalis generalinių krovinių atvežama geležinkelio ir kelių transportu vienietinėse pakuotėse. Sandėlis paprastai kuriamas galinėje terminalo komplekso dalyje, už geležinkelių ir automobilių kelių fronto arba iš šono, galinėje prieplaukos dalyje. Vienoje sandėlio pusėje išdėstomas krovinių frontas kelių transporto priemonėms, o kitoje – dengtiems vagonams apdoroti. Konteinerius į sandėlį pristato ir juos išveža krautuvai arba vilkikai.
- **Kontrolinis terminalo paleidimo punktas** reikalingas vežimams konteineriuose kelių transportu aptarnauti. Čia atliekama atvežamų ir išvežamų konteinerių kelių transportu į terminalą kontrolė ir apskaita.
- **Pagalbiniai ir administraciniai statiniai.**⁴

Konteinerių terminalų konstrukciniams ir planavimo sprendimams bei veiklos technologijai didžiausią reikšmę turi laivų matmenys, telpančių laivuose konteinerių skaičius ir konstrukciniai ypatumai.

⁴ Vasiliaskas V. A. 2013. Krovinių vežimo technologijos. Klaipėda: S. Jokužio leidykla.

2.2. Klaipėdos Smeltės konteinerių terminalas

LKAB „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas veiklą pradėjo 2006 m. liepą. Nuo pirmųjų metų terminalo perkraunamų konteinerių kiekis sparčiai augo: 2007 m. perkrauta 38.000 TEU, 2010 m. – 115.000 TEU, 2012 m. - 130.000 TEU, 2014 m. - 176.000 TEU, 2016 m. - 185.000 TEU. Šiuo metu konteinerių terminalas pajėgus perkrauti daugiau kaip 600.000 TEU per metus. Terminale jau aptarnaujami 3.000-19.462 TEU talpos konteineriniai laivai.

Konteinerių terminale teikiamos paslaugos: visų tipų konteinerių krova ir sandėliavimas, konteinerių, pervežamų greitaisiais traukiniais „Vikingas“, „Merkurijus“, „Saulė“ ir „Vilnius Shuttle“, aptarnavimas, konteinerių svėrimas, valymas, remontas ir kitos paslaugos, negabaritinių ir sunkiasvorių krovinių krova, krovinių perkrovimas iš/į konteinerius, sandėliavimas atvirose aikštelėse ir dengtuose sandėliuose.

Pagrindinės terminalo charakteristikos:

Krantinės ir teritorija:

- Krantinės: Nr. 82 – 96.
- Krantinių ilgis – 1.088 m.
- Gylis prie krantinių – 14,00 m.
- Maksimali laivų grimzlė prie krantinės ir farvateryje – 13,40 m.
- Maksimalus leistinas laivų ilgis – 400 m.
- Sandėliavimo aikštelių talpa – 20.000 TEU.
- Refrižeratorinių konteinerių pajungimų skaičius – 657.

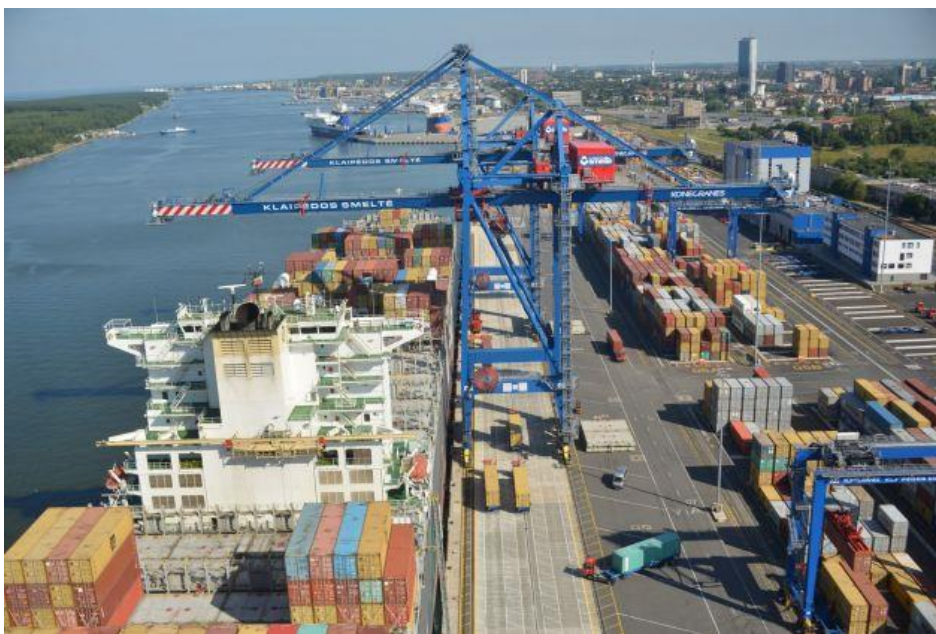
Techninė įranga:

- STS (Ship-To-Shore) (51 t keliamosios galios (65 t kai keliami 2x20"), 51 m siekio - 18 konteinerinių eilų) - 3 vnt.
- Mobilus konteinerinis kranas „Liebherr LHM 500” (104 t keliamosios galios bei 51 m siekio) – 1 vnt.
- Mobilūs konteineriniai kranai „Liebherr LHM 400” (104 t keliamosios galios bei 47 m siekio) – 1 vnt.
- RTG (Rubber Tyred Gantry) (40 t keliamosios galios) Konecranes konteinerių krovai aikštelėje - 7 vnt.
- Konteinerių krautuvai „SMV” ir „Ferrari” konteinerių krovai aikštelėje – 4 vnt.
- Terminaliniai vilkikai „Terberg” konteinerių pervežimui terminale – 19 vnt.

IT:

- Įdiegta terminalo valdymo realiaame laike (Realtime Business Solutions) kompiuterinė sistema „TOPS Advance“.
- Galimybė duomenis priimti ir gauti EDI formatu.

2015 – 2023 m. LKAB „Klaipėdos Smeltė“ plėtros programoje yra numatytas konteinerių terminalo vystymas. Dabartinis konteinerių terminalas yra pavaizduotas 3 paveiksle:



6 pav. "Klaipėdos Smeltė" konteinerių terminalas⁵

Įgyvendinus kompanijos plėtros programą konteinerių terminalo pajėgumas viršys 900.000 TEU per metus. Numatoma, kad iki 90 proc. konteinerių kiekio bus atvežama ir vėl išvežama laivais.

Konteinerių srautai Smeltėje yra gana susiję su Baltijos jūros uostuose esančiais krovinių srautais, jie yra priklausomi vienas nuo kito. Viename uoste didėjant konteinerių srautams, kitame uoste srautas mažėja, taip pat tam turi įtakos ir naujų terminalų įkūrimas.

Susumavus konteinerių srautus visuose Baltijos jūros uostuose, t.y. Saint Peterburgo, Rygos, Talino, Liepojos, Klaipėdos, Ventspilio, Kaliningrado, ir Ust Lugos, bei išskyrus dalį, kuri kraunama Klaipėdos Smeltėje gauti duomenys pateikti 3 lentelėje:

⁵ Klaipėdos Smeltė. Internetinis puslapis. Prieiga per internetą: [<http://www.smelte.lt/lt/paslaugos/konteineriuterminalo-paslaugos/#cfs>]

3 lentelė. Konteinerių srautų statistiniai duomenys, TEU

Metai	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Krova, TEU, Klaipėdos Smeltėje	87000	115000	158458	130786	131552	175658	162764	185647	180094	386982
Krova, TEU, Visuose Rytinės Baltijos jūros uostuose	1907110	2634577	3562800	3884517	3943060	3908761	2945215	3052417	3370939	3921272

Kaip matyti iš lentelėje pateiktų duomenų, krovinių srautas yra didėjantis, išskyrus 2015 m. Staigiam konteinerių srauto kritimui galimai turėjo įtakos Rusijos embargas bei kitos politinės ir ekonominės sąlygos. Pastaraisiais, 2018 m. „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas perkrovė daugiau nei 2 kartus didesnę kiekį krovinių lyginant su ankstesne statistika. Gerokai išaugusiam konteinerių srautui įtakos turi tai, jog „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas pradėjo veikti kaip konteinerių paskirstymo po mažesnius uostus terminalas.

2.3. Konteinerių krovos technologijų analizė

Konteinerių terminalo krovos įrangos tipai nulemia konteinerių darbo technologiją. Šiuolaikiniai konteinerių terminalai yra neįsivaizduojami be laivo/krantinės portalinių kranų, kurių krovos judesių skaičius gali viršyti 50 000 per metus. Dviem tokiais portaliniais kranais aprūpintas vienetinio aptarnavimo terminalas galėtų per metus perkrauti apie 1 mln. tonų krovinių (80 000 – 100 000 konteinerių), kai krantinė apkrauta 50 % ar šiek tiek daugiau. Knygoje „Uosto technologija“ išskiriami pagrindiniai konteinerių krovos įrangos tipai⁶:

- **Vilkiko su šasi treilerio sistema**, kurią sudaro sunkiasvoriai vilkikai ir daugybė jų traukiamų šasi treilerių, kurie skirti TEU ir FEU konteineriams. Šie konteineriai visą buvimo terminale laiką praleidžia ant treilerių, todėl labai sumažėja jų aptarnavimo sąnaudos. Konteinerių judėjimas po terminalą yra nedidelis, o konteinerio sugadinimo terminale galimybė sumažėja iki minimumo. Tokia sistema ir vidutinis žmonių resursų naudojimas daro terminalo darbo organizavimą ganėtinai paprastą ir patrauklų, o terminalui reikia tik krantinės/laivo portalinių kranų. Ši sistema puikiai tinka pradedant naujo konteinerių terminalo veiklą, kai yra nedidelis terminalo apkrovimas, bet dėl pernelyg didelio užimamo ploto visiškai netinka išaugus konteinerių srautams.

⁶ Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. 2001. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla.

- **Rėminio keltuvo tiesioginė sistema.** Naudojant šią sistemą, rėminis keltuvas gabena konteinerį nuo krantinės/laivo portalinio kranu iki konteinerio stovėjimo vietos. Konteineriai sukraunami eilėmis, kurios atskirtos maždaug 1,5 m tarpais, leidžiančiais rėminiam keltuvui laisvai judėti. Eiles paprastai sudaro 10 – 16 TEU, jos yra statmenos krantinei, kas sumažina judėjimo atstumą. Konteineriai kraunami iki trijų lygių, o krovos operacijos yra lanksčios ir efektyvios. Šia sistemą patogu taikyti terminaluose, kurių specializacija – importo krovinių srautai. Pagrindinis trūkumas – konteinerių apgadinimo tikimybė dėl didelių gabenimo greičių ir siaurų judėjimo kelių.
- **Rėminio keltuvo perstatomoji sistema.** Taikant šią sistemą, konteineriai gabenami nuo krantinės/laivo portalinio kranu iš pradžių vilkiku su šasi treileriu iki pakrovimo teritorijos, kur juos perima rėminiai keltuvai, o vilkikai su treileriais juda aplink pakrovimo teritoriją ir grįžta prie krantinės. Taikant šią sistemą, konteinerių eilės paprastai yra lygiagrečios krantinei.
- **Teritorinio portalinio kranu sistema.** Bėginiai arba ratiniai teritorijos portaliniai kranai gali jungti kelias konteinerių eiles, sukrautas net iki penkių lygių. Ratiniai portaliniai kranai yra pranašesni už bėginius dėl geresnių manevravimo savybių bei atliekamų funkcijų keičiant pakrovimo teritorijos teritorinę struktūrą. Taikant šią sistemą konteineriai yra sustatomi ilgomis eilėmis pagal krantinę, nuo kurios iki teritorinio portalinio kranu ir atvirkščiai jie pristatomi taikant minėtą vilkiko su šasi treilerio sistemą. Teritoriniai portaliniai kranai naudojami konteineriams pakrauti, nukrauti ar perstatyti eilėje. Vienas esminių šios sistemos privalumų – efektyvus teritorijos išnaudojimas ir tai, kad ypač atsparūs apkrovoms turi būti tik tie teritorijos ruožai, kuriais juda portalinių kranu ratai ar bėgiai, kas sumažina terminalo dangos savikainą. Be to, yra puikios galimybės automatizuoti krovos operacijas. Pagrindinis trūkumas – portaliniai kranai nėra tokie manevringi kaip rėminiai keltuvai ir didelės investicijos, kurios realiai pasiteisina siauruose, išilgai krantinės nusidriekusiuose terminaluose, turinčiuose didelę konteinerių apyvartą.
- **Šoninių konteinerių sistema.** Taikant šią sistemą, konteineriai sukraunami blokais dviem arba keturiomis eilėmis iki šešių lygių aukščio. Pagrindinis šios sistemos privalumas – naudojamos krovos įrangos universalumas. Šoniniai keltuvai gali būti naudojami konteineriams pakelti, sukrauti/nukrauti, nuvežti prie/nuo krantinės ir t.t. Bet šiems keltuvams sunku pasiekti konteinerius, kurie yra po krantinės/laivo portaliniu kranu, todėl praktiškai dažniausiai naudojami kartu su vilkiko su šasi treilerio sistema. Šoniniai keltuvai yra patikimi, ilgaamžiai ir jiems nereikia didelių

eksploatacinių išlaidų, tačiau vienas iš trūkumų yra tai, jog greitai nusidėvi terminalo teritorija, be to, santykinai mažas atliekamų krovos operacijų greitis.

- **Mišrioji sistema.** Daugelis konteinerių terminalų taiko mišrią sistemą, kuri padeda išnaudoti visų keturių krovos įrangos tipų pranašumus. Rėminių keltuvų/teritorinių portalinių kranų/šasi treilerių sistema taikoma daugelyje terminalų: konteineriai nuo krantinės iki pakrovimo teritorijos gabenami vilkiku su šasi treileriu, importo konteinerius aptarnauja rėminiai keltuvai, kur privažiavimas prie konteinerių yra ypač svarbus, o eksporto – teritoriniai portaliniai kranai, kur svarbus blokinis ir kelių lygių konteinerių sukrovimas. Pagrindinis šios sistemos privalumas yra tas, kad iš naudojamos įvairių krovos įrangos tipų gerosios savybės, o trūkumai minimizuojami.⁷

Taigi, visiems minėtiems konteinerių krovos įrangos tipams yra būdingos skirtingos charakteristikos, ypač konteinerių sukrovimo atžvilgiu ir svarbu įvertinus terminalo charakteristikas pasirinkti tinkamiausią įrangą kainos ir atliekamų darbų atžvilgiu.

2.4. Autonominis konteinerių terminalas

Konteinerių terminalai lyginant su kitų krovinių krovos terminalais turi tam tikras funkcijas, leidžiančias pasiekti daug didesnę sisteminių lygį: transporto priemonių standartizavimas – konteineriai, krovinių tvarkymo būdų standartizavimas, aukštas tarpusavio sąveikos lygis, didelis technologijų poveikis terminalų pajėgumui.⁸

1993 m. Roterdamo uoste pradėta naudoti „automatizuotų terminalų“ sąvoka, nurodanti iki šiol aukščiausią automatizavimo lygį. Terminalas buvo aprūpintas automatizuotais krovimo kranais (ASCs), automatinėmis važiuoklėmis (AGV), leidžiančiomis valdyti perkrovimą be operatorių, nurodyta tvarka prižiūrėti įrangą. Norint įgyvendinti automatikos sprendimus, ypač svarbu apsvaistyti atitinkamų uostų konteinerių terminalų poreikius, atsižvelgiant į norimą automatizavimo lygį ir jo dabartinį vystymosi lygį.

Automatizavimo įgyvendinimas jau veikiančiuose terminaluose yra sudėtingesnis dėl suderinamumo problemų, susijusių su vykdomomis veiklomis ir atsparumu pokyčiams. Terminalo automatizavimas reikalauja daugybės prietaisų, įrengimų, lauko siūstuvų, valdymo ir priežiūros sistemų, perdavimo ir duomenų rinkimo sistemų bei realaus laiko programinės įrangos skirtos vykdyti, prižiūrėti ir kontroliuoti atliekamoms operacijoms.

⁷ Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. 2001. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla.

⁸ Martin-Soberon A. M., Monfort A., Sapina R. ir kt. 2014. Automation in port container terminals. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, No. 160, p. 195-204.

Kalbant apie konteinerių terminalų automatizavimą, svarbu, kad vykstant automatizacijos įgyvendinimo etapams terminalas ir toliau galėtų veikti – funkcionuoti. Kalbant apie Antverpeno konteinerių terminalą (4 pav.), 2014 metų birželio mėnesį dėl kompiuterinių problemų terminalas buvo uždarytas visą rytą, vairuotojai negalėjo paimti krovinių, reiškė nepasitenkinimą, nukentėjo uosto reputacija.



7 pav. Antverpeno konteinerių terminalas⁹

Todėl svarbu įrengti tokią operacinę sistemą (TOS), kuri galėtų apdoroti abi darbo rūšis, pasirūpinti, kad būtų sukurta daugiau vietos laikiniems pertekliniams pajėgumams, siekiant išvengti teritorijos perpildymo pertvarkymų metu.

Automatinių ir pusiau automatizuotų terminalų sąrašas pateiktas 4 lentelėje¹⁰:

4 lentelė. Automatizuoti ir pusiau automatizuoti terminalai

ECT Delta Terminalas (HPH) - Roterdamo uostas, Nyderlandai	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 1993 m.</i>
Londonas Thamesport (HPH) -Medway uostas, Jungtinė Karalystė	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 1994 m.</i>
Honkongo tarptautinis terminalas 6-7 (HIT) (HHP) - Honkongo uostas, Honkongas	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 1995 m.</i>

⁹ Antverpeno naujienų portalas. Prieiga per internetą: [http://www.gva.be/cnt/dmf20170616_02928459/chaos-aan-terminal-dp-world-nooit-meegeemaakt]

¹⁰ Martin-Soberon A. M., Monfort A., Sapina R. ir kt. 2014. Automation in port container terminals. Procedia – Social and Behavioral Sciences, No. 160, p. 195-204.

Pasir Panjang tilto krano terminalas (PSA) - Singapūro uostas, Singapūro respublika	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2000 m.</i>
HHLA-CTA - Hamburgo uostas, Vokietija	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2002 m.</i>
Patriko Terminalas – Brisbane uostas, Australija	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2005 m.</i>
Tobisimos priplaukos konteinerių terminalas (TCB) - Nagoja uostas, Japonija	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2006 m.</i>
Wan Hai – Tokyo uostas, Japan	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2006 m.</i>
APM Terminals Virginija, Norfolkas (APMT) - Portsmutas, JAV	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2007 m.</i>
Antverpeno vartų terminalas (DPW) - Antverpeno uostas, Belgija	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2007 m.</i>
Evergreen (EMC) - Kaosiungo uostas, Taivanas	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2007 m.</i>
Euromax terminalas - Roterdamo uostas, Nyderlandai	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2008 m.</i>
TSI Algeciras (Hanjin) - Algeciraso įlanka, Ispanija	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2010 m.</i>
Pusan Newport tarptautinis terminalas (PNIT) (PSA ir Hanjin) - Busano uostas, Pietų Korėja	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2010 m.</i>
HHLA-CTB - Hamburgo uostas, Vokietija	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2011 m.</i>
Tercat (HPH) - Barselonos uostas, Ispanija	<i>Pusiau automatizuotas</i>	<i>Nuo 2012 m.</i>
Xiamen Yuanhai konteinerių terminalas - Xiamen uostas, Kinija	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2013 m.</i>
"TraPac" plėtra - Los Andželo uostas, Jungtinės Amerikos Valstijos	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2013 m.</i>
APM Terminals Maasvlakte 2 (APMT) - Roterdamo uostas, Nyderlandai	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2014 m.</i>
Roterdamo pasaulio vartai (RWG) (DPW) - Roterdamo uostas, Nyderlandai	<i>Automatizuotas</i>	<i>Nuo 2014 m.</i>

Technologijų automatizavimo tikslas yra sumažinti žmoniškųjų išteklių intervenciją trijose srityse:

- 1) fiziniame konteinerių sraute;
- 2) susijusiuose dokumentų srautuose;
- 3) operacijų planavime ir valdyme.

Dėl to, priklausomai nuo pakeistų funkcijų, technologijos gali padėti automatizuoti atliekamas užduotis, gaunamos informacijos srautus ir atitinkamus sprendimus. Net ir nedidelis įrenginių automatizavimas padeda sistemų operacijų tvarkymui, didinant darbo našumą, saugumą ir apsaugą. Informacijos srautų automatizavimas atsižvelgiant į realaus laiko informacines sistemas reikalauja naujų konteinerių terminalų valdymo būdų, pagrįstų patikima ir laiku pateikta informacija, leidžiančia priimti sprendimus sinchronizuotai su operacijomis, kurios atliekamos bet kuriuo momentu. Galiausiai, sprendimų priėmimo proceso automatizavimas yra intervencijos ir žmogaus pašalinimas iš strateginių, taktinių ir operacinių procesų veiksmų.

Konteinerių terminalų automatizavimas yra strateginė iniciatyva, atitinkanti tris strateginius šiuolaikinio verslo poreikius, koncepcija, pagrįsta tvaria veiklos plėtra, reikalinga norint įvertinti bet kurią terminalo strategiją: pagerinti veiklos rezultatus, didinti saugumą ir apsaugą bei prisidėti prie aplinkosaugos. Veiklos rezultatų gerinimas yra pagrindinė paskata automatizuoti konteinerių terminalus.

Automatizuoti terminalai yra produktyvesni ir leidžia veikti su padidintu krantinės panaudojimu ir aikštelių dydžiu, palengvinus operacinę kontrolę, leidžiančią priimti sprendimus realiuoju laiku, sumažinant galimybę sumaišyti konteinerius. Tačiau automatizuotų konteinerių terminalo planavimui ir operaciniam valdymui įtakos turi lankstumo praradimas, kuris yra būdingas automatizavimo procesų standartizavimui.

Automatikos procesai ne tik padidina saugumą, mažindami žmogaus klaidas, bet taip pat sumažina ir potencialių nelaimingų atsitikimų skaičių, sukuriant fizinį atotrūkį tarp žmonių ir teritorijos. 5 ir 6 lentelėse pateikti konteinerių terminalo automatizavimo pranašumai, trūkumai ir iššūkiai¹¹.

5 lentelė. Konteinerių terminalo automatizavimo privalumai ir trūkumai

	Pranašumai	Trūkumai
Veiklos rezultatai	<ul style="list-style-type: none"> • Padidintas veiklos našumas; • Padidinta konteinerių talpa tame pačiame teritorijos plote; • Didesnis lankstumas; • Daugiau organizuotų ir metodinių operacijų; • Didesnis pajėgumas veiklos pokyčiams nustatyti; • Veiksmingesnis išteklių naudojimas; • Didesnė veiklos kontrolė; • Reikalingas mažesnis skaičius operacijų perkėlimo ir kitoms operacijoms. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mažiau lankstumo operaciniam planavimui; • Naujas scenarijus turi būti planuojamas iš anksto; • Sunkiau sureaguoti, kai atsiranda išimčių.
	Pranašumai	Trūkumai
Saugumas ir apsauga	<ul style="list-style-type: none"> • Didesnis saugumas konteinerių terminale, sumažėjus žmogiškiesiems ištekliams; • Saugos sistemų įtraukimas. 	
Aplinkos tvarumas	<ul style="list-style-type: none"> • Darbas su elektrine įranga (mažesnis suvartojimas, mažiau išmetamųjų teršalų ir mažiau triukšmo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Gali sukelti darbinis konfliktus (darbo praradimas).
Ekonominis ir finansinis pelningumas	<ul style="list-style-type: none"> • Mažiau kintančios veiklos sąnaudos; • Mažesnės techninės priežiūros eksploatacijos išlaidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reikalingas (didesnis) kapitalas

¹¹ Martin-Soberon A. M., Monfort A., Sapina R. ir kt. 2014. Automation in port container terminals. Procedia – Social and Behavioral Sciences, No. 160, p. 195-204.

6 lentelė. Konteinerių terminalo automatizacijos iššūkiai

	Iššūkiai
Planavimo etapai	<ul style="list-style-type: none"> • Uosto sektorius yra tradicinis ir nenoriai rizikuoja, kas pavirsta į priešinimąsi kai susiduriama su investicijomis į inovacijas; • Profesinės sąjungos yra itin galingos uostuose, o tai reiškia, kad automatika gali būti įvesta tik pasiekus susitarimą su jomis arba kai darbo vietai negresia pavojus.
Veiklos etapai	<ul style="list-style-type: none"> • Informacijos trūkumas ir neteisinga ar netinkama informacija; • Veiklos planavimo lankstumo praradimas; • Išimčių valdymas; • Aukšti įrangos priežiūros reikalavimai; • Daugelio sistemų sąveika, didinant klaidų tikimybę.

Konteinerių terminalų automatizacija yra pasaulinė tendencija, tačiau automatizavimo lygis priimamas atskiruose terminaluose priklauso nuo įvairių veiksnių, kurie būdingi terminalo vystymosi būsenai. Todėl svarbu išanalizuoti visus su automatizacija susijusius veiksnius, privalumus, trūkumus ir iššūkius.

2.5. Techninė įranga automatizuotame konteinerių terminale

Automatizuoti konteinerių terminalai yra laikomi vienais iš labiausiai pažengusių terminalų pasaulyje. Moderni įranga ir didžiausi kranai užtikrina greitą, saugų ir patikimą konteinerių perkrovimą.

Roterdamo uostas pasižymi labiausiai pažengusiais terminalais, turinčiais ypač didelės galios įrangą, uoste gali būti priimami didžiausi konteineriniai laivai, kurie aptarnaujami 24 valandas per parą. Roterdamo konteinerių terminalas - daugiausia automatizuotas, turintis aukštą ekologinės pusiausvyros išlaikymo lygį, pasižymintis puikiomis geležinkelio, vidaus vandenų laivybos ir kelių jungtimis.

Optimalus konteinerinių laivų aptarnavimas:

Konteinerių perkrovimas Roterdamo uoste įvyksta Maasvlakte ir uosto Waalhaven / Eemhaven zonoje. Per vieną valandą konteinerinis laivas yra prišvartuotas prie Maasvlakte 1 arba 2 terminalo krantinės, tuomet pradedamas konteinerių pakrovimas ir iškrovimas.¹²

Roterdamo uoste iš viso yra 22 konteinerių sandėliavimo aikštelės, kurios sudaro daugiau nei 120 hektarų sandėliavimo ploto. Be tuščių konteinerių laikymo, konteinerių saugojimo aikštelėse taip pat teikiamos su konteineriais susijusios paslaugos – nuo pardavimo ir patikrinimo iki valymo

¹² Roterdamo uostas. Internetinis puslapis. Prieiga per internetą: [<https://www.portofrotterdam.com/en/cargo-industry/containers/container-terminals>]

ir taisymo. Didelis konteinerių saugojimo aikštelių plotas, palankus kainos ir kokybės santykis ir puikios jungtys leidžia Roterdamo uostui tapti puikiu tuščių konteinerių centru Šiaurės Vakarų Europoje.

Per pastaruosius penkerius metus konteinerių srautai Roterdamo uoste augo pastoviai. Didžiausias augimas buvo pastebimas Azijoje ir Pietų Amerikoje bei sraute iš Šiaurės Amerikos. Visų Europos laivybos rajonų, visų pirma Skandinavijos ir Baltijos valstybių, skaičius labai padidėjo (21% TEU). Šiaurės jūroje augimas siekė 10,2 proc. (TEU), o ypač smarkiai išaugo Viduržemio jūros regiono ir "ScanBaltic" teikiamų paslaugų apimtys. Taip pat padidėjo sausumos apimtys (6,3 proc.). Šis augimas ir tiekimo apimties padidėjimas patvirtina tvirtą Roterdamo poziciją konteinerių laivybos kompanijų ir didelių aljansų tinkluose. "Maasvlakte 2" pralaidumas sparčiai augo ir beveik visuose kituose terminaluose padidėjo.¹³

Akivaizdu, kad Roterdamo uostas, esantis didžiausias uostas Europoje ir 9 pasaulyje yra puikus automatizacijos ir jos efektyvumo pavyzdys. Automatizuotame konteinerių terminale krovos pajėgumai padidinami 30 %, kai tuo tarpu 70 % darbo jėgos yra sumažinama, automatizuoti kranai gali pasiekti iki 39,6 judesių per valandą ir perkrauti 1785 TEU per 9 valandas.¹⁴

Analizuojant šiuo metu egzistuojančią automatizuotą krovos įrangą, skirtą konteinerių tvarkymui, išskiriami trijų tipų kranai, skirti konteinerių krovai terminale:¹⁵

- 1) ARMGs – automatizuoti konteinerių krovos kranai, skirti krauti krovinius, kurie bus pervežti automatiniais bėgiais. Tokio tipo kranas pavaizduotas sekančiame paveiksle:



5 pav. ARMG tipo konteinerių kranas¹⁵

¹³ Roterdamo uostas. Internetinis puslapis. Prieiga per internetą: [<https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/container-throughput-drives-growth-in-rotterdam>]

¹⁴ Internetinis šaltinis. World's most efficient fully-automated port in E China. Prieiga per internetą: [<https://www.youtube.com/watch?v=4AF9aIgUj3Q>]

¹⁵ A PEMA Information Paper. 2016. Container Terminal Automation. Prieiga per internetą: [<https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf>]

2) CARMGs automatizuoti konteinerių kranai, kraunantys konteinerius lygiagrečiai krantinei.



6 pav. CARMG tipo kranas¹⁶

3) ARTGs mobilūs kranai, kraunantys konteinerius lygiagrečiai krantinei.

Krano dydis yra nustatomas analizuojant esamą krovinių srauto dydį ir sandėliavimo aikštelių plotą. ARMGs tipo kranai dažniausiai vienas šalia kito krauna 8-10 vnt. konteinerių, CARMGs – 10-14 vnt, o ARTGs – nuo 7 iki 9 konteinerių, paliekant laisvą juostą sunkvežimiams. Konteineriai dažniausiai sandėliuojami 5 aukštais vienas virš kito, paliekant 350-350 mm. pločio tarpus tarp konteinerių blokų.

Atsižvelgiant į tai, kad aukčiau paminėti automatizuoti konteinerių krovos kranai neturi kabinų, operatorių, kurie juos valdytų, reikalinga sudėtinga programinė įranga, kuri užtikrintų teisingą ir saugų reikiamų operacijų (konteinerio perkėlimas iš taško A į tašką B; konteinerių pozicijos valdymas centimetrų tikslumu; vengimas smūgių, neatsargių judesių, susidūrimų; judėjimo trajektorijos kitimas; kran deformacijos ir kitos nenumatytos operacijos) vykdymą. Tam, kad užtikrinti reikiamą konteinerių tvarkymą, automatizuotuose kranuose yra įdiegtos šios technologinės naujovės:

- Lazeriniai arba infraraudonųjų spindulių jutikliai;
- Sumontuota vaizdinė įranga;
- Navigaciniai jutikliai;
- Galingi atliekamų procesų valdikliai;

¹⁶ A PEMA Information Paper. 2016. Container Terminal Automation. Prieiga per internetą: [https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf]

- Krano valdymo informacinės sistemos, kurios nuolat praneša apie esamą krano būklę.

Automatizuoti konteinerių krovos kranai yra skirti konteinerių perkėlimui iš vienos vietos į kitą, o horizontaliam konteinerio judėjimui terminalo teritorijoje skirta transporto sistema, susidedanti iš atskirų logistinių operacijų:

- Konteinerio judėjimas sausuma: nuo terminalo sandėliavimo aikštelės iki automatizuoto krano arba atvirkščiai;
- Konteinerių judėjimas tarp laivo ir krantinės ar atvirkščiai.

Konteinerių tvarkymui aikštelėje naudojami automatizuoti sunkvežimiai, kurie gali pervežti konteinerį į paskirties vietą, pagal iš anksto nustatytus parametrus.



7 pav. Automatizuotas vežimėlis horizontaliam konteinerių judėjimui aikštelėse¹⁷

Automatizuotų vežimėlių naudojimas konteinerių tvarkymui aikštelėje užtikrina didesnę efektyvumą, kadangi jų veikimas yra sinchronizuotas su kitų transporto priemonių atvykimu/išvykimu, išvengiama pavojaus, kadangi nėra vežimėlio vairuotojo-operatoriaus tuo metu, kai ant jo keliamas konteineris.

Automatizuoti krantinių kranai – tai dar viena technologinės įrangos rūšis, skirta konteinerių tvarkymui terminale. Tokių kranų veikimas, įdiegtos sistemos yra tokios kaip ir kranų, skirtų konteinerių tvarkymui terminale. Operatoriaus užduotis automatizavus techninę įrangą yra prižiūrėti atliekamus krovos procesus ir imtis veiksmų, tik tais atvejais, kai tai yra reikalinga.

¹⁷ A PEMA Information Paper. 2016. Container Terminal Automation. Prieiga per internetą: [https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf]

3. KONTEINERIŲ KROVOS TERMINALŲ PARAMETRŲ TYRIMŲ METODIKA

Siekiant įvertinti kokią reikšmę turi konteinerių terminalo automatizacija uostui, pirmiausia svarbu įvertinti automatizacijos aktualumą. Terminalo automatizacijos reikalingumas įvertinamas pagal tai, kokie yra numatomi krovinių srautai ateityje, kokie yra krovos pajėgumai, kokios yra rezervinės teritorijos konteinerių sandėliavimui ir saugojimui, ar uostas gali priimti atitinkamo dydžio laivus.

3.1. Daugiakriterinė konteinerių srautų prognozavimo metodika

Pirmiausia norint nuspręsti ar terminalui reikalinga automatizacija, kuri reikalauja itin didelių investicijų, svarbu numatyti būsimą krovinių srautą. Krovinių srauto prognozei naudojamas daugiakriteris krovinių srautų prognozavimo būdas, kuris apima ir įvertina įvairių veiksnių įtaką srautams.¹⁸

Srautų tyrimo metodika leidžia nustatyti ne tik esamą padėtį, bet ir planuoti srautus ateičiai su duota ar numatyta paklaida bei apskaičiuoti būtiną transportavimo intensyvumą, atsižvelgiant į esamus veiksnius, ir srautų tyrimo pagrindu nustatyti transporto infrastruktūros bei superstruktūros objektų parametrus.

Skaičiuojant konkrečius krovinių srautus, prognozuojant srautų parametrus ir remiantis konkretaus praėjusio periodo rezultatais (pavyzdžiui, statistiniais kelerių metų krovinių srauto duomenimis), tikslinga pirmiausia apskaičiuoti atsitiktinių dydžių matematinį vidurkį pagal 1 formulę⁵:

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

Čia:

x_i – bendras konkrečių krovinių kiekis, vežtas per atitinkamą laiką;

n – periodo dalių, kada vežtas $\sum x_i$ krovinių kiekis (pavyzdžiui, metai, mėnesiai, savaitės) skaičius, tuomet ir matematinis vidurkis išreikš periodo dalies dydį.

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

¹⁸ Paulauskas V. 2015. Jūrų transporto plėtra. Klaipėda: KU leidykla. 239 p.

$$\sigma_{y_i}^2 = S_{\xi_i}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (x_i - m_{y_i})^2 \quad (2)$$

Čia:

$S_{\xi_i}^2$ – atsitiktinių dydžių standartiniai nuokrypiai, apskaičiuojami pagal formulę:

$$S_{\xi_i} = \sqrt{S_{\xi_i}^2} \quad (3)$$

Norint nustatyti, kiek nagrinėjami dydžiai išsibarstę, galima apskaičiuoti variacijos koeficientą δ pagal formulę¹⁹:

$$\delta = \frac{S_{\xi_i}}{m_{y_i}} \quad (4)$$

Pagal gautą variacijos koeficiento reikšmę galima nustatyti ar krovinių srautai yra nuolatiniai ar ne. Transporto sistemoje, kalbant apie krovinių srautus, kai variacijos koeficientas yra mažesnis kaip 20 %, srautai laikomi nuolatiniais, priešingu atveju – nenuolatiniais, tačiau jų įvertinimas atliekamas taikant tą pačią metodiką. Esant nuolatiniams srautams tikslinga taikyti trumpalaikes prognozes, o esant nenuolatiniams srautams – trumpalaikės prognozės nėra labai tikslios.¹⁹

Prognozuojamas krovinių srautas laiko periodu t , priimant linijinę priklausomybę, apskaičiuojamas pagal formulę:

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

Čia:

Q_0 – krovinių kiekis pirmaisiais metais;

t – skaičiuojamasis laiko periodas, metais;

b – prognozavimo koeficientas, apskaičiuojamas pagal formulę:

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

Čia:

Q_{ti} – krovinių kiekis i -taisiais metais;

t_i – laiko periodas, metais nuo pirmųjų metų.

Galutinis koeficientas b randamas iš formulės:

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

¹⁹ Paulauskas V. 2015. Jūrų transporto plėtra. Klaipėda: KU leidykla.

Čia:

n_i – koeficientų b_i reikšmių skaičius.

Vidutinė kvadratinė paklaida randama iš formulės:

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

Čia:

σ_y^2 – atsitiktinių dydžių dispersija, randama pagal (2) formulę.

Taigi, turint vidutinę kvadratinę paklaidą, galima rasti optimistinę (9) ir pesimistinę (10) prognozes:

$$Q_0 = Q_t + e \quad (9)$$

$$Q_P = Q_t - e \quad (10)$$

Norint įvertinti įvairių veiksnių įtaką krovinių srautams, taikomas daugiakriteris metodas, kuriuo įvertinama tokių veiksnių įtaka kaip globali ekonominė situacija, šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija, transporto sistemos pajėgumas, konkurentų veiksmai ir kiti papildomi veiksmai. Prognozuojant daugiakriteriu metodu, krovinių srautas skaičiuojamas pagal formulę²⁰:

$$Q_t = (Q'_0 + bt)M \quad (11)$$

Čia:

Q'_0 – srautas paskutiniame statistiniame taške

M – daugiakriterio prognozavimo koeficientas, kurį galima rasti iš formulės:

$$M = \sum(K_m F_m) \quad (12)$$

Čia:

K_m – veiksnių svorio koeficientai, jų bendra suma turi būti lygi vienetui;

F_m – santykiniai veiksniai, kurie Q_0 taške lygūs vienetui.

Faktorių svoriai gali būti nustatomi remiantis ilgalaikę ekonominę raidą, šalies planais, transporto plėtros sistemomis, konkurentų veiksmis.

Taikant aukščiau aprašytą metodiką, galima įvertinti numatomus krovinių srautus ateityje, įvertinti galimas krizes, galimus krovinių srauto šuolius. Krovinių srauto įvertinimas yra pirminis ir vienas svarbiausių dalykų, analizuojant esamus ir reikiamus terminalo parametrus, siekiant didžiausio efektyvumo krovos procesų vykdyme.

²⁰ Paulauskas V. 2015. Jūrų transporto plėtra. Klaipėda: KU leidykla.

3.2. Konteinerių terminalo krantinių parametrų skaičiavimo metodika

Į Baltijos jūrą gali įplaukti laivai, kurių grimzlė yra iki 17 m., kadangi laivų dydžius riboja Didžiojo Belto sąsiauris. Dėl šios priežasties Baltijos jūroje negali būti planuojami uostai ir terminalai laivams, kurių grimzlė didesnė negu 17 m. Planuojant terminalą pagal numatomą krovinių srautą ir galimus laivų geometrinius parametrus, pirmiausia būtina nustatyti maksimalų vienu metu prie krantinės stovinčių laivų kiekį, kad būtų galima apskaičiuoti būtiną krantinės ilgį.

Skaičiuojant būtiną terminalo krantinių ilgį už pagrindą galima imti krantinės pralaidumą per konkretų laiko tarpą, paprastai imamas pralaidumas per mėnesį arba savaitę.²¹

Mėnesinis krantinės pralaidumas randamas iš formulės:

$$Q_{(m\acute{e}n)} = \frac{720 \cdot D_l \cdot \alpha \cdot k_{met} \cdot k_{u\acute{z}}}{t_{(l)} + t_{(pag)}} \quad (13)$$

Čia:

D_l – skaičiuojamojo laivo keliamoji galia, TEU;

α – koeficientas, įvertinantis laivo keliamosios galios išnaudojimą (paprastai imamas apie 0,9);

k_{met} – krantinės darbo laiko koeficientas, kuriuo įvertinamas prastovų laikas dėl meteorologinių veiksnių (dažniausiai priimamas apie 0,8);

$k_{u\acute{z}}$ – koeficientas, kuriuo įvertinamas krantinės užimtumas, atliekant krovos darbus ir pagalbines operacijas (paprastai priimamas apie 0,75);

$t_{(l)}$ – krantinės užimtumo laikas (valandomis), vykdant krovos operacijas;

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

Krantinės užimtumo laikas, vykdant krovos operacijas, randamas pagal formulę:

$$t_{(l)} = \frac{D_{(l)} \cdot \alpha}{M_{(l)}} \quad (14)$$

Čia:

$M_{(l)}$ – projektinė laivo pakrovimo valandinė norma (skaičiuojama pagal krano arba kranų darbo intensyvumą TEU/val.).

Priėmus vidutinį bendrą konteinerių kiekį, perkraunamą terminale per mėnesį $Q_{(m\acute{e}n)}$ būtina apskaičiuoti reikalingą minimalų krantinių terminale skaičių. Skaičiavimai atliekami naudojant formulę²¹:

²¹ Paulauskas V. 2004. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla.

$$n = \frac{Q_{progn.}}{Q_{(m\acute{e}n)}} \quad (15)$$

Toliau, vienos krantinės ilgis apskaičiuojamas iš formulės:

$$L_{(krant)} = L_{(l)} + d \quad (16)$$

Čia:

$L_{(l)}$ – skaičiuojamo laivo ilgis, m;

d – atstumas tarp laivų, m.

Apskaičiavus metinį krantinių pralaidumą, esant dabartinei technologinei krovos įrangai, galima įvertinti ar terminalas yra pajėgus apdoroti prognozuojamą krovinių srautą, ar reikalinga investuoti į naujesnę ir našesnę krovos techniką, kuri paspartintų krovos darbus, galimai leistų terminalui funkcionuoti efektyviau ir užtikrintų esamų krantinių parametrų pakankamumą.

3.3. Konteinerių saugojimo aikštelių sandėliavimo galimybių nustatymo metodika

Viena didžiausių problemų, planuojant terminalų plėtrą – ribotos galimybės vietos atžvilgiu. Didėjant krovinių srautams reikalingos ir didesnės sandėliavimo ar saugojimo aikštelių teritorijos, todėl vienu iš svarbiausių uždavinių, planuojant priimti didesnius krovinių srautus, išlieka dabartinių sandėliavimo ar saugojimo aikštelių galimybių nustatymas.

Reikalingą visą terminalo plotą bei plotą skirtą konteinerių saugojimui galima surasti naudojant formules²²:

$$C_{TEU} = \frac{A_T \cdot 365 \cdot H \cdot N \cdot L \cdot S}{A_{TEU} \cdot D \cdot (1+B_f)} = \frac{A_T \cdot 365 \cdot H}{A_{TEU} \cdot D \cdot (1+B_f)} \cdot N \cdot L \cdot S \quad (17)$$

$$A_T = \frac{C_{TEU} \cdot D \cdot A_{TEU} \cdot (1+B_f)}{365 \cdot H \cdot N \cdot L \cdot S} = \frac{C_{TEU} \cdot D \cdot A_{TEU} \cdot (1+B_f)}{365 \cdot H} \cdot \frac{1}{N \cdot L \cdot S} = \frac{A_N}{N \cdot L \cdot S} \quad (18)$$

Čia:

C_{TEU} – metinis konteinerių pralaidumas, TEU;

A_T – visas reikalingas konteinerių terminalo plotas;

A_N – teritorijos plotas, skirtas konteinerių krovos darbams ir jų sandėliavimui ar saugojimui;

H – santykis, tarp vidutinio ir maksimalaus konteinerių sukrovimo aukščio aikštelėse, priklausantis nuo konteinerių kėlimo mechanizmų, paskirties vietos ir kt. veiksnių. Paprastai priimamas 0,5 – 0,8;

²² Thoresen C. A. 2014. Port Designer's Handbook Great Britain: TJ International.

A_{TEU} – reikalingas teritorijos plotas (m^2/TEU), priklausantis nuo konteinerių tvarkymo sistemos, keliais aukštais kraunami konteineriai ir kiek konteinerių yra kraunama vienas šalia kito pločio atžvilgiu. Reikalingas dydis nustatomas remiantis 7 lentele.

D – konteinerio buvimo laikas terminale, dienomis. Dažnai importo konteineriams priimamos 7 d., eksporto – 5 d., tuštiems konteineriams – 20 d.

B_f – tuščios, priekinės konteinerių saugojimo aikštelės dalies koeficientas, priimamas 0,05 – 0,1;

N – pirminio/planuojamo arba esamo konteinerių saugojimo aikštelės ploto santykis su visa terminalo teritorija, priimamas 0,6 – 0,75;

L – koeficientas, nusakantis terminalo teritorijos formos efektyvumą, priimamas 0,7 – 1,0, (kuo taisyklingesnės stačiakampio formos yra terminalo teritorija, tuo koeficientas L yra artimesnis 1,0);

S – segregacijos koeficientas, priklausantis nuo konteinerių tvarkymo, paskirties vietos, priimamas 0,8 – 1,0.

7 lentelė. Reikalingo teritorijos ploto parametrų reikšmės²³

Handling equipment and method	Stacking height: no. of containers	Breadth or line of containers				
		1	2	5	7	9
Chassis	1	65				
FLT (front-lift truck) or RS (reach stacker)	1	72	72			
	2		36			
	3		24			
	4		18			
SC (straddle carrier)	1 over 1	30				
	1 over 2	16				
	1 over 3	12				
RTG or RMG	1 over 2			21	18	15
	1 over 3			14	12	10
	1 over 4			11	9	8
	1 over 5			8	7	6

Reikalingas sandėliavimo aikštelių plotas yra vienas pagrindinių rodiklių krovos pajėgumams užtikrinti, ypač tuo atveju, kai konteinerių terminalas veikia kaip tranšipmento uostas – konteineriai atkeliavę dideliais laivais iš tolimųjų uostų vėliau paskirstomi mažesniais laivais po kaimyninius uostus. Terminalui veikiant tokiu principu išauga reikalingos sandėliavimo vietos svarbumas. Todėl norint užtikrinti sandėliavimo plotų pakankamumą, tikslinga teritoriją, skirtą sandėliavimui įvertinti daugiau nei vienu metodu.

²³ Thoresen C. A. 2014. Port Designer's Handbook Great Britain: TJ International.

Sekantis konteinerių terminalų plotų skaičiavimas atliekamas krovinių saugojimo aikštelių, krovinių srautų ir vidutinio krovinių saugojimo laiko sandėliuose metodu.²⁴ Skaičiavimai atliekami naudojant formulę:

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

Čia:

$E_{(saug.aikšt)}$ – saugojimo aikštelių talpumas – krovinių kiekis, TEU, kurių vienu metu galima sandėliuoti;

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

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

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

$Q_{(saug.aikšt)}$ – krovinių kiekis, laikytas sandėlyje, t.

Krovinių kiekis $Q_{(saug.aikšt)}$, laikytas saugojimo aikštelėje randamas iš formulės:

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

Čia:

Q – metinis krovinių srautas, TEU;

$k_{(saug.aikšt)}$ – krovinių laikymo saugojimo aikštelėse koeficientas, paprastai konkreitiems terminalams priimamas 1,0, jeigu visi kroviniai pirmiausia kraunami į aikštelę, o paskui į laivą ir atvirkščiai.

Konteinerių saugojimo aikštelės būna suskirstytos į atitinkamas sritis, pavojingų krovinių konteineriai turi būti sandėliuojami atskirai nuo likusių konteinerių, taip pat išskiriamos tuščių konteinerių sandėliavimo aikštelės ir konteinerių refrižeratorių laikymo aikštelės.

²⁴ Paulauskas V. 2004. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla.

3.4. Didžiausio laivo, galinčio įplaukti į Klaipėdos uostą, parametru skaičiavimų metodika

Projektuojant terminalą nuo pradžių, vienas iš svarbiausių parametru yra kanalo plotis. Todėl svarbu iš pradžių įvertinti, kokio dydžio laivai bus aptarnaujami uoste, kelių juostų įplaukos kanalas bus. Kanalo plotis gali būti apskaičiuotas keliais būdais, vienas iš jų - naudojant klasikinę teoriją.

Taikant laivo valdymo teorijos metodus, minimalus uosto įplaukos kanalo plotis gali būti apskaičiuotas bet kokiam pasirinktam laivui. Tačiau norint įvertinti, kokius maksimalius parametrus turintis laivas gali įplaukti į jau esamą uostą iš klasikinės teorijos formulės išvedama lygtis maksimaliam laivo pločiui apskaičiuoti:

$$B_k = B \cdot \cos\beta + L \cdot \sin\beta + L \cdot \sin\Delta k + P' \cdot \sigma_y + b_n$$

$$B_k - P' \cdot \sigma_y - L(\sin\beta + \sin\Delta k) = B \cdot \cos\beta + b_n \quad (21)$$

Čia:

β - galimas didžiausias laivo dreifo kampas;

L - didžiausias planuojamas laivo ilgis tarp statmenų;

B - laivo plotis;

Δk - laivo krypavimo kampas;

σ_y - laivo vietos nustatymo kanalo ašies atžvilgiu tikslumas, pavyzdžiui vedlinės jautrumas;

P' - tikimybinis aprūpinimo koeficientas, priimamas $P' = 2$;

b_n - navigacinė atsarga, kurią apskaičiuojame pagal duotą formulę:

$$b_n = 0.25 \cdot B + 0.25 \cdot B = 0.5B \quad (22)$$

Įvertinus esamą įplaukos kanalo plotį ir pagal jį apskaičiuavus, kokius maksimalius parametrus turinčius laivus uostas gali priimti, neskiriant daugybės investicijų navigacinio kanalo parametru didinimui, galima planuoti ateities krovinių srautus, analizuoti, kokios investicijos yra būtinos siekiant išlaikyti konkurencingumą aptarnaujant didžiausius konteinerių laivus, krovinių srautams nuolat augant.

3.5. Konteinerių terminalo automatizacijos poveikio įvertinimo metodika

Roterdamo uostas, esantis didžiausias uostas Europoje ir 9 pasaulyje yra puikus automatizacijos ir jos efektyvumo pavyzdys. Automatizuotame konteinerių terminale krovos pajėgumai padidinami 30 % lyginant su konteinerių terminalu, kuriame krovos darbai atliekami mechaniškai – naudojantis žmonių darbu.

Remiantis Roterdamo uostu kaip pavyzdžiu, ir pritaikius tokį patį efektyvumo padidinimo modelį Klaipėdos uostui krovos darbų našumas Smeltės konteinerių terminale turėtų padidėti 30 %.

Tuomet metinis krantinės pralaidumas, tam pačiam skaičiuojamajam laivui būtų gerokai didesnis ir būtų perskaičiuojamas remiantis 23 formule, darbo našumą padidinus 30 %:

$$t_{(l.autom.)} = \frac{D(l) \cdot \alpha}{M_{(l.aut)}} \quad (23)$$

Čia:

$t_{(l.autom.)}$ - krantinės užimtumo laikas (valandomis), vykdant krovos operacijas po konteinerių terminalo automatizacijos;

$M_{(l.autom.)}$ – krovos darbų našumas automatizavus konteinerių terminalą.

Tuomet mėnesinis vienos krantinės pralaidumas būtų randamas iš formulės:

$$Q_{(mėn.autom.)} = \frac{720 \cdot D_l \cdot \alpha \cdot k_{met} \cdot k_{už}}{t_{(l.autom.)} + t_{(pag)}} \quad (24)$$

$Q_{(mėn.autom.)}$ – mėnesinis vienos krantinės pralaidumas po konteinerių terminalo automatizacijos.

Įvertinus metinį krantinės pralaidumą po automatizacijos, galima palyginti, koku dydžiu išaugo konteinerių terminalo pajėgumai:

$$Q_{(metinis.autom.)} - Q_{(metinis)} = Q_{(skirtumas\ autom.)} \quad (25)$$

Remiantis krantinių pralaidumu, galima nustatyti koks krantinių užimtumas bus reikalingas pervežti ateityje numatomam kroviniui:

$$n = \frac{Q_{progn.}}{Q_{(mėn.autom.)}} \quad (26)$$

Pagrindiniais automatizacijos trūkumais išlieka didžiulių investicijų poreikis ir žmogaus darbo jėgos sumažinimas, kadangi remiantis Roterdamo uosto patirtimi, automatizavus konteinerių terminalą reikalinga žmogaus darbo jėga sumažėja 70 %.

Remiantis gautais rezultatais galima įvertinti ir palyginti rezultatus prieš konteinerių terminalo automatizaciją ir po jos, nustatyti automatizacijos reikalingumą ir įvertinti naudą.

4. KONTEINERIŲ KROVOS TERMINALŲ PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI

Tam, kad būtų galima įvertinti kokią reikšmę turi konteinerių terminalo automatizacija uostui, pirmiausia analizuojamas automatizacijos aktualumas, pagrįstas matematiniais skaičiavimais. Pagal tai, kokie yra numatomi krovinių srautai ateityje, kokie yra krovos pajėgumai, kokios yra rezervinės teritorijos konteinerių sandėliavimui ir saugojimui, ar uostas gali priimti atitinkamo dydžio laivus nustatoma, kada tikslingiausia būtų atlikti terminalo automatizaciją, kadangi tai reikalauja didelių kaštų.

4.1. Daugiakriterinė konteinerių srautų prognozavimo metodika

Prognozės skaičiavimai atliekami remiantis 3 lentelėje pateiktais konteinerių krovos statistiniais duomenimis. Pirmiausia surandamas prognozavimo koeficientas naudojant (6) ir (7) formules:

$$b_1 = \frac{(Q_1 - Q_0)}{1} = \frac{(115000 - 87000)}{1} = 28000$$

$$b_2 = \frac{(Q_2 - Q_0)}{2} = \frac{(158458 - 87000)}{2} = 35729$$

Sekantys koeficientai apskaičiuojami analogiškai, o gautos reikšmės pateiktos 8 lentelėje:

8 lentelė. Prognozavimo netolygumo koeficientų reikšmės

b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9
28000	35729	14595	11138	17732	12627	14092	11637	33331

Galutinis koeficientas b – tai visų 2 lentelėje pateiktų reikšmių aritmetinis vidurkis, randamas iš 7 formulės:

$$b = \frac{28000 + 35729 + 14595 + 11138 + 17732 + 12627 + 14092 + 11637 + 33331}{9} = 19876$$

Turint prognozavimo netolygumo koeficientą b , galima apskaičiuoti būsimą konteinerių srautą Klaipėdos Smeltėje po 10 metų, t. y. 2028 metais. Skaičiavimai atliekami naudojant 5 formulę:

$$Q_{2028} = Q_0 + bt = 87000 + 19876 \cdot 19 = 593445 \text{ TEU}$$

Toliau, pagal 1 formulę skaičiuojamas atsitiktinių dydžių matematinis vidurkis:

$$m_{yi} = \frac{1}{9} (87000 + 115000 + 158458 + 130786 + \dots + 386982) = 171394$$

Pagal 2 formulę paskaičiuojama atsitiktinių dydžių dispersija:

$$\begin{aligned} \sigma_{yi}^2 &= \frac{(87000 - 171394)^2 + (115000 - 171394)^2 + \dots + (386982 - 171394)^2}{9 - 1} \\ &= 6\,728\,449\,727 \end{aligned}$$

Apskaičiuojama kvadratinė paklaida:

$$e = \sqrt{6\,728\,449\,727} = 82\,027 \text{ TEU}$$

Įvertinamas variacijos koeficientas:

$$\delta = \frac{82\,027}{171394} = 0,48 = 48\%$$

Kadangi gautas variacijos koeficientas yra didesnis už 20 %, laikoma, kad konteinerių srautai Smeltės terminale yra gana nepastovūs. Tokio rezultato gavimui didelės įtakos turėjo beveik dvigubai išaugusi Smeltės konteinerių krova 2018 metais, LKAB „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių paskirstymo centro (HUB) atidarymas, kuris sudaro sąlygas pritraukti naujus krovinių srautus tiesiogiai iš kitų kontinentų, aplenkiant Europos uostus.

Toliau krovinių srautai tikslinami pritaikius daugiakriterį metodą.

Pirmiausia priimami svorio koeficientai konteineriams:

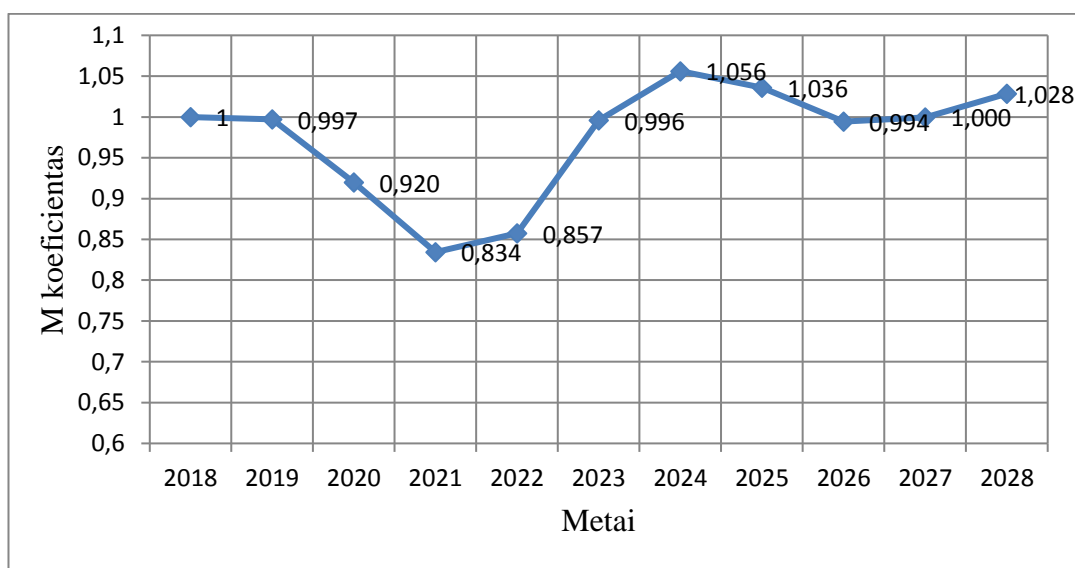
- Globali ekonominė situacija 0,3
- Šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija 0,25
- Transporto sistemos pajėgumas 0,2
- Konkurentų veiksmai 0,15
- Kiti papildomi veiksmai 0,1

Remiantis Eurostat duomenimis analizuojamas BVP prieaugis, procentais. Remiantis tuo, kad kas 10-12 metų įvyksta globalios ekonominės krizės, kurių metu bendras šalių BVP neauga 2-3 metus arba patiria recesijos padarinius, galima priimti tokius numatomus BVP augimo dydžius nuo 2018 metų atitinkamose srityse (9 lentelė).

9 lentelė. BVP prieaugio rodikliai

Metai		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
BVP prieaugis, %	Globali ekonominė situacija	0,5	2,1	2,2	1,9	1,7	1,9	1,95	2	2,1	2,2	2,2	
	Šalies (užuosčio) ekonominė ir politinė situacija	0,9	2,5	2,2	1,8	2,1	2,9	3	3,1	3,3	3,3	3,2	
	Transporto sistemos pajėgumas	1	1,3	1	1,1	1,3	1,5	1,9	1,5	1	1,2	1,3	
	Konkurentų veiksmi	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,7
	Kiti papildomi veiksmi	1	1	0,8	0,8	0,75	0,75	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	

Turint esamą BVP prieaugio situaciją, galima įvertinti prognozuojamą santykinę situaciją atitinkamose srityse ateinantiems metams, remiantis BVP, prekybos ir transporto tarpusavio santykio taisykle 1 : 2 : 3. Remiantis svorio koeficientais ir BVP prieaugio dydžiais gaunamas daugiakriterio prognozavimo koeficientas, kurio grafinė išraiška pateikta 8 paveiksle.



8 pav. Daugiakriterio prognozavimo koeficientas

Turint daugiakriterinio koeficiento reikšmes galima apskaičiuoti numatomą konteinerių srautą 2028 metais. Skaičiavimai atliekami naudojant 11 formulę:

$$Q_{2028} = (87000 + 19876 \cdot 19)1,028 = 610235 \text{ TEU}$$

Pritaikius paklaidą gaunamas krovinių srautas pagal optimistinę ir pesimistinę prognozes.

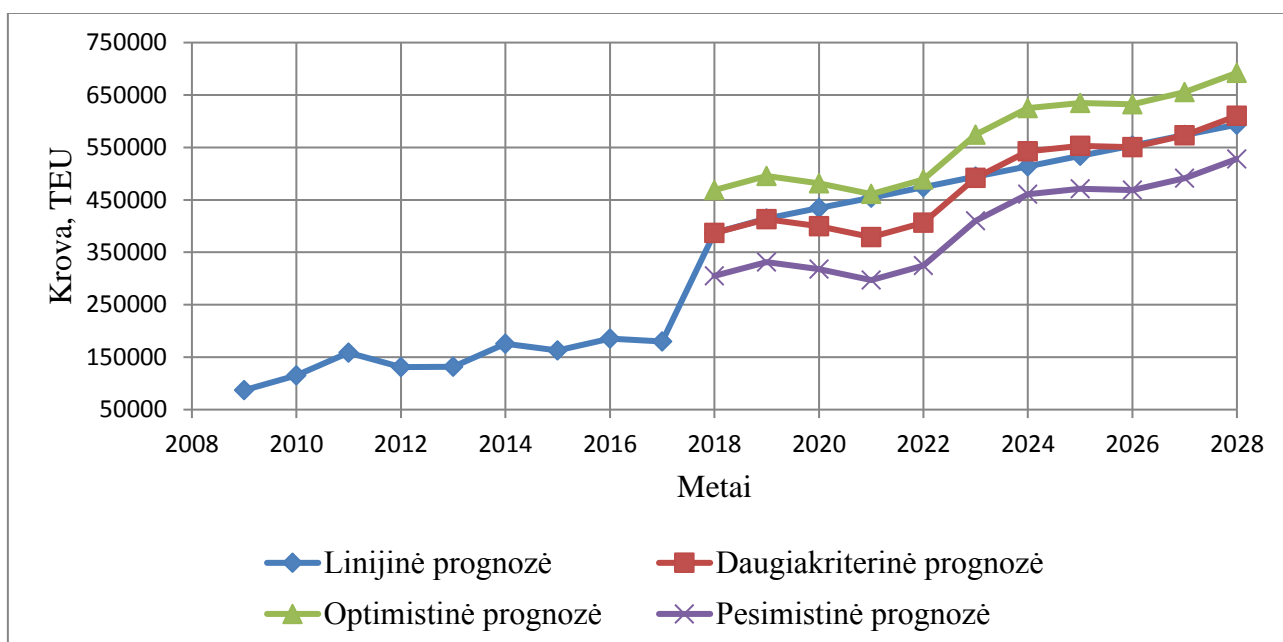
Krovinių srautas pagal optimistinę prognozę yra:

$$Q_{2028} = 610235 + 82027 = 692262 \text{ TEU}$$

Krovinių srautas pagal pesimistinę prognozę:

$$Q_{2028} = 610235 - 82027 = 528208 \text{ TEU}$$

Grafinė prognozuojamo krovinių srauto išraiška, remiantis daugiakriteriu prognozavimo metodu yra pateikta 9 paveiksle, kuriame aiškiai matomas konteinerių srauto padidėjimas 2018 m., kai lyginant su 2017 m. konteinerių srautas išaugo daugiau nei du kartus. Tokiam šuoliui įtakos turėjo tai, jog „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas pradėjo veikti, kaip tranšpmento konteinerių terminalas, kuriame konteineriai atkeliavę iš didesnių uostų yra paskirstomi po mažesnius – kaimyniniu uostus.

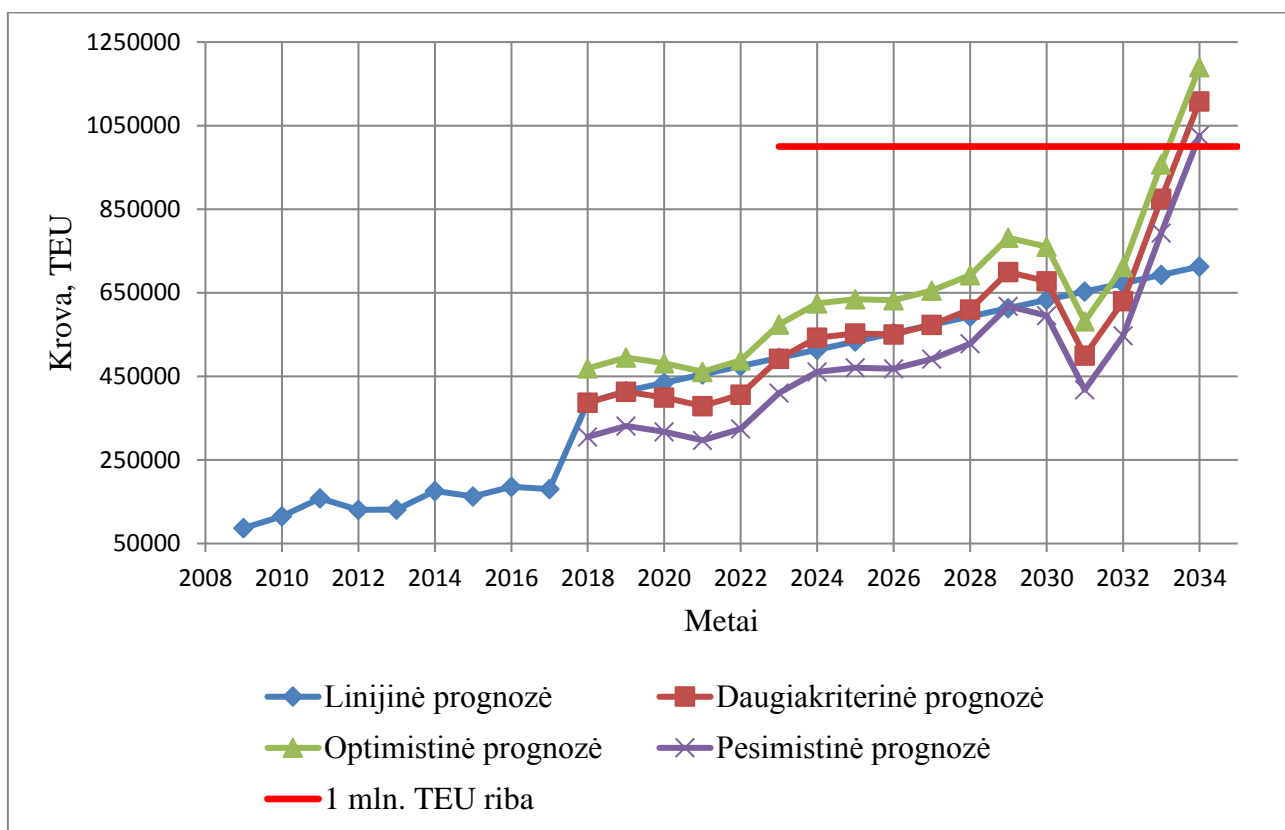


9 pav. Linijinė ir daugiakriterė konteinerių srauto prognozė

Atsižvelgiant į gautus duomenis, akivaizdu, kad konteinerių srautas Klaipėdos Smeltėje yra augantis ir 2028 m. sudaro 610235 TEU, o remiantis optimistine prognoze – net 692262 TEU. Norint užtikrinti konteinerių terminalo automatizacijos efektyvumą, optimaliausią investicijų paskirstymą, reikalinga, kad krovinių srautas terminale siektų 1 mln. TEU. Todėl, remiantis ta pačia skaičiavimų metodika, nustatoma, kuriais metais Klaipėdos Smeltėje galimas 1 mln. TEU krovinių srautas.

Atliekant papildomus skaičiavimus, laikomasi tos pačios sąlygos, kad kas 10-12 metų įvyksta globalios ekonominės krizės, kurių metu bendras šalių BVP neauga 2-3 metus arba patiria recesijos padarinius. Tinkamai išanalizavus ankstesnius BVP prieaugio rodiklius ir atlikus reikiamus

daugiakriterės prognozės skaičiavimus, gaunama, kad Klaipėdos Smeltėje konteinerių krova pasieks 1 mln. TEU 2034 metais (1107749 TEU). Skaičiavimų rezultatai pavaizduoti grafiškai 10 paveiksle.



10 pav. 1 mln. TEU daugiakriterės prognozės grafinė išraiška

Ilgesniam laiko periodui prognozuoti krovinių srautus nėra visai tikslinga, kadangi galimi ne maži nukrypimai, tačiau konteinerių terminalo automatizacija yra išsamiai analizuojamas ir smulkiai planuojamas ilgalaikis projektas, kurio įgyvendinimui didžiausią svarbą turi numatomi krovinių srautai.

Analizuojant įvairius faktorius, turinčius įtakos krovinių srauto augimui, analizuojant statistinius duomenis, galima daryti prielaidą, kad krovinių srauto nuolatinis augimas yra sunkiai įmanomas, ir galimai 2031 m. prognozuojama krizė, kurios metu, krovinių srautas stipriai sumažėtų. Tokiam krovinių srauto sumažėjimui įtakos turi užuosčio politika, globali ir ekonominė situacija bei kiti faktoriai. Tačiau remiantis paveikslėlyje pateiktu grafiku, matyti, kad nepaisant numatomų laikinų krovinių srauto sumažėjimų (2021 m., 2031 m.) – prognozė yra palanki.

Sekančiuose terminalo projektavimo etapuose svarbu įvertinti uosto pajėgumą, kanalo parametrus, galimybę aptarnauti mega konteinervežius ir tai, kokios įtakos turėtų konteinerių terminalo automatizacija. Visi šie rodikliai įvertinami ir analizuojami tolimesniuose skyriuose.

4.2. Konteinerių krovos pajėgumų skaičiavimai

Pagrindinis visų uostų ir jų terminalų tikslas yra didinti ekonominius rodiklius, kuriems didelę įtaką turi krovos pajėgumų dydis. Nuo krovos pajėgumų priklauso, per kiek laiko bus pakrautas/iškrautas kroviny. Kuo didesni pajėgumai, tuo trumpiau laivas stovės prie krantinės – rinkliavos bus mažesnės ir taip terminalas išliks patrauklesnis lyginant su kitais terminalais.

Pirmiausia, norint nustatyti, koks yra konteinerių terminalo pajėgumas per mėnesį, surandamas terminale esančios krovos įrangos našumas.

Teoriškai krovos darbų našumą galima įvertinti susumavus vienu metu dirbančių kranų pajėgumus. Tačiau šiuo atveju, pasirinktas realus krovos darbų našumo modelis, įvertinus kiek konkretus laivas užtruko terminale ir kiek krovinio buvo per atitinkamą laiką perkrauta. (Analizei naudoti duomenys iš interaktyvaus tinklalapio www.marinetraffic.com).

Analizės modelis ir gauti rezultatai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Krovos darbų našumo įvertinimas

1	2	3	4			5	6	7
Eil. Nr.	Laivo pavadinimas	Dedveitas, t.	Matmenys, m.			Laikas terminale, val.	Perkrauta krovinio, TEU.	Krovos darbų našumas, TEU/val.
			Ilgis	Plotis	Grimzlė			
1.	„MSC BARBARA“	85 820	303,94	40	11,6	40	4219,5*	105,5*
2.	„MSC DARDANELLES“	81 171	299,9	40	12,5	26	3990,9*	153,5*
3.	„MSC NINGBO“	93 572	299,9	42,8	11,2	48	5979	124,6
4.	„CONTAINERSHIPS VI“	13 520	154,9	21,8	7,2	12	664,7*	55,4*

*Reikalingas perkrauto krovinio kiekis (6) ir krovos darbų našumas (7) gautas įvertinus trukmę (5), kiek Klaipėdos uoste užtruko konkretus laivas (2). Įvertinus laivo dedveitą (3), priėmus laivo pilnumo koeficientą (0,59), ir pagal ilgalaikes praktikas priėmus, kad 1 TEU vidutiniškai atitinka 12 t, nustatyta koks krovinio kiekis buvo perkrautas (6). Išanalizavus statistinius duomenis (krovos darbų pradžia/pabaiga) nustatyta, kiek laiko laivas stovėjo priešvartuotas prie krantinės (5). Remiantis visais minėtais duomenimis, nustatytas realus terminalo krovos darbų našumas.

Analizei buvo pasirinkti skirtingo dydžio (konteinerių pervežimai vyksta tiek mega konteinervežiais, tiek fideriniais laivais – konteinervežiais, skirtais konteinerių paskirstymui po kaimyninius uostus) ir skirtingu metų laiku aptarnauti laivai (krovos našumui įtakos turi klimato sąlygos).

Remiantis apskaičiuotais duomenimis iš 10 lentelės, nustatoma vidutinė projektinė laivo pakrovimo valandinė norma $\frac{\sum M_{(l)}}{n}$:

$$\frac{105,5 + 153,5 + 124,6 + 55,4}{4} = 109,8 \text{ TEU/val}$$

Remiantis gautu vidutiniu krovos darbų našumu (109,8 TEU/val.) tolimesniems skaičiavimams atlikti naudojami realūs duomenys iš 10 lentelės, kurie tenkina nelygybę:

$$109,8 \frac{\text{TEU}}{\text{val}} < X \frac{\text{TEU}}{\text{val}}$$

Iš nelygybės gauname, kad artimiausi krovos pajėgumai buvo pasiekti aptarnaujant „MSC NINGBO“ laivą (Eil. Nr. 3, 10 lentelė).

Toliau atliekami krantinės pralaidumo skaičiavimai naudojant pasirinkto laivo parametrus ir pasiektą našumą perkraunant konteinerius terminale:

- Dedveitas 93 572 t. (7 798 TEU),
- Ilgis – 299,9 m.,
- Plotis – 42,8 m.,
- Grimzlė – 11,2 m.,
- Pasiektas našumas – 124,6 TEU/val.

Pirmiausia apskaičiuojamas krantinės užimtumo laikas, vykdant krovos operacijas, pagal 14 formulę.

$$t_{(l)} = \frac{7\,798 \cdot 0,9}{124,6} = 57 \text{ val.}$$

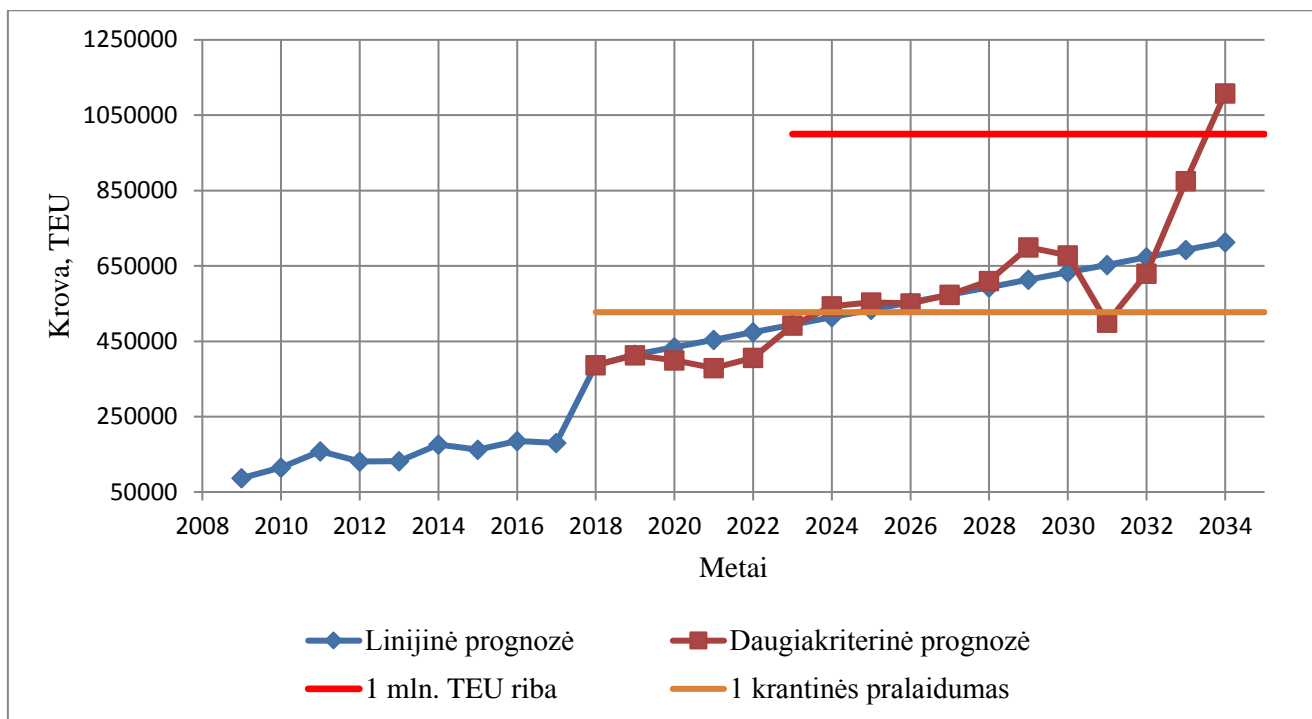
Tuomet, mėnesinis vienos krantinės pralaidumas apskaičiuojamas taikant 13 formulę:

$$Q_{(m\acute{e}n)} = \frac{720 \cdot 7\,798 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,75}{57 + 12} = 43\,941 \text{ TEU}$$

Galiausiai gaunama, kad metinis vienos krantinės pralaidumas sudaro:

$$Q_{(metinis)} = 12 \cdot 43\,941 = 527\,292 \text{ TEU}$$

Analizuojant anksčiau gautus duomenis, juos lyginant, gaunama, kad metinis krantinės pralaidumas yra gerokai mažesnis, negu numatomas krovinių srautas ateityje. Grafinė išraiška pavaizduota 11 pav., kuriame vizualiai matoma, kad krantinės pralaidumas yra daugiau nei 2 kartus mažesnis, lyginant su reikiamu krantinės pralaidumu prognozuojamam kroviniui aptarnauti 2034 m. Tai reiškia, kad vienoje krantinėje esanti krovos įranga nėra pajėgi apdoroti numatomus krovinių srautus ateityje, todėl reikalingas atitinkamai didesnis krantinių skaičius.



11 pav. 1 krantinės pralaidumo palyginimas su prognozuojamais krovinių srautais

Siekiant įvertinti koks krantinių skaičius yra reikalingas, tam, kad būtų užtikrinti reikiami krovos pajėgumai numatomam krovinių srautui 2034 metais, kai konteinerių srautai turėtų viršyti 1 mln. TEU ribą ($Q_{2034} = 1\,107\,749\ TEU$), atliekami skaičiavimai naudojant 15 formulę:

$$n = \frac{1\,107\,749/12}{43\,941} = 2,1\ t. y. 3\ krantinės$$

Gaunama, kad reikalingas krantinių skaičius sudaro 3 krantines. Tokio tipo skaičiavimuose, rezultatai apvalinami remiantis ne matematinėmis taisyklėmis, o įvertinant realią situaciją. Šiuo atveju 3 krantinė reikalinga tik labai mažai daliai krovinio – 1/10 krovinio. Tačiau pats faktas, kad reikalingos 3 krantinės – išlieka. Vertinant gautus rezultatus, svarbu nepamiršti, kad visuomet gali iškilti nenumatytų sąlygų, atsirasti neigiamų faktorių, kurie sumažintų krovos įrangos našumą, taip didindami krovos laiką, o tuo pačiu ir reikalingą krantinių skaičių.

Siekiant įvertinti terminalo pajėgumus aptarnaujant įvairių parametrų laivus, svarbu tinkamas krantinių ilgis. Klaipėdos Smeltė konteinerių terminalas yra išsidėstęs ties 82-96 krantinėmis, kurių bendras ilgis siekia 1 088 m.

Norint apskaičiuoti reikalingą krantinės ilgį reikia žinoti šiuos parametrus – švartuojamojo laivo ilgį ir atstumą tarp laivų d .

Atstumas tarp prie krantinės prišvartuotų laivų d turi sudaryti ne mažiau kaip 10% didesniojo laivo ilgio. (KVJU Laivybos taisyklės: „Laivai prie krantinių privalo stovėti taip, kad atstumai tarp

išilgai krantinės stovinčių laivų arba tarp laivo ir bet kokios kliūtis būtų ne mažesni kaip 10% didesniojo laivo ilgio...“²⁵

Skaičiuojamojo laivo ilgis - $L_{(l)} = 299,9 \text{ m}$.

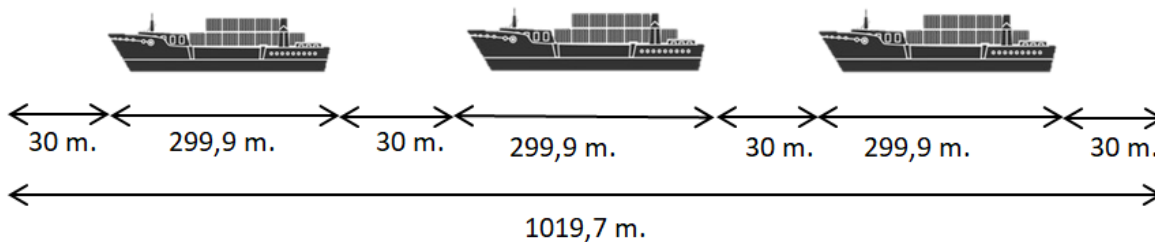
Priimama, kad prie šalia esančių krantinių prisišvartavę laivai bus tokio paties ilgio. Tuomet gaunama, kad būtinas atstumas tarp laivų sudarys:

$$d = 299,9 \cdot 10\% = 30 \text{ m}.$$

Atsižvelgiant į turimus parametrus, gautus duomenis ir remiantis 16 formule išvedama nauja formulė, skirta apskaičiuoti reikalingą bendrą 3 krantinių ilgį, prie kurių švartuos laivai:

$$\begin{aligned} L_{(krant)} &= d_{(10\%kliūtis)} + L_{(l)} + d_{(10\%iki laivo)} + L_{(l)} + d_{(10\%iki laivo)} + L_{(l)} + d_{(10\%kliūtis)} \\ &= 30 + 299,9 + 30 + 299,9 + 30 + 299,9 + 30 = 1019,7 \text{ m} \end{aligned}$$

Gaunama, kad reikalingas krantinės ilgis sudaro 1019,7 m. Principinė laivų stovėjimo prie krantinių schema pateikta paveiksle:



12 pav. Laivų švartavimosi schema prie krantinių

Norint nustatyti, ar dabartinis Klaipėdos Smeltė konteinerių terminalui priklausančių krantinių ilgis yra pakankamas, analizuojami krantinių Nr. 82-96 parametrai.

Naudojantis krantinių techniniais pasais ir VĮ KLAIPĖDOS VALSTYBINIO JŪRŲ UOSTO DIREKCIJOS UOSTO KAPITONO ĮSAKYMU (2 priedas) susisteminami reikalingų krantinių parametrai:

²⁵ Klaipėdos Valstybinio Jūrų Uosto Laivybos Taisyklės. PATVIRTINTA LRSM 2018 m. rugsėjo 10 d. įsakymu Nr. 3-327

11 lentelė. Krantinių Nr. 82-96 parametrai

1	2	3	4
Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis, m	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių, m	Ar skaičiuojamajam laivui pakanka maksimalios leistinos grimzlės prie krantinės ((3)>11,2 m) ?
82	184,00	13,2	Taip
83	50,00	13,2	Taip
84	50,00	13,2	Taip
85	50,00	13,2	Taip
86	50,00	13,2	Taip
87	50,00	13,2	Taip
88	70,00	13,2	Taip
89	50,00	13,4	Taip
90	50,00	13,4	Taip
91	50,00	13,4	Taip
92	50,00	13,4	Taip
93	84,00	13,4	Taip
94	100,00	13,4	Taip
95	100,00	13,4	Taip
96	100,00	13,4	Taip

Kadangi leistina maksimali laivų grimzlė ties kiekviena krantine yra tenkinama, apskaičiuojamas bendras krantinių ilgis:

$$\sum L_{(krant)} = 184,00 + 50,00 + 50,00 + 50,00 + \dots + 100,00 + 100,00 = 1\,088 \text{ m.}$$

Palyginus bendrą realų krantinių ilgį, su reikalingu krantinių ilgiu trims laivams krauti vienu metu, gaunama, kad sąlyga yra tenkinama ir krantinių ilgis yra pakankamas:

$$(L_{(krant)} = 1\,019,7 \text{ m.}) \leq \left(\sum L_{(krant)} = 1\,088 \text{ m.} \right)$$

Įvertinus metinį krantinių pralaidumą, galimus pajėgumus, nustatyta, kad numatomam krovinių srautui 2034 m. terminalo krantinių techniniai parametrai yra tenkinami ir su rezervine dalimi. Numatomam didesniai negu 1 mln. TEU kroviniui apdoroti maksimalus vienu metu prie krantinių stovinčių laivų kiekis – 3, ir reikalingas krantinių ilgis, įvertinus atstumus tarp laivų – 1 019,7 m.

4.3. Konteinerių saugojimo aikštelių sandėliavimo galimybių skaičiavimai

Išaugus krovinių srautams dažnai iškyla su sandėliavimo aikštelių plotais susijusi problema – ribotos galimybės vietos atžvilgiu arba apskritai, rezervinės teritorijos sandėliavimo plotų plėtrai nebuvimas. Vienas iš svarbiausių parametru, kurį būtina įvertinti, planuojant didesnius konteinerių srautus, tai maksimalus dabartinių sandėliavimo ar saugojimo aikštelių galimybių nustatymas.

Kadangi sandėliavimo teritorija yra vienas svarbiausių parametru, susijusių su išaugusiais krovinių srautais, skaičiavimai atliekami dviem metodais.

Naudojant 17 – 18 formules, konteinerių terminalo talpumas įvertinamas pagal pirmąjį metodą, o naudojantis 19 – 20 formulėmis – pagal antrąjį.

Pirmiausia priimami atitinkami koeficientai, atsižvelgiant į esamą situaciją, sandėliavimo sistemas ir parametrai, pagal numatomą konteinerių srautą:

H – įvertinus vidutinį konteinerių sandėliavimo aukštį, priimama vidutinė reikšmė, t.y. – 0,65;

A_{TEU} – išanalizavus tai, kad Klaipėdos Smeltė konteinerių terminale yra RTG tipo kranai, konteineriai vienas ant kito maksimaliai gali būti kraunami 5 aukštais, bet dažniausiai kraunami 3 – 4 aukštais, o pločio atžvilgiu vienas šalia kito statomi 6 konteineriai, priimama, kad $A_{TEU} = 11 m^2/TEU$;

D – priimama vidutinė konteinerių sandėliavimo trukmė – 6 dienos;

B_f – priimama vidutinė reikšmė – 0,075;

N – priimamas vidutinis dydis – 0,68;

L – remiantis Klaipėdos Smeltė konteinerių terminalo sandėliavimo aikštelių forma (xxxx paveikslėlis) priimamas koeficiento dydis – 0,9, kadangi aikštelė artima stačiakampio formai;

S – primamas vidutinis dydis – 0,9.

Iš ankstesnių skaičiavimų, nustatytas prognozuojamas krovinių srautas:

$C_{TEU} = 1\ 107\ 749$ (2034 metais).

Įvertinus visus reikiamus parametrus, skaičiuojamas bendras reikalingas sandėliavimo aikštelės plotas, pagal 18 formulę:

$$A_T = \frac{1\ 107\ 749 \cdot 6 \cdot 11 \cdot (1 + 0,075)}{365 \cdot 0,65 \cdot 0,68 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = \frac{78\ 594,8}{130,7} = 601\ 337 m^2 = 60,1 ha$$

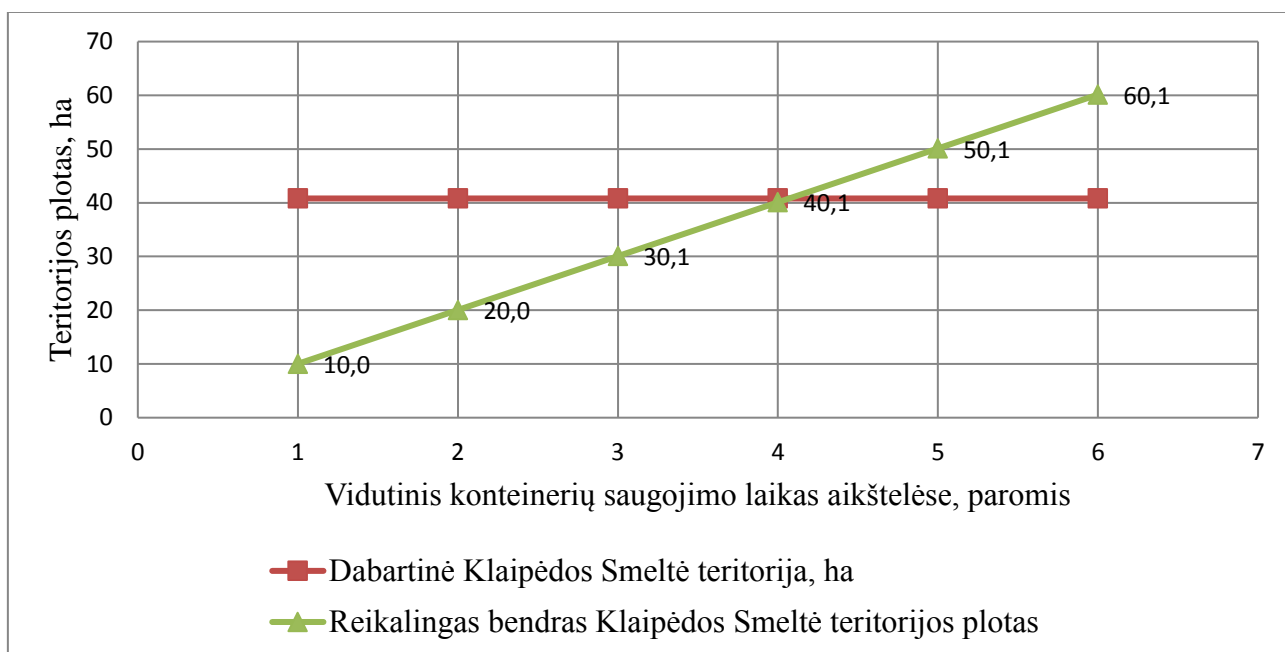
Remiantis tuo, kad dabartinis visos Klaipėdos Smeltė teritorijos plotas sudaro 40,8 ha, akivaizdu, kad numatomam krovinių srautui 2034 metais teritorija yra nepakankama, plėtros galimybės – taip pat ribotos, kadangi bendrovė įsikūrusi Klaipėdos miesto teritorijoje.

Vieninteliai realūs būdai, norint užtikrinti sandėliavimo aikštelių teritorijos pakankamumą – tai koeficientų D ir A_{TEU} optimizavimas. A_{TEU} – koeficientas priklauso nuo konteinerių krovos

įrangos, todėl čia optimizavimo galimybės yra sunkiai įgyvendinamos arba reikalauja didelių investicijų – naujos krovos, konteinerių tvarkymo įrangos, siekiant sumažinti 1 TEU tenkanti plotą teritorijos.

Galimybė sumažinti koeficientą D yra didesnė, kadangi didžioji dalis konteinerių – tranšpmento konteineriai, kurių sandėliavimo laikas terminalo teritorijoje gali būti sumažintas, esant didesniam konteinerių srautui, greičiau galima surinkti atitinkamą kiekį konteinerių, kurie paskirstomi po kaimyninius uostus.

Reikalingo teritorijos ploto, apskaičiuoto pagal 18 formulę priklausomybė nuo konteinerių sandėliavimo laiko (dienomis) pateikta 13 pav.



13 pav. Reikalingo teritorijos ploto santykinė priklausomybė nuo konteinerių saugojimo laiko

Iš grafiko matoma, kad sumažinus koeficientą D – vidutinį konteinerių saugojimo laiką aikštelėse – iki 4 dienų ir mažiau, dabartinis Klaipėdos Smeltė bendras teritorijos plotas yra pakankamas.

Norint nustatyti, koks teritorijos plotas turi būti skirtas konkrečiai konteinerių sandėliavimui iš 18 formulės išvedama lygtis, skirta apskaičiuoti „grynam“ konteinerių sandėliavimo plotui ir apskaičiuojamas reikalingas plotas:

$$A_N = A_T \cdot N \cdot L \cdot S = (40,1 \text{ ha} \cdot 10\,000) \cdot 0,68 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 220\,871 \text{ m}^2$$

1 TEU užimamas paviršiaus plotas sandėliavimo aikštelėse sudaro:

$$\text{Plotas} = 6,1 \cdot 2,44 = 14,9 \text{ m}^2$$

Iš čia gaunama:

$$A_N = \frac{220\,871}{14,9} = 14\,824\, TEU$$

Šiuo metu kompanija Klaipėdos Smeltė turi galimybę sandėliuoti iki 20 000 TEU konteinerių savo teritorijos sandėliavimo aikštelėse, o tai reiškia, kad tuo atveju, jei vidutinis konteinerių sandėliavimo laikas neviršys 4 dienų – terminalo parametrai bus pakankami tiek „grynam“ sandėliavimo aikštelių plotui tiek visam bendrovės plotui įskaitant esamus kelius, pravažiuojimus ir likusias teritorijas.

Sekantis konteinerių terminalų plotų skaičiavimas atliekamas krovinių saugojimo aikštelių, krovinių srautų ir vidutinio krovinių saugojimo laiko sandėliuose metodu.²⁶ Skaičiavimai atliekami norint užtikrinti sandėliavimo aikštelių pakankamumą ateityje planuojamam konteinerių terminalo srautui, viršijančiam 1 mln. TEU ribą.

Pirmiausia pagal 20 formulę apskaičiuojamas krovinių kiekis 2034 metais, laikant, kad kroviniai pirmiausia kraunami į aikštelę, ir tik paskui į laivą arba atvirkščiai:

$$Q_{(saug.aikšt)} = 1\,107\,749 \cdot 1 = 1\,107\,749\, TEU$$

Tuomet apskaičiuojamas reikalingas konteinerių saugojimo aikštelės talpumas pagal 19 formulę, priimant, kad vidutinis konteinerio saugojimo laikas išlieka 4 dienos, aikštelės talpumo išnaudojimo koeficientui priimama vidutinė reikšmė – 0,8, o navigacinis periodas sudaro 350 dienų:

$$E_{(saug.aikšt)} = \frac{1\,107\,749 \cdot 4 \cdot 0,8}{350} = 10\,128\, TEU$$

Gautas reikalingas saugojimo aikštelės dydis skaičiuojant 2-uoju metodu taip pat tenkina dabartinius terminalo parametrus. Todėl analizuojant teritorinius bendrovės parametrus, nustatyta, kad numatomam konteinerių terminalo srauto augimui teritorijos saugojimo aikštelėms pakaks. O dar labiau sumažinus konteinerių saugojimo laiką terminale – atsiranda galimybė užtikrinti ir rezervinių plotų buvimą, esant nenumatytoms sąlygoms, neigiamiems faktoriams, kurie gali turėti įtakos krovinių judėjimui ir taip sukelti būtinybę atitinkamą kiekį konteinerių saugoti ilgiau.

²⁶ Paulauskas V. 2004. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla.

4.4. Maksimalių laivo parametrų Klaipėdos uoste skaičiavimai

Analizuojant galimybę aptarnauti vis didesnius konteinerių srautus ateityje, svarbu įvertinti ar Klaipėdos uostas remiantis techniniais parametrais bus pajėgus priimti vis didesnius laivus, kadangi išorinio ir vidinio navigacinio kanalo gilinimo ar platinimo darbai reikalauja itin didelių investicijų.

Vienas svarbiausių aspektų, žinant prognozuojamą konteinerių srautą yra numatyti kokio minimalaus dydžio laivais reikia aptarnauti terminalą ir numatyti galimą optimizaciją – t.y. kokius maksimalius ilgio, pločio bei grimzlės parametrus gali turėti uostą aptarnaujantis laivas.

Remiantis jau esamu navigacinio kanalo pločiu ir 21 bei 22 formulių lygtimis, apskaičiuojamas maksimalus galimas laivo plotis ir analizuojama laivo pločio priklausomybė nuo laivo ilgio.

Reikalingi parametrai, t.y. galimas didžiausias laivo dreifo kampas β ; laivo krypavimo kampas Δk ; laivo vietos nustatymo kanalo ašies atžvilgiu tikslumas, pavyzdžiui vedlinės jautrumas σ_y , gauti atlikus bandomuosius praplaukimus Klaipėdos uosto navigaciniu kanalu treniruoklyje „SimFlex“ esant skirtingoms oro sąlygoms.

Pirmiausia iš 1 priede pateiktos gautų rezultatų ataskaitos, remiantis „Position.Course“ grafiku nustatomas didžiausias laivo krypavimo apie kursą kampas Δk :

Klaipėdos uoste nustatytas kurso kampas yra lygus 156° , plaukimų metu gautas maksimalus ir minimalus kurso kampai:

$$\Delta k_{maks.} = 156 - 160 = |-4| = 4^\circ$$

$$\Delta k_{min.} = 156 - 153 = 3^\circ$$

Primame, kad didžiausias gautas krypavimo apie kursą kampas $\Delta k = 4^\circ$.

Iš sekančio grafiko „Position.Drift“(1 priedo ataskaita) nustatomas didžiausias gautas laivo dreifo kampas $\beta = 2,1^\circ$

Laivo vietos nustatymo kanalo ašies atžvilgiu tikslumas priimamas $\sigma_y = 5 \text{ m}$, o tikimybinis aprūpinimo koeficientas, atsižvelgus į krovinio rūšį priimtas nepavojingam kroviniui – konteineriams $P' = 2$.

Įplaukos kanalo parametrai: ilgis apie 1200 m, plotis dugne – 150 m., gylis – 14,5 m.;

Uosto vartai: plotis dugne – 150 m., gylis – 14,5 – 15,0 m.;

Vidinio navigacinio uosto kanalo parametrai: ilgis apie 2500 m., plotis – ne mažesnis kaip 150 m., gylis – 14,5 m.;

Pietinio (prie krantinių Nr. 82-118) apsisukimo vietų parametrai: 650m. x 1200 m., gylis – 14,5 m.

Klirensas navigaciniame Klaipėdos uosto kanale svyruoja nuo 1 m. pietinėje uosto dalyje, 1,5 m. centrinėje ir 2 m. – šiaurinėje uosto dalyje.²⁷

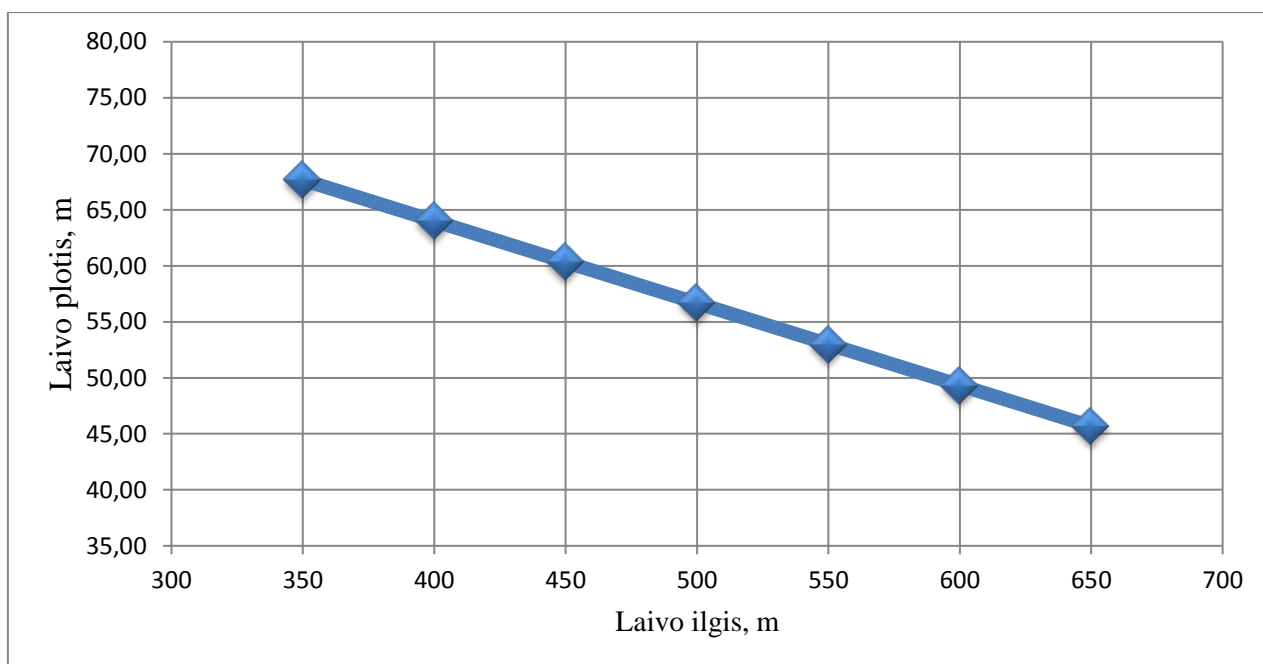
Turint visus reikiamus parametrus, ir išvedus bendrą lygtį pagal 21 ir 22 formules, apskaičiuojamas galimas maksimalus laivo plotis:

$$B_k - P' \cdot \sigma_y - L(\sin\beta + \sin\Delta k) = B \cdot \cos\beta + 0.5B$$

$$150 - 2 \cdot 5 - L(\sin 2,1^\circ + \sin 4^\circ) = B \cdot \cos 2,1^\circ + 0.5B$$

$$B = \frac{2(140 - 0,11 \cdot L)}{3}$$

Remiantis gautu laivo pločio ir ilgio santykiu, grafiškai sekančiame paveiksle pavaizduota galima laivo pločio ir ilgio santykinė priklausomybė.



11 pav. Laivo ilgio ir pločio santykinė priklausomybė

Analizuojant gautus duomenis, nustatyta, kad „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas yra pasiruošęs ir pajėgus aptarnauti vienus didžiausių konteinerinių laivų (šiuo metu jau priimami

²⁷Paulauskas V., Paulauskienė A. 2013. Laivybos sąlygos ir navigaciniai poreikiai. Elektroninė versija. 100 p

400 m. ilgio ir 58,8 m. pločio laivai) su galimybe ilgio bei pločio parametrus didinti santykinai pagal gautą priklausomybę.

Sudėtingiausios vietos laivybos požiūriu Klaipėdos uoste yra: uosto įplaukos kanalai dėl įvairių išorinių jėgų poveikio vienu metu (vėjas, srovės, jūros bangavimas, gylio pokyčiai mažame nuotolyje, ribotas kanalo plotis); uosto vartai dėl laivybos kanalo riboto pločio uosto vartuose, o taip pat išorinių jėgų poveikio vienu metu (analogiškai kaip ir uosto įplaukos kanale); dideli posūkiai (virš 20 laipsnių) vidiniuose uosto kanaluose, riboti laivų apsisukimo vietų parametrai (mažas santykis tarp laivų apsisukimo vietos skersmens ir laivo ilgio); prieigos prie krantinių (kuomet atskiros krantinės turi didesnę gylį palyginus su šalia esančiomis, tai riboja laivo išilginio judėjimo šalia krantinės dydį).

Esamas navigacinio kanalo plotis yra pakankamas dabar aptarnaujamiems vieniems didžiausių konteinerinių laivų. Taip pat, analizuojant galimą laivų dydžio parametrų didėjimą, nustatyta priklausomybė, kuria remiantis galima nustatyti, kokius maksimalius parametrus turintį laivą Klaipėdos uostas gali aptarnauti. Esant dabartiniams navigacinio kanalo parametrams „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalas ateityje būtų pajėgus aptarnauti ir 500 m. ilgio bei 56,67 m. pločio laivus.

4.5. Konteinerių terminalo automatizacijos poveikio skaičiavimai

Norint įvertinti, kokios įtakos „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalui turėtų pilna automatizacija, svarbu išanalizuoti realius automatizuotų terminalų pavyzdžius. Dauguma uostų yra pilnai arba iš dalies automatizuoti, planuojantys investuoti į technikos automatizaciją. Roterdamo uostas yra puikus automatizacijos ir jos efektyvumo pavyzdys.

Roterdamo uoste, kur visos krovos operacijos atliekamos automatizuotomis transporto ir krovos priemonėmis užtikrinamas efektyvus nuolat didėjančių laivų, gabenančių vis didesnę kiekį krovinių, aptarnavimas. Automatizuotame konteinerių terminale krovos pajėgumai padidinami 30 % lyginant su konteinerių terminalu, kuriame krovos darbai atliekami mechaniškai – naudojantis žmonių darbu. 15 paveikslėlyje pavaizduota konteinerių krova Roterdamo uoste naudojantis automatine krovos įranga.



15 pav. Konteinerių pakrovimas/iškrovimas naudojant automatizuotą krovos įrangą²⁸

Remiantis Roterdamo uostu kaip pavyzdžiu, ir pritaikius tokį patį efektyvumo padidinimo modelį Klaipėdos uostui krovos darbų našumas turėtų padidėti 30 %, t.y. iš 124,6 TEU/h krova turėtų sudaryti 162 TEU/h.

Tuomet metinis krantinės pralaidumas, tam pačiam skaičiuojamajam laivui MSC NINGBO būtų gerokai didesnis. Krantinės užimtumo laikas sudarytų:

$$t_{(l)} = \frac{7\,798 \cdot 0,9}{162} = 44 \text{ val}$$

Toliau, mėnesinis vienos krantinės pralaidumas padidėtų iki:

$$Q_{(m\acute{e}n.aut)} = \frac{720 \cdot 7\,798 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,75}{44 + 12} = 54\,141 \text{ TEU}$$

Tada metinis krantinės pralaidumas sudarytų:

$$Q_{(metinis.aut)} = 12 \cdot 54\,141 = 649\,692 \text{ TEU}$$

$$Q_{(metinis.aut)} - Q_{(metinis)} = 649\,692 - 527\,292 = 122\,400 \text{ TEU}$$

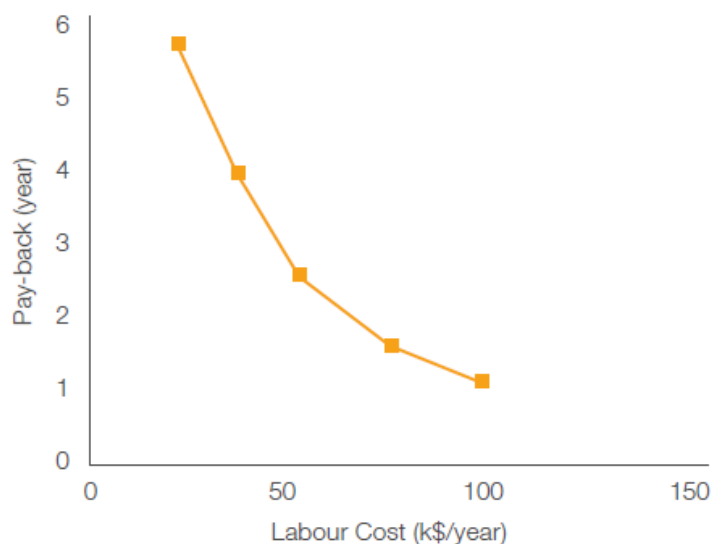
Iš gautų krantinės pralaidumo rezultatų matyti, kad Klaipėdos Smeltės konteinerių terminalas, automatizavus krovos ir konteinerių pervežimo įrangą, galėtų per metus apdoroti apie 122 400 TEU didesnę konteinerių srautą. Tolesniais skaičiavimais nustatomas reikalingas krantių skaičius:

$$n = \frac{1\,107\,749/12}{54\,141} = 1,7 \text{ t. y. } 2 \text{ krantinės}$$

²⁸ Internetinis informacijos šaltinis. Rotterdam Container Port. Prieiga per internetą: [https://www.youtube.com/watch?v=IK-QSe9YZqE]

Gaunama, kad automatizavus konteinerių terminalą, reikalingų krantinių užimtumas sumažėtų nuo 3 krantinių iki 2.

Analizuojant konteinerių terminalo automatizacijos atsiperkamumą, naudojama ABB atlikta studija, kuria ištirta jog atsiperkamumas yra tiesiogiai priklausomas nuo krano darbo sąnaudų. Ir lyginant įprastą, operatoriaus valdomą kraną su automatizuotu kranu, gaunamas metinis atsiperkamumas pateiktas 16 paveiksle.



16 pav. Darbo sąnaudų priklausomybė nuo atsiperkamumo per metus²⁹

Paveiksle matyti, kad darbo sąnaudoms esant 25 000 \$/m atsiperkamumas sudaro beveik 6 metus, o esant 100 000 \$/m vos 1 metus. Tokia priklausomybė apskaičiuota remiantis faktoriais, kad automatizuotas kranas yra brangesnis 1100 tūkst.\$/vnt. lyginant su įprastu; tačiau vienas automatizuotas kranas gali pakeisti tris įprastus, remiantis tuo, jog automatizuoto krano efektyvumas ir atliekamų judesių greitis yra didesni.

Nepaisant metinio atsiperkamumo automatizavus krovos įrangą, pagrindiniais automatizacijos trūkumais išlieka didžiulių investicijų poreikis ir žmogaus darbo jėgos sumažinimas, kadangi remiantis Roterdamo uosto patirtimi, automatizavus konteinerių terminalą reikalinga žmogaus darbo jėga sumažėja 70 %.

Remiantis gautais rezultatais galima įvertinti ir palyginti rezultatus prieš konteinerių terminalo automatizaciją ir po jos, nustatyti automatizacijos reikalingumą ir įvertinti naudą. Šiuo atveju nustatyta, kad automatizavus konteinerių terminalą sumažintas reikalingas krantinių skaičius nuo 3 iki 2, padidintas metinis pralaidumas 122 400 TEU. Akivaizdu, kad konteinerių automatizacija yra vienas iš esminių sprendimo variantų, siekiant užtikrinti efektyvumą ir didesnę paslaugų kokybę nuolatos augančiam konteinerių srautui.

²⁹ A PEMA Information Paper. 2016. Container Terminal Automation. Prieiga per internetą: [https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf]

IŠVADOS

1) Analizuojant šiuolaikines inovacijas konteinerių terminaluose ir jų reikalingumą „Klaipėdos Smeltė“ konteinerių terminalui, nustatyta, kad automatizuoti konteinerių tvarkymo įrangą terminale būtų tikslinga. Prie tokios išvados prieita, remiantis skaičiavimais, gautais taikant daugiakriterį prognozavimo metodą, kuriuo prognozuojamas konteinerių srauto augimas LJKK „Klaipėdos Smeltė“. 2028 m. krovinių srautas galimai sudarys 610235 TEU, o remiantis optimistine prognoze – net 692262 TEU. Nepaisant to, kad analizuojamu laikotarpiu numatomos 2 globalios ekonominės krizės, konteinerių krova 2034 m. turėtų pasiekti 1 mln. TEU, o tai reiškia, kad vienas optimaliausių būdų konteinerių terminalo plėtrai yra terminalo automatizacija.

2) Įvertinus Klaipėdos Smeltė konteinerių terminalo galimybes, nustatyta, kad dabartiniam krovos darbų našumui esant 124,6 TEU/val, vienos krantinės metinis pralaidumas yra - 527 292 TEU. Skaičiuojant reikalingus terminalo parametrus 2034 metais prognozuojamam kroviniui (1107749 TEU) nustatyta, kad reikalingos trys krantinės, kurių bendras ilgis, įvertinus atsargą tarp stovinčių laivų, sudarytų 1019,7 m. Išanalizavus visus esamus parametrus, nustatyta, kad terminalas yra pajėgus priimti ir aptarnauti reikiamo dydžio laivus, numatytam krovinio kiekiui pervežti ir krantinių rekonstrukcijai papildomos investicijos nėra būtinos.

3) Išanalizavus dabartinę sandėliavimo aikštelių talpą Klaipėdos Smeltė konteinerių terminale (laikant, kad konteinerio saugojimo laikas terminale sudaro 6 dienas), gautas nepakankamas aikštelių plotas. Kaip vienas iš optimaliausių problemos sprendimo būdų priimtas konteinerio saugojimo laiko aikštelėje sumažinimas iki vidutiniškai 4 dienų. Tuomet reikalingas plotas sudarytų 220 871 m², o tai prilygsta 14 824 TEU užimama plotui. (LJKK „Klaipėdos Smeltė“ turi galimybę sandėliuoti iki 20 000 TEU.) Kitos galimos sandėliavimo plotų trūkumo problemos sprendimo alternatyvos – sandėliavimo aikštelių teritorijos plėtra arba nauja krovos įranga, konteinerių tvarkymui aikštelėse.

4) Išanalizavus vidinius navigacinio kanalo pločio, gylio parametrus, pritaikius klasikinę maksimalių laivo parametrų nustatymo metodiką, gauta, santykinė laivo pločio nuo ilgio priklausomybė, t. y. maksimalūs laivo pločio parametrai 150 m. pločio navigaciniame kanale priklauso nuo ilgio ir gali sudaryti: 400 m. ilgio laivui maksimalus galimas plotis - 64 m., 450 m. – 60,3 m., 500 m. – 56,7 m. ir t. t. Padaryta išvada, kad dabartiniai navigacinio kanalo parametrai tenkina visas reikiamas sąlygas ir Klaipėdos uostas yra pajėgus priimti tiek NEW PANAMAX (10 001 – 14500 TEU), tiek ULVC Ultra Large Container Vessel (> 14 500 TEU) tipų laivus.

5) Visuose Baltijos jūros uostuose prognozuojamas bendras konteinerių srauto augimas. Klaipėdos Smeltė konteinerių terminale automatizacija paspartintų konteinerių tvarkymą, leistų efektyviau išnaudoti terminalo teritoriją, apsaugotų nuo konteinerio sumaišymo klaidų, padidintų

konkurencingumą, užtikrintą pajėgumą tinkamai aptarnauti vis didesniais laivais gabenamus konteinerių srautus. Apskaičiavus automatizacijos įtaką terminalui, gauta, kad krovos darbų našumas sudarytų 162 TEU/val, dėl to 30% sumažėtų krantinės užimtumo laikas ir užtikrinti metinį 1 mln. TEU krantinės pralaidumą būtų galima naudojantis 2 krantinėmis. Išanalizavus automatizacijos atsiperkamumą, nustatyta, kad atsiperkamumas yra tiesiogiai priklausomas nuo įprasto ir automatizuoto krano darbo sąnaudų, ir esant 25 000 \$/m sudaro beveik 6 metus, o esant 100 000 \$/m vos 1 metus.

LITERATŪRA

1. Ambrazevičius A. 2008. Lietuvos transporto sistema. Vilnius. 191 p.
2. House D. J. 2005. Cargo work for Maritime Operations. Great Britain: Elsevier. 323 p.
3. Novošinskas H. 2012. Inžinerinių technologijų projektavimas. Kaunas: Akademija. 116 p.
4. Nils K. 2013. Design and Operation of Automated Container Storage Systems. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 455 p.
5. Paulauskas V. 2015. Jūrų transporto plėtra. Klaipėda: KU leidykla. 239 p.
6. Paulauskas V. 2004. Uosto terminalų planavimas. Klaipėda: KU leidykla. 381 p.
7. Paulauskas V., Barzdžiukas R., Plačienė B. ir kt. 2001. Uosto technologija. Klaipėda: KU leidykla. 255 p.
8. Saanen A. 2004. An Approach for Designing Robotized Marine container terminals. 303 p.
9. Spruogis B. 2012. Krovos darbų mašinos. Konvejeriai. Vilnius: Technika. 81 p.
10. Thoresen C. A. 2014. Port Designer's Handbook Great Britain: TJ International. 588 p.
11. Tsinker G. P. 2004. Port engineering: planning, construction, maintenance and security. United States of America: John Wiley and Sons. 881 p.
12. UNCTAD. 2015. Review of maritime transport 2015. Geneva: United Nations. 108 p.
13. Vasiliauskas V. A. 2013. Krovinių vežimo technologijos. Klaipėda: S. Jokužio leidykla. 249 p.
14. A PEMA Information Paper. 2016. Container Terminal Automation. [žiūrėta 2019 m. gegužės 11 d.] Prieiga per internetą: [<https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf>]
15. Aureo E. P. 2015. Port operation – increase of automated systems, decline of workforce jobs? [žiūrėta 2019 m. gegužės 19 d.] p. 259-266. Prieiga per internetą: <<http://www.inase.org/library/2015/zakynthos/bypaper/COMPUTERS/COMPUTERS-42.pdf>>
16. Bahnes N., Kechar B., Haffaf H. 2016. Cooperation between Intelligent Autonomous Vehicles to enhance container terminal operations. No. 3 [žiūrėta 2019 m. sausio 11 d.] p. 22-29. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352664516300037>>

17. Cai B., Huang S., Liu D. 2014. Rescheduling policies for large-scale task allocation of autonomous straddle carriers under uncertainty at automated container terminals. No. 62 [žiūrėta 2019 m. sausio 21 d.] p. 506-514. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889013002352>>
18. Chin-I. L., Hossein J. 2002. Design, Simulation, and Evaluation of Automated Container Terminals. No. 1 [žiūrėta 2019 m. gegužės 5 d.] p. 12-26. Prieiga per internetą: <<http://www-bcf.usc.edu/~ioannou/2003update/d68.pdf>>
19. Martin-Soberon A. M., Monfort A., Sapina R. 2014. Automation in Port Container Terminals. No. 160 [žiūrėta 2019 m. sausio 19 d.] p. 195-204. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814062326>>
20. Nils K. 2011. Effects of storage block layout and automated ard crane systems on the performance of seaport container terminals. [žiūrėta 2019 m. gegužės 19 d.] p. 563-591. Prieiga per internetą: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00291-011-0242-7>>
21. Gelareh S., Merzouki R., McGinley K. 2013. Scheduling of Intelligent and Autonomous Vehicles under pairing/unpairing collaboration strategy in container terminals. No. 33 [žiūrėta 2019 m. kovo 13 d.] p. 1-21. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X1300079X>>
22. Kutin N., Nguyen T. T., Valle T. 2017. Relative Efficiencies of ASEAN Container Ports based on Data Envelopment Analysis. No. 33 [žiūrėta 2019 m. kovo 13 d.] p. 67-77. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521217300226>>
23. Stavrau D., Timotheou S. 2017. Assignment and Coordination of Autonomous Robots in Container Loading Terminals. No. 50 [žiūrėta 2019 m. sausio 11 d.] p. 9712-9717. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317326952>>
24. Vacca I., Bierlaire M. 2007. Optimization at Container Terminals: Status, Trends and Perspectives. 50 [žiūrėta 2019 m. gegužės 11 d.] 21 p. Prieiga per internetą: <<https://infoscience.epfl.ch/record/117098/files/VaccBierSala07.pdf>>
25. Xin. J., Negenborn R. R., Corman F. 2015. Control of interacting machines in automated container terminals using a sequential planning approach for collision avoidance. No. 60 [žiūrėta 2019 m. balandžio 13 d.] p. 377-396. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X15003253>>

26. Yuan S., Skinner B. T., Huang S. 2011. A job grouping approach for planning container transfers at automated seaport container terminals. No. 25 [žiūrėta 2019 m. sausio 14 d.] p. 413-426. Prieiga per internetą:
< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S147403461100005X>>
27. Zaghoud R., Mesghouni K., Dutilleul S. C. 2016. A Hybrid Method for Assigning Containers to AGVs in Container Terminal. No. 49 [žiūrėta 2018 m. gruodžio 13 d.] p. 96-103. Prieiga per internetą:
< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316302130>>

PRIEDAI

1 priedas. Simflex treniruoklyje atlikto plaukimo ataskaita.

Simflex - Scenario Report

Scenario info

Scenario name: 2018.04.23 PIETINIS
File Path: P:\2018\0115\0424\180243\2018.04.23 PIETINIS.mox
Scenario start time: 23/04/2018 09:04:27
Objectives / Remarks:

Scenario Area: Klaipeda LNG



Chart showing scenario area

Defined Areas

Name	Shape Info
------	------------

Own Ships

Name	ID	Class	Lpp [m]	Breadth [m]	Draught [m]
LNG Carrier	3126001	Tanker	274.00	48.20	10.08

Environment

Parameter	Type	Value	Unit
Depth	Scaled	1.00	
Tide	Constant	0.00	[m]
Current speed	Constant	0.51	[m/s]
Current dir.	Constant	334.00	[deg]
Wind speed	Constant	14.00	[m/s]
Wind dir.	Constant	226.00	[deg]
Wave height.	Constant	0.00	[m]
Wave dir.	Constant	0.00	[deg]
Wave period.	Constant	0.00	[seconds]
Ice	Constant	0.00	[m]

Simflex - Scenario Report

Assessment: Score table.

Score	Definition
0	Great and serious deviations from the preferred pattern of actions. The deviations have very serious consequences for the safety.
1	Serious deviations from the preferred pattern of actions. The Deviations have serious safety implications.
2	Many and/or significant deviations from the preferred pattern of actions. The deviations have no serious consequences for the safety (near miss with a relatively small margin).
3	Numerous and/or significant deviations from a preferred pattern of actions. The deviations have no substantial implications for security and/or effectiveness.
4	Some deviations from a preferred pattern of actions. The deviations have no substantial implications for security and/or effectiveness.
5	Few or minor deviations from a preferred pattern of actions. The deviations have little impact on security and/or effectiveness.
6	Very few and small deviations from a preferred pattern of actions. The deviations will only impact the efficiency.
7	Negligible deviations from a preferred pattern of actions. The deviations will only affect the efficiency.
8	No deviations from a preferred pattern of actions. All relevant details are taken into account.

Manual Assessment

Combined Score.	
Description	Combined scoring is found by weighed sum of the individual criteria.
Score	No score given

Planning	
Description	A plan of good quality is created ahead of the scenario. Both safety and efficiency is taken into account.
Weight	20%
Score	No score given

Actual performance	
Description	The plan is followed; equipment is used properly and timely – in short: good seamanship.
Weight	15%
Score	No score given

Simflex - Scenario Report

Timing	
Description	Specific critical actions are foreseen and timely actions taken.
Weight	15%
Score	No score given

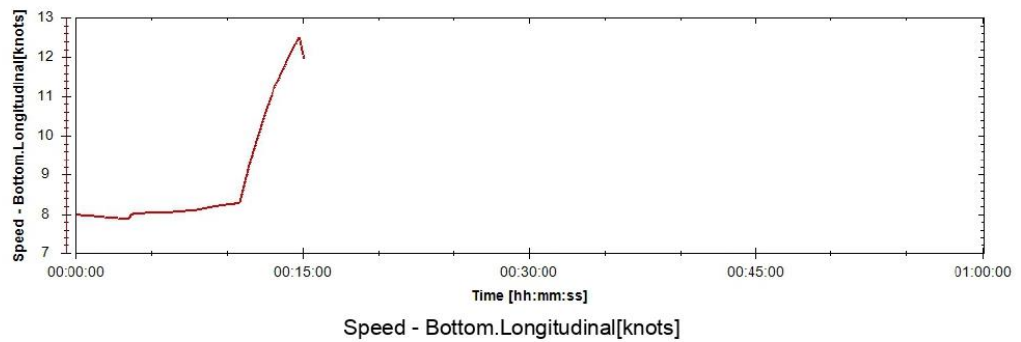
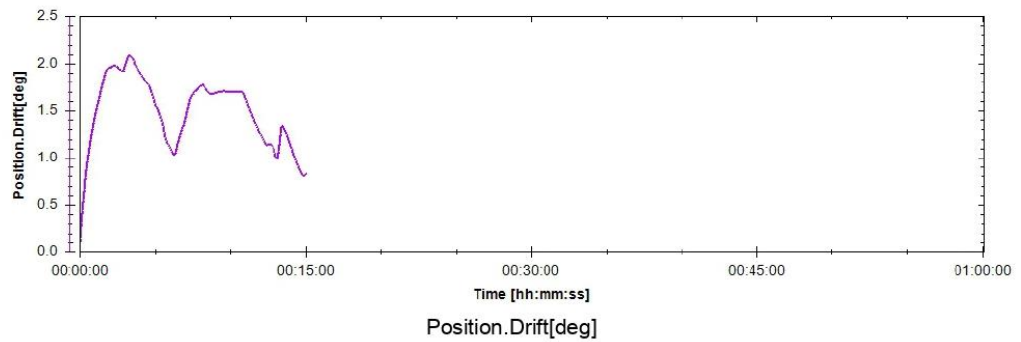
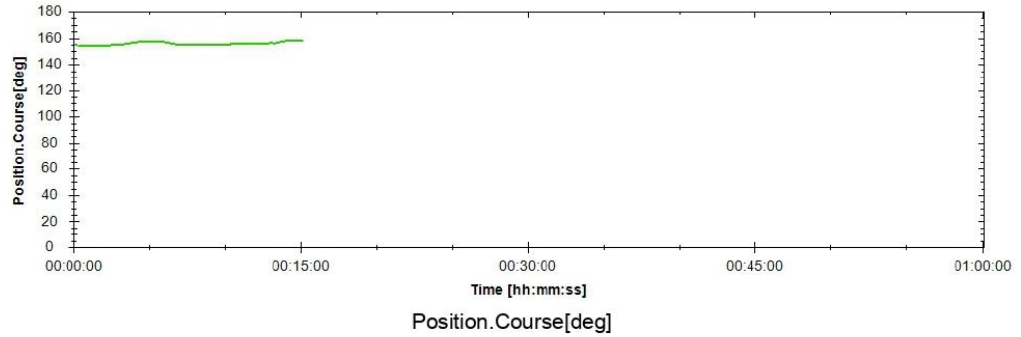
Safety	
Description	The safety risk level is actively controlled during the scenario (collision, grounding, other).
Weight	25%
Score	No score given

Communication	
Description	Clear unambiguous communication of actions and intentions. Procedures followed (among crew, ship/ship and ship/shore).
Weight	15%
Score	No score given

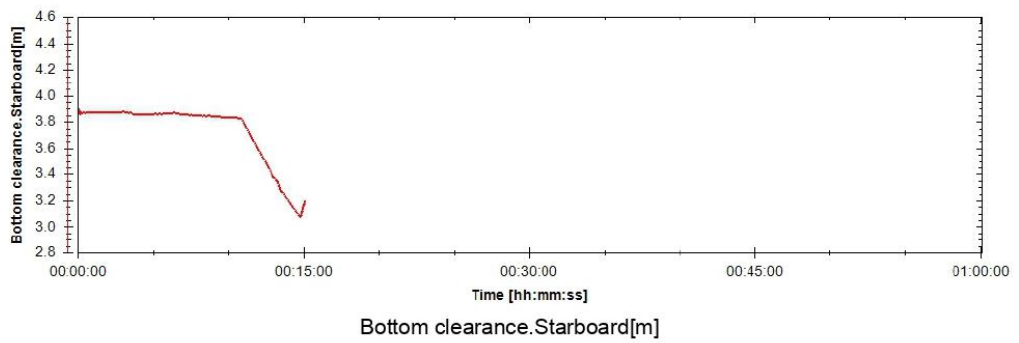
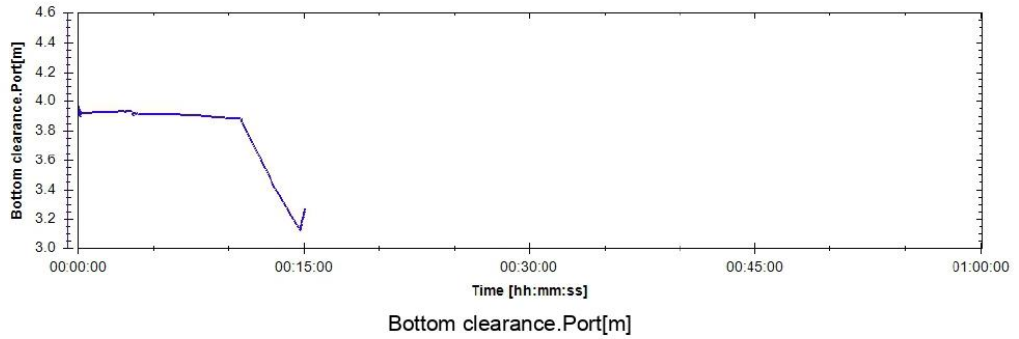
Resource management	
Description	The available resources are used efficiently. Resources are in this context propulsion device, thrusters, rudders, hawsers, anchors (depending on scenario).
Weight	10%
Score	No score given

Simflex - Scenario Report

Selected Time Series



Simflex - Scenario Report



Instructor Bookmarks

Header	Time	Text
--------	------	------

Appendix

End-Of-Report

GAUTA Nr. 285
2018 m. 11 mėn. 06 d.
AB „KRUZINIŲ LAIVŲ TERMINALAS“



VĮ KLAIPĖDOS VALSTYBINIO JŪRŲ UOSTO DIREKCIJA

Valstybės įmonė, J. Janonio g. 24, LT-92251 Klaipėda, tel. (8 46) 499 799, faks. (8 46) 499 777,
el. p. info@port.lt, www.portoklaipeda.lt.
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, įmonės kodas 240329870, PVM kodas LT403298716,
a. s. Nr. LT14 7300 0100 3488 9443, AB „Swedbank“, banko kodas 73000

Pagal adresatų sąrašą

2018-11-06 Nr. UD-11.1.8-309A

DĖL LEISTINOS LAIVŲ GRIMZLĖS

Siunčiame Jums uosto kapitono 2018 m. lapkričio 6 d. įsakymą Nr. UK-11 „Dėl leistinos laivų grimzlės (esant nuliniam vandens lygiui Klaipėdos uoste)“.
PRIDEDAMA. 8 lapai.

Pagarbiai

Uosto kapitonas

Adomas Alekna

ORIGINALAS
NEBUS IŠSIŪSTAS

100 Atkurta
Lietuvai



**VĮ KLAIPĖDOS VALSTYBINIO JŪRŲ UOSTO DIREKCIJOS
UOSTO KAPITONAS**

**ĮSAKYMAS
DĖL LEISTINOS LAIVŲ GRIMZLĖS
(ESANT NULINIAM VANDENS LYGIUI KLAIPĖDOS UOSTE)**

2018 m. lapkričio 6 d. Nr. UK - 11
Klaipėda

Vadovaudamasis Laivų eismo tarnybos uosto hidrografų pateiktais duomenimis apie minimalius gylius Klaipėdos uosto akvatorijoje:

1. N u s t a t a u:
- 1.1. išoriniame jūrų laivybos kanale nuo locmanų priėmimo plūduro Nr. 1 iki Klaipėdos uosto molų ir vidiniame kanale iki bujos Nr. 11 nustatyti leistiną laivų grimzlę 13,8 m;
- 1.2. vidiniame kanale, apribotame navigaciniais ženklais, nuo bujos Nr. 11 iki krantinės Nr. 104 nustatyti leistiną laivų grimzlę 13,4 m;
- 1.3. vidiniame kanale nuo krantinės Nr. 104 iki krantinės Nr. 142 įskaitytinai nustatyti leistiną laivų grimzlę 10,0 m;
- 1.4. mažųjų žvejybos laivų krovos krantinėje tarp švartavimo stulpelių Nr. 1 ir Nr. 10 bei mažųjų žvejybos laivų atstovos krantinėje tarp švartavimo stulpelių Nr. 34 ir Nr. 51 leistiną laivų grimzlę 4,5 m;
- 1.5. mažųjų žvejybos laivų krovos krantinėje tarp švartavimo stulpelių Nr. 10 ir Nr. 21 bei mažųjų žvejybos laivų atstovos krantinėje tarp švartavimo stulpelių Nr. 29 ir Nr. 34 leistiną laivų grimzlę 3,5 m;
- 1.6. likusiose mažųjų žvejybos laivų krovos krantinių dalyse leistiną laivų grimzlę 0,5 m.
2. N u r o d a u užtikrinant saugią laivybą vadovautis šio įsakymo priedu (pridedama).
3. P r i p a ž i s t u netekusiais galios ankstesnius uosto kapitono įsakymus dėl leistinos laivų grimzlės Klaipėdos uoste.

Uosto kapitonas

Adomas Alekna

Parengė

R. Daukša

VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto
 direkcijos uosto kapitono
 2018 m. lapkričio 6 d.
 įsakymo Nr. UK-11
 priedas

**LEISTINA LAIVŲ GRIMZLĖ
 (ESANT NULINIAM VANDENS LYGIUI KLAIPĖDOS UOSTE)**

Jei palei visą krantinės ilgį nustatyta viena leistina grimzlė, tai 1 lentelėje visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (2 stulpelis) ir maksimali laivų grimzlė prie krantinių (3 stulpelis) įrašyta vienoje eilutėje. Jei palei visą krantinės ilgį yra skirtinga leistina grimzlė, ji nurodoma kitose eilutėse, išskiriant leistiną grimzlę palei konkrečios krantinės ilgį, pradedant nuo krantinės pradžios.

1 lentelė

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
1.	274,87	13,0	274,87
2.	271,24	13,0	271,24
3.	250,00	12,5	250,00
4.	225,07	13,4	225,07
5.	264,41	13,8	264,41
6.	156,10	13,8	156,10
7.	171,40	13,8	171,40
8.	180,00	13,8	180,00
9.	165,00	13,8	141,00
9.	165,00	8,5	24,00
10.	179,00	rekonstrukcija	179,00
11.	170,00	rekonstrukcija	170,00
12.	254,45	9,0	254,45
13.	245,27	7,5	150,00
13.	245,27	7,0	80,00
13.	245,27	6,5	15,27
14.	95,34	6,5	95,34
15.	133,99	6,5	15,00
15.	133,99	7,0	118,99
16.	130,00	7,5	130,00
17.	130,00	7,5	130,00
18.	132,95	7,5	132,95
19.	102,00	6,5	102,00
20.	106,40	6,0	86,40
20.	106,40	5,0	20,00
21.	221,03	5,5	221,03
22.	280,00	5,8	220,00
22.	280,00	5,0	60,00

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
23.	78,08	4,0	50,00
23.	78,08	3,5	28,08
24.	123,33	3,5	110,00
24.	123,33	3,0	13,33
25.	121,72	3,0	40,00
25.	121,72	4,0	81,72
26.	48,74	3,0	18,67
26 krantinės pirsas.	117,94	3,0	58,97
26 krantinės pirsas.	117,94	3,0	58,97
26.	48,74	3,0	30,07
27.	87,17	3,5	87,17
28.	57,00	9,0	57,00
29.	57,00	9,0	57,00
30.	57,00	9,0	57,00
31.	57,00	9,0	57,00
32.	57,00	9,0	57,00
33.	64,35	9,0	64,35
34.	68,15	5,5	68,15
35.	55,00	5,2	55,00
36.	55,00	5,2	55,00
37.	55,00	5,0	55,00
38.	55,00	4,5	55,00
40.	60,05	4,5	60,05
42.	35,79	0,0	35,79
43.	50,55	3,5	50,55
44.	49,31	4,2	14,00
44.	49,31	4,5	35,31
45.	42,28	5,0	42,28
46.	39,00	5,2	39,00
47.	82,66	4,5	37,00
47.	82,66	3,5	25,00
47.	82,66	2,0	20,66
52.	40,28	rekonstrukcija	40,28
53.	39,13	rekonstrukcija	39,13
54.	27,00	remontas	27,00
55.	27,00	4,5	27,00
56.	27,00	4,0	27,00
57.	27,98	1,0	27,98
58.	74,87	2,5	30,39
58.	74,87	rekonstrukcija	8,23

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
58.	74,87	2,5	36,25
59.	73,69	5,5	73,69
60.	290,12	5,5	290,12
61.	52,76	4,0	20,00
61.	52,76	2,0	20,00
61.	52,76	0,5	12,76
62.	404,49	0,0	27,04
62.	404,49	2,5	34,00
62.	404,49	5,0	170,33
62.	404,49	6,5	173,12
63.	71,83	5,5	51,83
63.	71,83	4,0	10,00
63.	71,83	1,5	10,00
64.	137,60	1,5	10,00
64.	137,60	4,0	10,00
64.	137,60	4,5	117,60
65.	164,19	5,2	112,40
65.	164,19	rekonstrukcija	51,79
65a. ¹	91,42	4,5	40,00
65a. ¹	91,42	2,0	10,00
65a. ¹	91,42	0,5	41,42
66.	128,34	0,0	72,00
66.	128,34	1,5	21,60
66.	128,34	3,5	21,60
66.	128,34	5,5	13,14
66a.	239,64	3,5	49,64
66a.	239,64	10,5	35,00
66a.	239,64	11,5	155,00
67a.	232,32	13,2	232,32
67.	251,03	13,2	34,09
67.	251,03	11,8	89,09
67.	251,03	rekonstrukcija	127,85
68.	230,00	rekonstrukcija	104,87
68. ²	230,00	11,0	35,13
68. ²	230,00	11,2	90,00
69.	150,85	12,0	10,00
69.	150,85	13,0	140,85
70.	212,80	13,0	150,00
70.	212,80	11,5	30,00
70.	212,80	10,5	32,80
71.	218,63	11,5	218,63
72.	252,19	11,5	252,19
73.	141,35	5,8	141,35

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
74.	91,15	4,0	66,15
74.	91,15	2,5	25,00
75.	35,75	2,5	35,75
76.	147,53	2,5	147,53
77. ³	59,81	4,0	59,81
78.	59,97	3,6	59,97
79.	111,74	2,5	70,00
79.	111,74	0,5	41,74
80.	345,59	9,5	297,76
80.	345,59	9,5	47,83
80a.	243,31	9,5	33,59
80a.	243,31	11,0	31,01
80a.	243,31	11,0	178,71
81a.	278,30	11,7	213,55
81a.	278,30	11,7	31,00
81a.	278,30	11,7	33,75
81.	138,30	11,7	39,48
81.	138,30	11,7	98,82
82.	184,00	11,5	30,00
82.	184,00	13,2	154,00
83.	50,00	13,2	50,00
84.	50,00	13,2	50,00
85.	50,00	13,2	50,00
86.	50,00	13,2	50,00
87.	50,00	13,2	50,00
88.	70,00	13,2	70,00
89.	50,00	13,4	50,00
90.	50,00	13,4	50,00
91.	50,00	13,4	50,00
92.	50,00	13,4	50,00
93.	84,00	13,4	84,00
94.	100,00	13,4	100,00
95.	100,00	13,4	100,00
96.	100,00	13,4	100,00
97.	48,30	7,0	48,30
98.	100,00	7,0	100,00
99.	106,32	7,7	106,32
100.	92,50	7,5	92,50
101.	107,22	12,5	10,00
101.	107,22	13,4	97,22
102.	100,00	13,4	100,00
103.	100,00	13,4	100,00

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
104.	118,20	13,4	118,20
105.	149,15	9,5	30,15
105.	149,15	rekonstrukcija	94,00
105.	149,15	9,5	25,00
106.	258,77	9,5	124,51
106.	258,77	4,5	96,58
106.	258,77	4,5	37,68
106a.	28,74	4,5	28,74
107.	24,51	2,5	24,51
108.	26,10	2,5	26,10
109.	24,20	3,5	24,20
110.	24,20	3,5	24,20
111.	26,58	3,5	26,58
112.	21,30	3,5	21,30
113.	27,55	2,0	27,55
117.	43,17	2,5	43,17
118.	209,54	2,5	26,80
118.	209,54	10,3	182,74
119.	162,51	10,3	92,26
119.	162,51	9,5	70,25
120.	60,13	9,5	60,13
121.	58,14	6,0	58,14
121a.	46,23	0,5	46,23
122a.	106,07	0,5	67,49
122a.	106,07	4,0	38,58
122.	50,38	4,0	50,38
127.	200,30	rekonstrukcija	200,30
127a.	86,12	kranto sutvirtinimas	86,12
128.	230,87	rekonstrukcija	230,87
129.	166,84	3,0	40,00
129.	166,84	8,2	126,84
129a.	123,08	kranto sutvirtinimas	123,08
130.	178,08	7,5	148,08
130.	178,08	6,5	10,00
130.	178,08	3,0	20,00
131.	167,48	3,0	40,00
131.	167,48	6,5	127,48
131a.	147,20	kranto sutvirtinimas	147,20
132.	179,85	6,5	159,85
132.	179,85	3,0	20,00
133.	167,54	3,0	25,00
133.	167,54	6,0	142,54

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
133a.	146,56	kranto sutvirtinimas	146,56
134.	179,75	6,5	164,75
134.	179,75	4,5	15,00
135.	239,06	4,0	39,00
135.	239,06	6,0	100
135.	239,06	7,0	100,06
135a.	148,46	kranto sutvirtinimas	148,46
136.	250,62	8,5	70,62
136.	250,62	6,5	67,00
136.	250,62	6,0	88,00
136.	250,62	3,0	25,00
137.	165,98	rekonstrukcija	165,98
137a.	148,33	kranto sutvirtinimas	148,33
138.	180,54	rekonstrukcija	180,54
138a.	50,29	kranto sutvirtinimas	50,29
139.	345,25	1,8	345,25
140.	175,07	8,5	20,00
140.	175,07	9,0	155,07
141.	168,34	9,0	168,34
142.	319,22	10,0	263,90
142.	319,22	9,5	10,00
142.	319,22	8,0	45,32
143a.	329,45	8,0	39,26
143a.	329,45	8,0	30,00
143a.	329,45	8,0	10,00
143a.	329,45	10,0	250,19
143.	451,98	10,0	451,98
144.	469,54	10,0	448,54
144.	469,54	9,5	21,00
145.	77,59	3,5	77,59
146.	234,06	7,5	234,06
147.	234,06	7,0	234,06
148.	57,02	4,5	57,02
149.	220,00	6,8	220,00
150.	175,39	7,0	116,31
150.	175,39	7,0	28,94
150.	175,39	5,6	30,14
151.	225,45	8,0	201,14
151.	225,45	8,0	24,31
152.	504,39	kranto sutvirtinimas	504,39
153.	49,95	3,5	49,95
154.	59,83	3,8	59,83

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
155.	59,36	3,8	59,36
156.	48,26	3,0	48,26
157.	374,03	13,2	374,03
157a.	19,80	5,0	19,80
157b.	29,50	3,5	29,50

Krantinės Nr.	Visas krantinės darbinis (švartavimo) ilgis (m)	Leistina maksimali laivų grimzlė prie krantinių (m)	Krantinės darbinis (švartavimo) ilgis m konkrečiai leistinai maksimaliai grimzlei
Krantinė (Žvejų g. 8)	97,35	2,0	97,35
Pakrovimo krantinė (Žvejų g. 8)	121,39	2,0	100,19
Krantinė (Smiltynėje)	131,01	0,2	9,00
Krantinė (Smiltynėje)	131,01	1,0	30,00
Krantinė (Smiltynėje)	131,01	2,0	92,01
Krantinė prie apvalios įlankos (Smiltynėje)	102,39	rekonstrukcija	102,39
Krantinė Smiltynės gatvėje	47,00	3,2	47,00

Pastabos:

- ¹ Krantinė skirta tik dokui švartuoti.
- ² Vadovautis 2009-10-02 privalomuoju uosto kapitono nurodymu Nr. KN-2.
- ³ Leistina laivų grimzlė nustatyta 20 m pločio vandens ruože palei krantinę.

3 Priedas. Elektroninė darbo versija.