



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

Dmitrij Ryndia

**MAKARONŲ PAKAVIMO / PALETAVIMO VARIANTŲ
TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Prof. habil. dr. Jonas Bareišis

PANEVĖŽYS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS

MAKARONŲ PAKAVIMO / PALETAVIMO VARIANTŲ
TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Mechanikos inžinerijos (kodas 621H30001)

Vadovas

(parašas) Prof. habil. dr. Jonas Barešis
(data)

Recenzentas

(parašas)
(data)

Projektą atliko

(parašas) Dmitrij Ryndia
(data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS

Dmitrij Ryndia

Mechanikos inžinerija (kodas 621H30001)

„Makaronų pakavimo / paletavimo variantų tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2016 m. gegužės mėn., 28 d.

Panevėžys

Patvirtinu, kad mano, **Dmitrij Ryndia**, baigiamasis projektas tema „Makaronų pakavimo / paletavimo variantų tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Ryndia, Dmitrij. Makaronų pakavimo / paletavimo variantų tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. habil. dr. Jonas Bareišis; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Mechanikos inžinerija

Reikšminiai žodžiai: kartoninė dėžutė, 20 HC jūrinis konteineris, pakrovimas, orientavimo variantai.

Panevėžys, 2016. 66 p.

SANTRAUKA

Darbo tikslas ištirti įvairius makaronų (spagečius) pakavimo / paletavimo variantus, siekiant kuo daugiau produkcijos sutalpinti į jūrinį konteinerį 20 HC.

Išnagrinėjus gautus duomenys matyti, kad pakrauti daugiausiai dėžučių ir užimti didesnį konteinerio tūrį pavyksta tuo atveju, kai taikome daugiau pakrovimo etapų, keičiant dėžes orientacijos variantus.

Nustatyta, kad priklausomai nuo kartoninių dėžučių orientacijos ir kiek kartų ji yra keičiama, į jūrinį konteinerį telpa nuo 2380 iki 2677 vienetų dėžučių arba svoris kinta nuo 23,8 iki 26,77 tonos.

Tikslas pasiektas, su pirkėjų pasirašyta sutartis. Po pirmo pirkimo pardavimo sandorio gauti teigiami atsiliepimai dėl produkto kokybės ir sutalpinto kiekio konteineryje.

Ryndia, Dmitrij. Research of Pasta Packaging / Palletizing Options. Master's final thesis / supervisor prof. habil. dr. Jonas Bareišis; The Faculty of Panevėžys Technology and Business, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Mechanical Engineering

Key words: carton box, sea container 20 HC, loading, orientation options.

Panevėžys, 2016. 66 p.

SUMMARY

The aim of thesis is to analyse various pasta (spaghetti) packaging / palletizing options in order to maximize the loading volume of the production to the shipping container 20 HC.

After analyzing obtained data we can see that the maximum quantity of the boxes and largest occupied volume of the container is achieved when we apply more loading stages while changing orientation options of the boxes.

It was found that depending on the orientation of carton boxes and how many times it have been changed in the shipping container fits from 2,380 to 2,677 units of the boxes or weight ranges from 23,8 to 26,77 tons.

Aim is achieved through the signed contract with the customer. After the first purchase and sale transaction positive feedback of the product quality and loading capacity have been achieved.

Turinys

Įvadas	7
1. Literatūros apžvalga	9
1.1 Pakuotės parinkimo svarba ir krovinių gabenimo aspektai	9
1.2 Įmonės UAB „Amber pasta“, charakteristika	11
1.3 Maisto produktų pakavimas/paletavimas ir dėl to išskylančios problemos	12
1.4 Pakavimo priemonės ir jų tipai, pakuočių ir transportavimo taros aprašymas	16
1.5 Produkcijos transportavimo galimybės ir transporto parinkimas	18
2. Tyrimo objektas ir metodika	23
2.1 Tyrimo objektas	23
2.2 Gofruotos kartoninės dėžutės techninės charakteristikos	25
2.3 Tyrimo metodika. Programos „Packvol“ aprašymas	28
3. Tyrimo rezultatai ir jų analizė	31
4. Išvados	65
5. Literatūros sąrašas	66

Išvadas

Produktų pakavimo / paletavimo tema aktuali daugeliui įmonių. Tai turi didelę įtaką produkto kainai bei kokybės išlaikymui. Produkto pakuotė atlieka daug funkcijų. Tinkamas produkto įpakavimas padeda išlaikyti produktą nepakitusį eksportuojant. Nuo supakavimo priklauso produkto kokybė ir apsauga, jo paklause bei paties produkto kaina, ir tai padeda užtikrinti jo kokybę, galutiniame rezultate patenkina vartotojo lūkesčius. Pakuotė taip pat turi įtakos paletavimo procese. Tinkama pakuotė užtikrina ekonomišką paletavimą ir turi įtakos eksporto kaštams. Kuo didesnę kiekį produkto supakuojama į eksportuojamąją tarą, tuo mažesni eksporto kaštai susidaro įmonei. Produkto kainą sudaro daug dedamųjų, kurių vienas šiame darbe ir bus iškeltas ir išnagrinėtas. Tai pakavimas/paletavimas mažinant transportavimo kaštus. Siekiant racionalizuoti krovos, pakavimo bei paletavimo darbus, kurie turi tiesioginę įtaką produkcijos srautų greitėjimui, mažesnių matmenų ir masės krovinių vienetai yra stambinami – ruošiami sustambinti krovinių vienetai arba transportiniai paketai [1].

Šiam darbui makaronų pakavimo / paletavimo bei pakuočių gerinimo klausimas buvo pasirinktas ne atsitiktinai. UAB „Amber pasta“, gavusi vieno iš užsakovų pageidavimą, jog produkcija būtų pristatyta mažesniais transportavimo kaštais, iškėlė šį klausimą ir buvo ieškomas sprendimas. Iki šiol, transportuojant produkciją jūriniais konteineriais, kaštai būdavo vieni iš mažiausių, tačiau užsakovas pareiškė pageidavimą, juos sumažinti dar labiau. Tad buvo imtasi ištirti eksporto kaštų mažinimo galimybes.

Darbo tikslas yra ištirti įvairius makaronų (spagečius) pakavimo/paletavimo variantus, siekiant kuo daugiau produkcijos sutalpinti į jūrinį konteinerį 20HC.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti galimybes eksportuoti didesnę produkcijos kiekį mažinant eksporto kaštus.
- Naudojant programą „packVo“, atlikti pakuočių pakrovimo į jūrinį 20HC konteinerį simuliaciją.
- Atlikti matematinius skaičiavimus pagal konteinerio tūrio užpildymą ir nustatyti laisvą plotą po pakrovimo.
- Patvirtinti ar paneigti galimybę didinti pakraunamos produkcijos kiekį.

Darbo aprobavimas ir publikacijos. Dalyvauta studentų mokslinėje konferencijoje

„Technologijų ir verslo aktualijos – 2016“, vykusioje Panevėžyje 2016 m. balandžio 25 d. Skaitytas pranešimas tema „Makaronų pakavimo / paletavimo variantų tyrimas“.

Darbo apimtis ir struktūra. Baigiamojo magistro projektą sudaro akademinio sąžiningumo deklaracija, baigiamojo projekto užduotis, santrauka lietuvių ir anglų kalbomis, įvadas, keturi skyriai, bendrosios išvados ir literatūros sąrašas. Darbo apimtis 66 p.

1. Literatūros apžvalga

1.1 Pakuotės parinkimo svarba ir krovinių gabenimo aspektai

Pakuočių, bei pakavimo klausimai vis didesnę reikšmę ėmė įgyti Lietuvai įstojus į Europos Sąjungą. Produkcijos srantai plėtėsi vis į daugiau valstybių ir ES pakavimo standartai privalėjo atitikti pasaulinę rinkos reikalavimus [2].

Pakuočių standartus sudaro daug kriterijų, kurie aktualūs tampa ne tik gamintojui, norinčiam kuo ilgiau išlaikyti produktą tinkamą vartoti, bei paklausą rinkoje, tačiau į tai įjungiamos ir pasaulinės aplinkos taršos problemos. O aplinkos taršą sudaro ne tik pakuotės perdirbimo klausimai, bet ir produkcijos transportavimas, transporto priemonių išmetamosios nuodingosios medžiagos ir pan. Tad tinkamai parinkta pakuotė transportavimui turi teigiamų rezultatų tiek įmonės transportavimo kaštams, tiek aplinkosaugai.

Produkcijos srantai logistikoje juda gamybos ir paskirstymo srityse. Šių srautų saugos klausimai ypač aktualūs paskirstymo srityse, nes kroviniai gabenami, perkraunami ir sandėliuojami ne vien nacionalinėje, bet ir tarptautinėje rinkoje. Verslo globalizacija išplėtė verslo logistikos funkcijas, ir logistikos uždaviniai tapo kompleksiškesni, kai prekių ir paslaugų srantai vykdomi tarptautiniu lygiu, todėl materialių srautų apsauga taip pat darosi visuotinio pobūdžio. Materialaus srauto apsauga priklauso nuo šių veiksnių: tinkamos produkcijos pakuotės bei sustambintų krovinių vienetų paruošimo, transportinių talpų ir konteinerių naudojimo kroviniams gabenti, reikiamos transporto rūšies parinkimo, gabenimo ir sandėliavimo sąlygų, taip pat organizacinių saugos priemonių. Tačiau prieš pradėdant gabenti produkciją būtina tinkamai paruošti – įpakuoti. Siekiant racionalizuoti krovos ir sandėliavimo darbus, kurie turi tiesioginę įtaką produkcijos srautų greitėjimui, mažesnių matmenų ir masės krovinių vienetai yra stambinami – ruošiami sustambinti krovinių vienetai arba transportiniai paketai. Jie suteikia galimybę ne tik pagreitinti krovos darbus, sumažinti pakuotei sunaudojamą medžiagų kiekį, bet ir gerokai sumažina krovinių nuostolius, atsirandančius dėl krovinių pakuotės pažeidimų kraunant ir transportuojant. Sustambintiems krovinių vienetais formuoti naudojami padėklai ir pagalbinės medžiagos– viela, metalinės, polimerinės ir tekstilinės juostos, impregnuotas popierius, specialios terminės polimerinės plėvelės ir transportinės talpos. Terminės polimerinės plėvelės krovinių apsaugo ne tik nuo grobstymo, bet ir nuo atmosferinių

kritulių ir leidžia jį gabenti atviromis transporto priemonėmis. Paketų tvirtinamosios ir rišamosios medžiagos (juostos, diržai) privalo turėti krovinio siuntėjo firminius ženklus ir užtikrinti, kad nebūtų galima iš paketo išimti mažesnio krovinio vieneto nesuardžius viso paketo. Taip daugeliu atvejų išvengiama krovinių grobstymo ir jų netekčių atliekant krovos darbus ir juos sandėliuojant.

Skirtingu transportu gabenamų krovinių, pakuotės rūšies reikalavimai dažnai būna skirtingi. Pavyzdžiui, Lietuvos geležinkelio transporto kodekso 44 straipsnyje teigia: „Kroviny, kuri dėl jo savybių įpakuoti būtina, turi būti siuntėjo įpakuotas taip, kad vežimo metu būtų apsaugomas nuo visiško ar dalinio sužalojimo ar pažeidimo, taip, kad būtų apsaugoti nuo galimo sužalojimo asmenys, riedmenys bei kiti kroviniai“. Pavyzdžiui, Lietuvos geležinkelio transporto kodekso 44 straipsnyje teigi: „Kroviny, kuri dėl jo savybių įpakuoti būtina, turi būti siuntėjo įpakuotas taip, kad vežimo metu būtų apsaugomas nuo visiško ar dalinio sužalojimo ar pažeidimo, taip, kad būtų apsaugoti nuo galimo sužalojimo asmenys, reikmenys bei kiti kroviniai“ [3].

Efektyvus materialinių vertybių gabenimo būdas, suteikiantis galimybę efektyviai jas apsaugoti sandėliavimo, gabenimo ir perkrovimo etapuose, yra uždarų transportinių talpų, pirmiausia konteinerių, panaudojimas. Konteinerį galima vadinti transporto priemonės portatyviniu kėbulu, kuris atlieka dvi pagrindines funkcijas: yra daugkarčio naudojimo transportinė tara ir laikina krovinių gabenimo ir sandėliavimo uždara patalpa. 95 procentai visų pasauliniu mastu gabenamų vienetinių krovinių bendrosios apimtys gabenami konteineriuose. Skaičiuojant konteinerių apyvartą kaip ekvivalentas priimtas ISO standartuose įvardytas 20-ties pėdų ilgio jūrinis konteineris, žymimas TEU (Twenty Foot Equivalent Unit). Konteineriams gabenti pasaulinėje transporto sistemoje naudojamos konteinerių transportavimo sistemos (KTS). Jas sudaro: konteinerių parkas, jų gabenimo priemonės, krovos mechanizmai konteineriams apdoroti ir informacinės sistemos gabenimo sistemos funkcionavimui ir valdymui užtikrinti. Lietuvoje kol kas nėra sukurta konteinerių transportavimo sistema, kuri apimtų konteinerių gabenimą įvairiomis transporto rūšimis ir jų apdorojimą išsiuntimo vietose ir terminaluose. Šalyje konteinerių gabenimas organizuotas daugiausia geležinkelių ir jūrų transportu. Tai pagrindinė Lietuvos transporto sistemos dalis. Kaip parodė pasaulinė konteinerių gabenimo sistemos panaudojimo praktika, ji yra efektyvi ir ekonomiška, garantuojanti krovinių saugą, tačiau jos organizavimui reikalinga pakankama techninė ir informacinė bazė, pajėgi vykdyti konteinerių srautą.

UAB „Amber pasta“ taip pat ne išimtis ir produkcijos eksportui pirmenybę ji skiria gabenimą konteineriais. Tačiau pagal gabenamą produkcijos kiekį bei pristatymo greitį ar vietą ši įmonė pasirenka paskirstymo logistiką.

1.2 Įmonės UAB „Amber pasta“, charakteristika

Atliekant šį darbą remtasi vienos didžiausių ir moderniausių Baltijos valstybėse makaronus gaminančios UAB „Amber Pasta“ turima informacija bei bendradarbiaujama tyrimo metu.

Įmonė savo veiklą pradėjo 1996 m. kaip uždaroji akcinė bendrovė „Gintarinis amžius“. Pirmasis gamybinis cechasis 1996 m. įkurtas Pagynės k., Kauno r. 2004 m. kartu su AB „Malsena“ įkūrus gamybos padalinį Panevėžyje makaronai pradėti gaminti su šveicariška trumpų makaronų gaminimo įranga „Bühler“, įmonės pajėgumai išaugo net 5 kartus. 2005 m. lapkričio mėn. įmonė „Gintarinis amžius“ pervadinta į UAB „Amber pasta“. 2006 m. spalio mėnesį paleista nauja moderni spagečių gaminimo linija „Bühler“. Tai pirmoji ir kol kas vienintelė spagečių gamybos linija Baltijos šalyse [4].

Šiuo metu 50 % įmonės akcijų valdo UAB „Malsena plus“ viena didžiausių kvietinių ir ruginių miltų gamintoja Baltijos regione.



1.1 Pav. UAB „Amber pasta“ gamybos padalinys Panevėžyje.

Šiuo metu įmonėje dirba 93 darbuotojai. Kvalifikuoti įmonės darbuotojai savo darbe remiasi ilgamete darbo patirtimi bei šiuolaikinėmis vadybos ir technologijų žiniomis. Įmonė gamina

produktus savo prekiniais ženklais „Gintariniai“, „Pasaka“, „Manni“, „Skazka“, „Amber pasta“ bei privačiais klientų prekiniais ženklais. Pažangiomis technologijomis įmonė gali užtikrinti ne tik gaminamų makaronų kokybę, bet ir greitai bei lanksčiai reaguoti į besikeičiančius šiandienos vartotojų poreikius.

1.3 Maisto produktų pakavimas/paletavimas ir dėl to iškylančios problemos

Maisto produktai pakuojami norint juos kuo geriau apsaugoti nuo aplinkos poveikio ir išlaikyti vertingiausias savybes. Populiariausios pakuočių gaminimo medžiagos yra šios: popierius, metalas, plastikas, stiklas. Plastikinės pakuotės turi daug vertingų savybių, kuriomis nepasižymi kitos pakavimo medžiagos: jos lengvos, skaidrios, sandarios, nepraleidžia dujų, drėgmės, kvapų, nedūžta, yra pigios [5]. Iš įvairių rūšių plastiko gaminami maisto, gėrimų indeliai, maišeliai, dėžutės, pakavimo plėvelė, vienkartiniai indai, stalo įrankiai, kūdikių buteliukai ir t. t. Pastaruoju metu ypač populiarios plastikinės pakuotės, kuriose dažniausiai parduodami pjaustyti mėsos gaminiai, šaldyti produktai ir ypač daug naudojama buriams produktams. Jos idealiai apsaugo maistą nuo aplinkos mikroorganizmų. Pakuotės sandarumas lemia, kiek ilgai produktas joje išliks nepakitęs, tai yra nepaveiktas aplinkos mikroorganizmų. Šiame darbe tiriamų makaronų spagečių pakuotė taip pat naudojama iš plastiko, tačiau supakuoti makaronai transportavimui pakuojami į kartonines dėžutes ar į plastiko maišus

Makaronai – vienas svarbesnių maisto produktų. Jie yra maisto piramidės šaltinis, kuris aprūpina žmogų energinėmis medžiagomis, kurių mažiau yra vaisiuose ir daržovėse. Makaronai gaminami iš kvietinių, speltos, griekinių, kt. miltų ir vandens bei kitų papildomų produktų (kiaušinių, prieskonių, t. t.). Tešlai miltai maišytuvuose maišomi su vandeniu ir kitais komponentais, kol tešlos paviršius pasidaro vienalytis ir nelieka miltų pėdsakų. Užmaišyta tešla minkoma ir kočiojama, kol pavirsta standžia mase ir nelieka oro. Makaronams iš tešlos išpjaunami arba kitaip formuojami įvairių formų gaminiai. Dažniausiai makaronai gaminami presais – tešla dideliu spaudimu stumiama pro preso matricių angeles. Forma priklauso nuo angų matricose, tokiu būdu gaminami vamzdeliai, sraigteliai, juostelės ir kitų formų makaronai, kurie vėliau pjaustomi.

Žinoma net apie 310 skirtingų makaronų formų. Makaronai gali būti švieži (*pasta fresca*) ir išdžiovinti (*pasta secca*). Švieži makaronai gali būti dviejų rūšių: *pasta liscia* (vientisi ar plokšti makaronai) ir *pasta ripiena* (įdaryti makaronai, kaip rutuliukai (*tortellini*) ir itališki koldūnai (*ravioli*)). Suformuoti makaronai džiovyklose džiovinami karštu oru. Džiovinimo trukmė ir temperatūra priklauso nuo makaronų tipo. Tai ypač svarbus procesas, nes jis nulemia makaronų išvaizdą.

Kaip ir buvo minėta, makaronai pakuojami į popierinius, polietileno arba celofano maišelius po 0,4–1 kg. Geriausiai pakauti į kartonines dėžutes, kad apsaugoti nuo lūžių. Sveriami makaronai pakuojami į kartonines dėžes iki 20 kg. Makaronai laikomi patalpose, kuriose temperatūra neaukštesnė kaip 30° C, nes aukštesnėje temperatūroje gaminiai džiūsta ir kinta jų svoris. Santykinė oro drėgmė iki 75 proc. Laikymo trukmė 24 mėn.

Kiekviena skirtinga makaronų forma, pakuojama individualiai, jai pritaikytu būdu ir atitinkamu kiekiu. Žemiau 1.2, 1.3, 1.4 pav. pateikiama UAB „Amber pasta“ makaronų pakavimo metodikos pavyzdžiai:



1.2 Pav.



1.3 Pav.



1.4 Pav.

Makaronų pakavime išskylančios problemos dažniausiai susijusios su paletavimu. Tai įtakoja produkto forma, jos stabilumas įpakavime, apsauga formai išlaikyti.

Visi makaronai pakuojami į celofaninius ar plastikinius pakelius. Sekantis procesas jų paletavimas, kuris vykdomas skirtingai, atsižvelgiant į makaronų rūšį. Visi makaronų pakeliai, išskyrus spagečių, ant palečių dedami, sudėjus į didelių gabaritų plastikinius maišus. Kadangi makaronai įvairių formų, jie tolygiai nesugula pakelyje ir juos dedant ant paletės maišai deformuojasi (1.5 pav.).

Kaip ir buvo minėta, taip kraunamos visos makaronų rūšys, išskyrus spagečius. Ši rūšis prieš kraunant į konteinerį supakuojama po 20 pakelių į kartonines dėžutes (8 ir 9 pav.). Tokia pakuotė makaronus apsaugo nuo pažeidimų ir neleidžia stipriai deformuotis dėžėms, jas kraunant į konteinerį. Tačiau tai turi ir neigiamą poveikį krovos laikui, nes tokias dėžutės po vieną į konteinerį krauna darbuotojai, ir tai užtrunka žymiai ilgiau, nei pakrovimas kitų rūšių paletėmis (1.7 pav.).

Pasitaiko trūkumų ir palečių deformacijos su makaronų pakeliais, kurie yra sudedami į kartonines dėžutes. (1.6 pav.).



1.5 pav. Maišų deformacijos.



1.6 pav. Kartoninių dėžių deformacijos.



1.7 pav. Spagečių krovimas į konteinerį.

1.4 Pakavimo priemonės ir jų tipai, pakuočių ir transportavimo taros aprašymas

Pakuotės medžiaga aktuali tiek ekonomiškumui, tiek transportavimo galimybių gerinimui. Taikant technologijas, mažinančias būtiną produktui apsaugoti pakuotės medžiagos kiekį, žymiai sumažėjo pakuočių sąnaudos produkcijos vienetui. Šiuo metu ne dažni atvejai, kai dėl žinių trūkumo naudojama per daug pakavimo medžiagų. Todėl, siekiant sumažinti pakuotės kiekį, tenka ieškoti naujų sprendimų, gaminti stipresnes medžiagas, taikyti pažangias pakavimo technologijas. Tai skatina ir ekonominės priežastys, kurias daugeliu atvejų lėmė aplinkosauginiai reikalavimai, tarp jų pakuočių ekologinio mokesčio įvedimas už pakuotei naudojamos medžiagos kiekį. Plastikinių pakuočių plėtros kryptys yra sukurti stipresnes plastiko plėveles, kad būtų galima mažinti plėvelės storį. Maisto pramonėje įpakavimai iš plastiko neatsiejama dalis, tačiau esant galimybei naudojamos ir kitos medžiagos. Lengviausiai perdirbama medžiaga yra popierius ir pakuočių asortimentas tikrai didelis. Tai taip pat labai ekonomiškas produktas, nes jis dažnai gaminamas iš perdirbto kartono ar popieriaus ir jo tvirtumas technologijų pažangos dėka nekinta.

Kartoninių pakuočių gamyba, bei jų paklausa yra viena iš labiausiai paplitusių visoje pramonėje. Šis produktas lengviausiai ir pigiausiai perdirbamas, bei jo gamyba taip pat nesudaro didelių išlaidų. Todėl bet kokioje pramonėje, net ir reikalaujant estetiškumo ar patvarumo, tai paklausiausia pakavimo priemonė. Puikiai tinka produkcijos saugiam ir tvarkingam pakavimui, transportavimui bei sandėliavimui. Gofruotas kartonas būna dvisluoksnis, trisluoksnis ir penkiasluoksnis. Kartono patvarumas dar skirstomas ir pagal klases. Pagrindiniai gofruoto kartono tipai yra **E, B ir C**.

E tipo, tai trisluoksnis gofruotas kartonas. Šis kartonas būna nuo 1.5mm iki 1.8mm storio. Jis dažniausiai gaminamas dviejų spalvų balta arba ruda. Šio tipo trisluoksnis gofruotas kartonas labiausiai tinka lengvesnio tipo kartoninių dėžių gamybai.

B tipo, tai trisluoksnis gofruotas kartonas. Šio tipo kartonas gaminamas iki 3,2 mm storio. Jis puikiai tinka smulkių siuntinių dėžių gamybai.

C tipo gofruotas kartonas taip pat trisluoksnis. Šis kartonas gaminamas net iki 4,5 mm storio. Kartoninės dėžės pagamintos iš šio tipo kartono, labai tvirtos ir ypač plačiai naudojamos sandėliavimo bei perkraustymo darbams atlikti.

Gofruoto kartono dėžės yra tvirtos, atsparios gniuždymui, lengvos, puikiai tinka maisto produktų, trikotažo, chemijos priemonės gaminių, bei kitos produkcijos saugiam ir tvarkingam pakavimui, transportavimui bei sandėliavimui. Iš gofruoto kartono gaminamos dėžės yra ne tik

patogios ir pigios, bet ir praktiškos. Kadangi žaliava, naudojama gaminti gofruotą kartoną, yra lengva ir nedaug sąnaudų reikalaujanti perdirbimo procese. Gofro kartonas yra 100% skaidomas ir gana greitai gamtoje suyrantis, nedarantis didelės žalos aplinkai, todėl iš šios rūšies kartono pagamintos dėžės yra ekologiškos ir draugiškos aplinkai.

Gofruotas kartonas turi tam tikrų ir minusų, vienas tokių, drėgmės pralaidumas. Tačiau atsiradus plastikui šis klausimas gali būti sprendžiamas. Vienas iš būdų sudaryti drėgmės barjerą, tarp kartono ir aplinkos, tai polietileno arba polipropileno laminavimas. Tačiau gofruoto kartono laminavimas turi tam tikrų sunkumų. Polietileno takumo temperatūra 130° C, o gofro agregato temperatūra 160-180° C ir tai kartoną deformuotų, o polietilenas priliptų prie gofro volų bei džiovinimo stelažo. Net jei ir tai pavyktų padaryti, tai sudarytų papildomas problemas perdirbėjams norint atskirti plastiką nuo kartono ir kartono perdirbėjai tokios makulatūros nepriimtų. Dar vienas iš galimų būdų, tai medžiagų turinčiu celiuliozės tepimas ant kartoninio paviršiaus, tačiau tai vėl gi daroma tik iš vienos pusės, kai tuo tarpu kita pusė lieka neapsaugota ir tai turi neigiamos įtakos kartono tvirtumui ir paslankumui.

Iš pluošto pagamintos medžiagos (įskaitant gofruotą kartoną, kartoną, skystiems maisto produktams skirta kartoną ir pan.) sudaro 31 proc. visos pasaulinės pakavimo rinkos vertės. Maisto pramonė yra didžiausia galutinio vartojimo gaminių rinka, kurioje 40 proc. sunaudojamų medžiagų sudaro gofruotos medžiagos. Planuojama, kad bendrojo gofruoto kartono poreikio metinis augimas visame pasaulyje 2017 m. pasieks 4,3 proc.

Tačiau, mūsų projekto konkrečiu atveju, drėgmės pralaidumą produktui, sulaiko pačio produkto polipropileno įpakavimas, kuris gaminamas sandariai, taikant visus maisto pramonėje reikalingus įpakavimo standartus. Todėl pakavimo dėžėms pasirenkamas, paslankumo turintis gofruotas kartonas, kuris leidžia mums išlaikyti reikiamą tvirtumą, kad produkcija išliktų pirminės formos, bei turėtume galimybę ieškoti paslankumo sąlygų šiame produkto pakavime. Kadangi produkcija, su kuria bus atliekamas tyrimas, turi atitinkamą agregatinę būseną ir įpakavimas nebus keičiamas, bei transportavimo konteineris taip pat išlieka atitinkamų standartinių matmenų, tai turime vienintelę tarpinę pakuotę, gofruoto kartono dėžę, kuri leis ieškoti koregavimo galimybių.

1.5 Produkcijos transportavimo galimybės ir transporto parinkimas

Prie pagrindinių transportinio aptarnavimo uždavinių, kurių sėkmingas sprendimas gali užtikrinti aukštą teikiamų transportinių paslaugų kokybę, galima priskirti:

- transportavimo technologinės schemos parinkimas;
- vežėjo, transporto priemonės ir transporto rūšies parinkimas;
- transporto priemonės ir ją aptarnaujančių infrastruktūros statinių tarpusavio sąveikos užtikrinimas;
- krovinio talpinimas transporto priemonėje (krova bei tvirtinimas);
- maršruto parinkimas ir atliekamo vežimo kontrolė;
- krovinio savybių išsaugojimas transportavimo ir krovos darbų metu.

Visi šie uždaviniai gali būti įvardinami kaip krovinių vežimo technologija, visuma organizacinių, teisinių, techninių ir inžinerinių priemonių, skirtų kokybiškam krovinio vežimo procesui suplanuoti ir įgyvendinti.

Tačiau transportuoti krovinį įmanoma tik prieš tai jį pakrovus. Be to, pristatytas krovinys laikomas tik tuomet, kai jis yra iškrautas pas vartotoją. Atsižvelgiant į šias aplinkybes galima daryti išvadą, kad visą transportavimo procesą sudaro krovinio:

- pakrovimas;
- vežimas;
- iškrovimas.

Tai sudaro eksporto kaštų sąnaudas, kurios yra vienas iš pagrindinių šio darbo uždavinių. Aktualu yra tiek greitas ir patogus pakrovimas bei iškrovimas, tiek kuo didesnio produkcijos kiekio pervežimas iš gamintojo pas užsakovą.

UAB „Amber Pasta“ savo produkciją realizuoja visame pasaulyje. Užsakovai iš tokių šalių, kaip Pietų Afrika, Jordanija, JAV, bei pristatoma produkcija į Kaliningradą ir Singapūrą. Geografinė prasme tai platus spektras vartotojų.

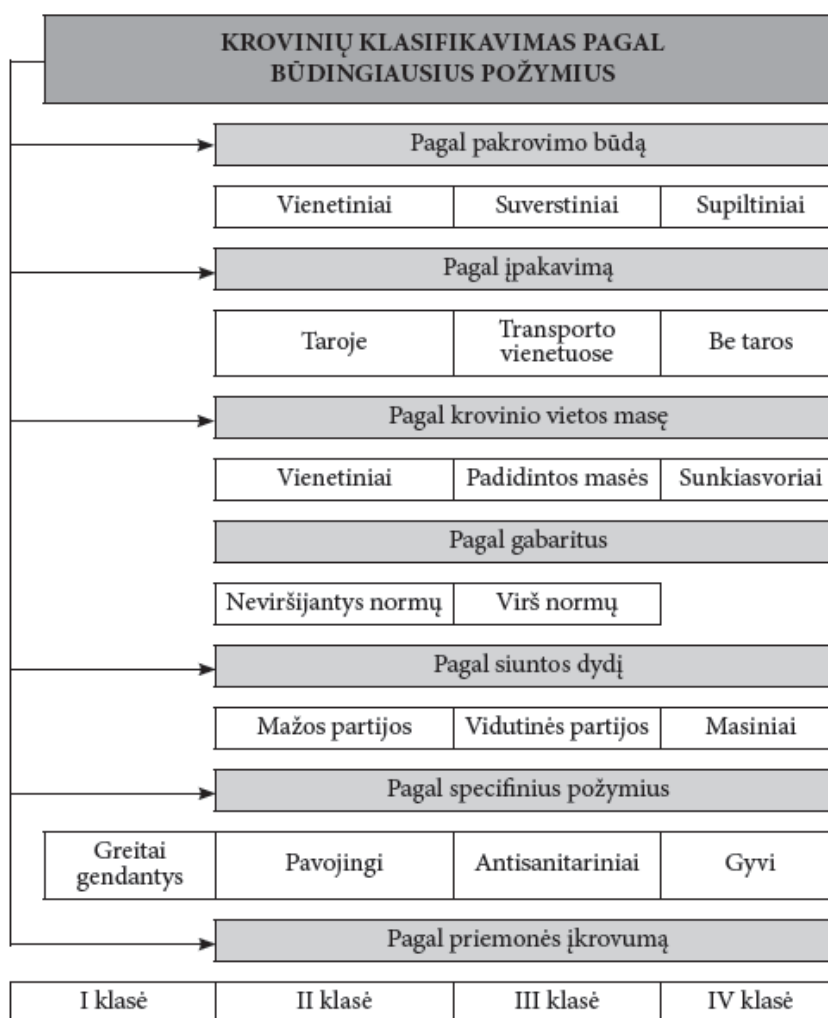
Sprendžiant krovinių srautų valdymą, bei parenkant transportavimo maršrutą yra svarbus šie veiksniai:

- šalies geografinė vieta (atstumai nuo vartojimo ir išteklių rajonų);

- vyraujančios klimatinės sąlygos;
- žemės paviršiaus ypatumai;
- pakrantės ir vidaus vandens telkinių gylis;
- grunto geologinė sudėtis.

Geografiniai/gamtiniai veiksniai yra vieni pagrindinių krovinio siuntėjui ar ekspeditoriui pasirenkant transportavimo būdą ir maršrutą. Be to, jie lemia eismo saugumą ir reguliarumą bei iš to atsirandančius transportavimo paslaugų kokybės, kainos ir laiko rodiklius.

Sekantis svarbus veiksnys yra krovinio ypatybių ar požymių visuma, kurios lemia jo vežimo, krovos ir saugojimo sąlygas ir techniką. Tai nustatoma pagal tam tikrą krovinio požymių klasifikaciją (1.8 pav.).



1.8 pav. Krovinio požymių klasifikacija.

Radus sprendimą kur bus gabenama produkcija, kokio tipo krovinys, žinant norimą pergabenti kiekį, sekantis veiksmas išrinkti esamą pasiūloje tarą, su kuria bus saugiai pervežama produkcija.

Siuntėjas privalo pateikti krovinį taroje, atitinkančioje tam tikrus reikalavimus, kas leidžia:

- užtikrinti krovinio apsaugą;
- užtikrinti transporto priemonės, žmonių, aplinkos apsaugą;
- racionaliai išnaudoti transporto priemonės talpą;
- racionaliai išnaudoti krovos įrangą.

Tarą galima klasifikuoti taip:

a) pagal naudojimo laiką:

- vienkartinė;
- ilgalaikė.

b) pagal formos išlaikymą:

- kieta (metalas, mediena);
- pusiau kieta (kartoninė dėžė);
- minkšta (maišai, plėvelė).

e) pagal paskirtį:

- transportinė (ta, kuri naudojama krovinijų vežimui ir laikinam sandėliavimui);
- gamybinė (arba pirminė, kuri visą laiką yra kartu su produktu).

Taros atliekamų funkcijų esmė išvardinta toliau:

- *apsaugos funkcijos esmė* – kitų prekių, transporto priemonių, krovos įrangos, dirbančiųjų ir aplinkos apsauga.
- *racionalizavimo funkcijos esmė* – krovos vienetų, kuriuos būtų galima lengviau perkrauti, paruošimas. Taip pat ir standartizavimas padeda išvengti didelio kiekio ir įvairių matmenų taros (*unifikacija*), kuri kliudo efektyviai vykdyti krovos darbus.
- *ekonominės funkcijos esmė* – tinkamai parinkus prekės vertės ir įpakavimo vertės santykį, galima racionalizuoti krovos darbus, kurių įtaka bendrai transportavimo kainai yra itin reikšminga.
- *pardavimo funkcijos esmė* – pakuotės spalva, forma ir užrašai ant pakuočių yra priemonė patraukti potencialių klientų dėmesį, t. y. suteikti informaciją apie prekę ir jos gamintoją.

Taigi, matome, kad transporto tara yra skirta krovinio saugojimui nuo aplinkos poveikio, krovos darbų palengvinimui ir efektyvioms transportavimo bei sandėliavimo operacijoms užtikrinti.

Transportinių talpų ir konteinerių naudojimas efektyvus materialinių vertybių gabenimo būdas, suteikiantis galimybę efektyviai jas apsaugoti sandėliavimo, gabenimo ir perkrovimo etapuose, yra uždarų transportinių talpų, pirmiausia konteinerių, panaudojimas. Konteinerį galima vadinti transporto priemonės portatyviniu kėbulu, kuris atlieka dvi pagrindines funkcijas: yra daugkarčio naudojimo transportinė tara ir laikina krovinių gabenimo ir sandėliavimo uždara patalpa. 95 procentai visų pasauliniu mastu gabenamų vienetinių krovinių bendrosios apimtys yra gabenama konteineriuose. Skaičiuojant konteinerių apyvartą kaip ekvivalentas priimtas ISO standartuose įvardytas 20-ties pėdų ilgio jūrinis konteineris, žymimas TEU (Twenty Foot Equivalent Unit). Gabenant krovinius ypač plačiai naudojami stambiatoniniai konteineriai. Jie skirstomi į dvi grupes: ISO normatyvų tarptautiniai konteineriai ir vietiniai arba šalies vidaus konteineriai, naudojami Europos Sąjungos geležinkeliuose. 92 proc. kroviniams gabenti naudojamų konteinerių yra universalūs ir tik 8 proc. – specialūs. 80 proc. visų kroviniams gabenti naudojamų konteinerių yra metalo konstrukcijos. Tarp konteinerių naudojimo pranašumu, kurie nurodyti transporto literatūroje, nėra krovinių apsaugos, kurią garantuoja konteinerių naudojimas, klausimų. Tvirtos konstrukcijos uždara talpa garantuoja krovinio išsaugojimą nuo jo išsiuntimo iki gavimo vietos, taip pat sandėliuojant krovinių terminaluose arba kraunant į bet kokios rūšies transportą. Konteinerių durys plombuojamos ir gali būti užrakinamos. Konteineriuose gabenamų krovinių mastas kasmet smarkiai didėja. Pagrindiniuose Europos Sąjungos jūrų uostuose kasmet vidutiniškai perkraunama apie 34 milijonus TEU konteinerių. Gabenimų konteineriuose apimčių didėjimas pastebimas ir Klaipėdos valstybiniame jūrų uoste. 2004 metais Klaipėdos jūrų uoste buvo perkrauta 174 tūkst. TEU konteinerių, t. y. 47 proc. daugiau nei 2003 metais. Per devynis šių metų mėnesius perkrauta 157 tūkst. TEU konteinerių. Jų srautas, palyginti su 2004 metų tuo pačiu laikotarpiu, padidėjo 27 procentais. Konteineriams gabenti pasaulinėje transporto sistemoje naudojamos konteinerių transportavimo sistemos (KTS). Jas sudaro: konteinerių parkas, jų gabenimo priemonės, krovos mechanizmai konteineriams apdoroti ir informacinės sistemos gabenimo sistemos funkcionavimui ir valdymui užtikrinti. Informacinės sistemos taip pat suteikia galimybę mažesniems transporto bei ekspedicinėms įmonėms prisijungti prie didelių jūrų uostų informacinių sistemų valdymo tinklo be didelių investicijų. Iš tokių informacinių sistemų žinomiausios yra Seedos, Taldos, Condicos, Contradis ir Ships. Lietuvoje kol kas nėra sukurta konteinerių transportavimo sistema, kuri apimtų konteinerių gabenimą įvairiomis transporto rūšimis ir jų apdorojimą išsiuntimo vietose ir terminaluose. Šalyje konteinerių gabenimas

organizuotas daugiausia geležinkelių ir jūrų transportu. Tai pagrindinė Lietuvos transporto sistemos dalis. Kaip parodė pasaulinė konteinerių gabenimo sistemos panaudojimo praktika, ji yra efektyvi ir ekonomiška, garantuojanti krovinių saugą [3].

2. Tyrimo objektas ir metodika

Makaronų, su kuriais atliekamas tyrimas, rūšis „Oleos“ spagečiai. Iki šiol ši įmonė ne kartą ieškojo tinkamesniu sprendimu savo produkcijos transportavimui, tačiau dažniausiai atsižvelgdavo į užsakovo pageidavimus, kuriuos tenkino iki šiol buvusios transportavimo sąlygos, bei jų kaštai. Naujas užsakovas paskatino imtis dar gilesnio tyrimo ir ieškoti sprendimų, kaip efektyviau išdėlioti produktą pakuotėje, kad būtų galima toje pačioje talpoje (jūriniame konteineryje), pristatyti klientui daug didesnį kiekį produkcijos ir taip sumažinti transportavimo kaštus.

Ieškant sprendimo, bus pasitelkta jau esama informacija apie standartiniu spagečių makaronų pakavimą, bei paletavimą. Taip pat ieškomi technologiniai patobulinimai pakuočių gerinimo klausimu.

Pakavimo medžiagos reikalingos ne tik tam, kad gaminys patraukliau atrodytų, bet svarbiausia, kad būtų apsaugotas nuo išorinio aplinkos poveikio ir nebūtų pažeistas transportuojant. Todėl vienas iš aktualių klausimų, pakuotes ekonomiškumas, tvirtumas, bei funkcionalumas, didinant pakrovimo kiekio galimybes į standartinį 20 HC, atitinkantį esamus standartinius matmenis. Taip pat makaronų įpakavimo tvirtumas, bei lankstumas, nepažeidžiant produkto formos, bei kokybės.

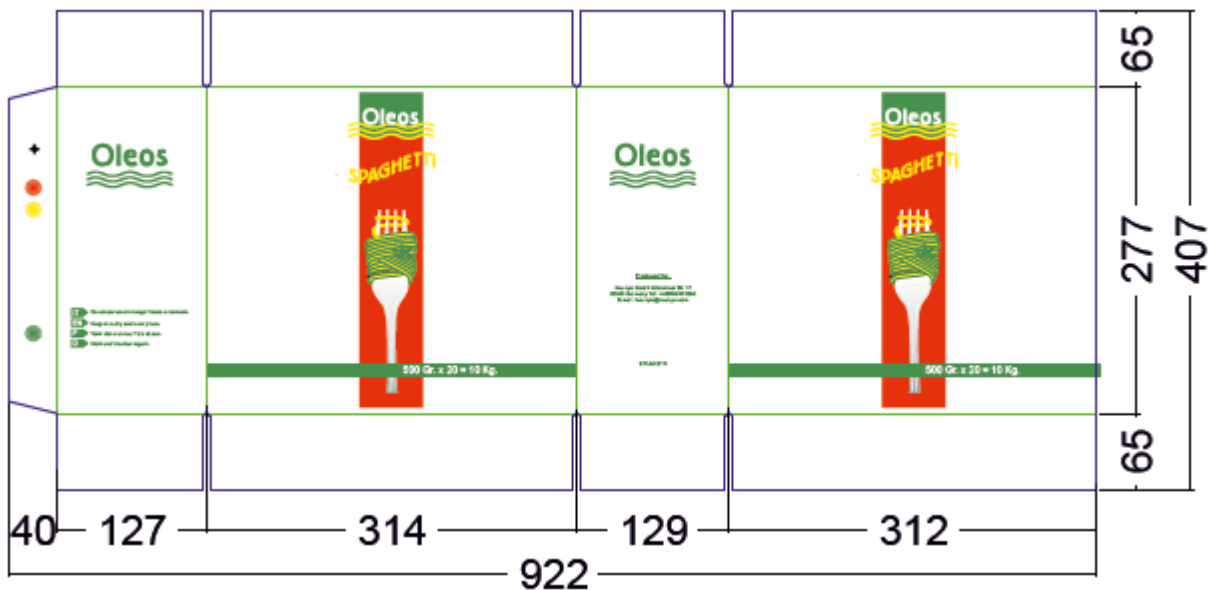
2.1 Tyrimo objektas

Tyrimo objektas – „Oleos“ spagečiai supakuoti po 0,5 kg plastikiniuose maišeliuose, pagamintuose iš dvisluoksnės polipropilėninės juostos OPP 20 + CPP 30, kurios storis yra 50 mikronų. Tokia nebarjerinė pakuotė skirta gaminiams, kuriems aplinkos poveikis nėra labai svarbus. Nebarjerinė flow-pack plėvelė puikiai tinka makaronams pakuoti.



2.1 pav. Laminuotos juostos „Oleos“ dizainas.

Paruošta pilna pakuotė talpinama į „Oleos“ gofruotas kartonines dėžutes, kurių matmenys yra 320x134x285 mm (ilgis, plotis, aukštis). „Oleos“ gofruota kartoninė dėžutė atitinka esamus standartinius reikalavimus pagal C tipo kategorijas [4].



2.1.1 pav. Standartinė „Oleos„ spagečių gofruoto kartono dėžės išklotinė.

Svarbu žinoti, kad nagrinėjamos kartoninės dėžutės matmenys pagal techninę specifikaciją negali būti keičiami – tai sutartinis įsipareigojimas tarp bendrovės UAB „Amber pasta“ ir makaronų rūšies „Oleos“ pirkėjo.

2.2 Gofruotos kartoninės dėžutės techninės charakteristikos

„Oleos“ gofruota kartoninė dėžutė atitinka esamus standartinius reikalavimus pagal **C tipo** kategorijas, pagal atitinkama svorį.

C16W parametrai:

- atsparumas gniuždymui (ECT): 5,60 kN/m²;
- absoliutus pasipriešinimas praspaudimui (BST): 1,10 MPa;
- vidutinis svoris: 491 g/m³ [6].

Toliau aprašome C16W „Oleos“ gofruotų kartoninių dėžių technines charakteristikas, kurias pateikė UAB „Klaipėdos kartonas“. Trumpai apžvelgsime popieriaus gofravimui, kartono lygiems sluoksniams ir gofruoto kartono kondicionavimo sąlygas kokybei nustatyti metodiką, apibrėžimą absoliutaus pasipriešinimo praspaudimui bandymų atlikimo metodiką, pasipriešinimo galiniam gniuždymui bandymų atlikimo metodiką ir gofruotų kartoninių dėžučių gniuždymo bandymo atlikimo metodiką [6].

Popieriaus gofravimui, kartono lygiems sluoksniams ir gofruoto kartono kondicionavimo sąlygų kokybės nustatymo metodika. Kondicionavimo metodika paruošta remiantis LST EN ISO 186, ISO 187, GOST 13523 – 78 standartais. Bandiniai kondicionavimui paliekami tokioje padėtyje, kad oras prieitų iš visų pusių. Popierius gofravimui, kartonas lygiems sluoksniams yra kondicionuojami 23 ± 1 °C temperatūroje, 50 ± 2 % santykinėje oro drėgmėje. Kondicionavimo laikas – ne mažiau 2 valandų. Gofruotas kartonas yra kondicionuojamas 23 ± 1 °C temperatūroje, 50 ± 2 % santykinėje oro drėgmėje. Kondicionavimo laikas – ne mažiau 24 valandos.

Absoliutaus pasipriešinimo praspaudimui bandymų atlikimo metodika (BST). BST – Brusting Strenght Test. Tai testas, kuriuo pagalba yra nustatomas gofruoto kartono atsparumas plyšimui (MPa). Kartono atsparumą plyšimui apibūdina maksimalus slėgis, kurį kartonas gali atlaikyti. Plyšimo faktorius yra atsparumo plyšimui (išreikšto jėgos gramais kvadratiniam centimetrui) ir kartono medžiagos (išreikštos kondicionuoto kartono gramais kvadratiniam metrui) dalmuo. Šis metodas taikomas popieriui gofravimui, kartonui lygiems sluoksniams ir gofruotajam kartonui.

Šiam testui atlikti naudojama įranga – pasipriešinimo praspaudimui įrenginys. Bandymo metodika yra paruošta remiantis LST EN ISO 2759; GOST 13525.8-86 standartais.

Pasipriešinimo galiniam gniuždymui bandymų atlikimo metodika (ECT).ECT – Edgewise Crush Test. Tai testas, kuriuo nustatomas gofruoto kartono atsparumas spaudimui stačiai gofruoto kartono bangos (kN/m).Šiuo testu nustatoma gniuždymo jėga gofruoto kartono pavyzdžiui. Tai suteikia galimybę parinkti reikiamą kompoziciją pagal reikiamą dėžės tvirtumą.

Pasipriešinimas galiniam gniuždymui – tai maksimalus apkrovimas, kurį atlaiko gofruoto kartono pavyzdys, jėgai veikiant bangų kryptimi. Bendru atveju ši jėga gali būti paskaičiuota:

$$q_{gn} = F / L$$

kur: q_{gn} – atsparumas galiniam gniuždymui, kN/m;

F – maksimali gniuždymo jėga, kN;

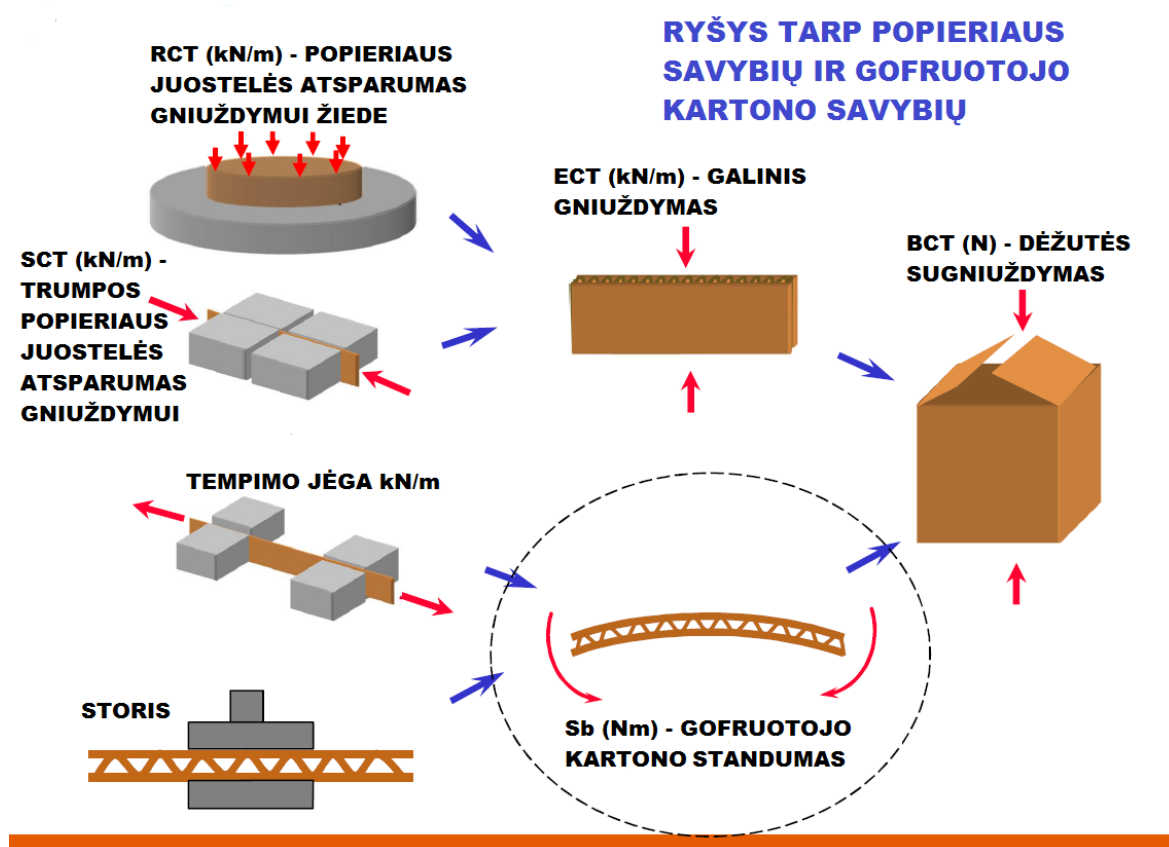
L – bandinio ilgis, m.

Šiam testui atlikti naudojama įranga – gniuždymo bandymų presas, dvi prilaikymo plokštelės, bandinių išpjovimo peilis. Bandymo metodika yra paruošta remiantis GOST 20683-75; 20683-97; ISO-3037-94 standartais.

Gofruotų kartoninių dėžučių gniuždymo bandymo atlikimo metodika (BCT). BCT – Box Compression Test. Šis testas yra skirtas nustatyti dėžių atsparumą (N,kg) ir deformaciją (mm,% nuo išorinio dėžės aukščio) spaudimo metu. Šiuo testu pagalba galima nustatyti kokį maksimalų krovinio svorį gali atlaikyti gofruoto kartono dėžė, kad apsaugoti gaminį nuo deformacijos, t.y. žinant koks krovinio svoris vienoje dėžėje, kiek eilių kraunama į aukštį, galima parinkti reikalingą gofruoto kartono kompoziciją siekiant gauti reikiamą dėžės tvirtumą.

Dėžutės gniuždymo bandymas – tai didžiausios apkrovos, prie kurios gofruotojo kartono dėžutė nepraranda savo stabilumo nustatymas.

Šiam testui atlikti naudojama įranga – gniuždymo bandymų presas. Bandymo metodika yra paruošta remiantis LST EN ISO 12048; GOST 18211-72 standartais. Žemiau galima susipažinti su ryšiu tarp popieriaus savybių ir gofruotojo kartono savybių.



2.2.1 pav. Ryšys tarp popieriaus ir gofruotojo kartono savybių.

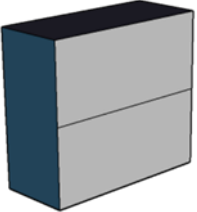
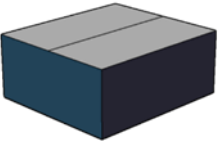
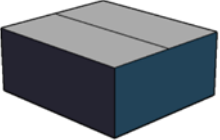
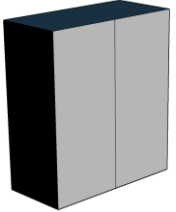
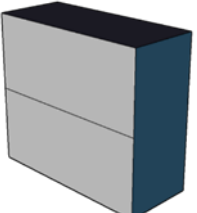
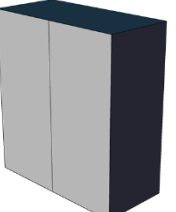
2.3 Tyrimo metodika. Programos „Packvol“ aprašymas

Jūrinio konteinerio, į kurį kraunamos dėžutės su „Oleos“ spagečių pakuotėmis, matmenys yra: 5,90 x 2,35 x 2,39 m (ilgis, plotis, aukštis) ir tūris -33,137 m³.

Pirmiausia buvo nustatomas dėžučių kiekis telpantis konteineryje ir liekanti neužpildyta tūrio dalis, naudojant vieno tipo kartoninių dėžučių orientaciją. Šiame etape išnagrinėti šeši skirtingo pakrovimo tvarkos variantai (2.2. lentelė). Pakrovimo simuliacijos metu pagal variantus 1-6 dėžutės orientacija nėra keičiama ir jos ilgis, plotis bei aukštis nesikeičia.

Turint pirmojo etapo tyrimo rezultatus buvo sudaromi (7 – 12) kartoninių dėžučių orientavimo variantai. Atliekant pakrovimo simuliaciją pagal 7 – 12 variantus dėžutės orientacija yra keičiama pagal poreikį, siekiant kuo efektyviau užpildyti jūrinio konteinerio tūrį ir sutalpinti didesnę dėžučių kiekį

Kartoninių dėžučių orientavimo ir dėjimo tvarkos variantai

Variantas	Ilgis, mm	Plotis, mm	Aukštis, mm	Simuliacija
1	320	134	285	
2	320	285	134	
3	285	320	134	
4	285	134	320	
5	134	320	285	
6	134	285	320	

Makaronų dėžučių pakrovimo į jūrinių konteinerių tyrimas buvo atliktas su programa „packVol” [7].

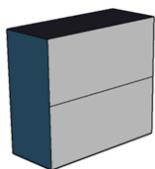
Programa „Packvol“ – tai krovinių planavimo ir optimizavimo programinė įranga, kuri padeda tiksliai suplanuoti ir maksimaliai išnaudoti jūrinių konteinerių, geležinkelio vagonų, sunkvežimių priekabų ir puspriekabių lasivą tūrį, pritaikant pasirinktą krovinį pagal tam tikrus gabaritus. Atvaizduodama optimaliausias pakrovimo schemas, ji padeda nustatyti laisvo tūrio vietas ir pagal pasirinktą krovino tipą šias laisvas erdmes sumažina iki priimtino minimalus dydžio.

Šios programinės įrangos stipriosios savybės (išskirtinimai):

- Išplėstinis vidinių paviršių optimizavimas ir trimatis jų atvaizdavimas ekrane;
- Lengvas ir patogus valdymas, priskiriant daugelį pakrovimo taisyklių;
- Paprasta integracija su išorinėmis valdymo sistemomis.

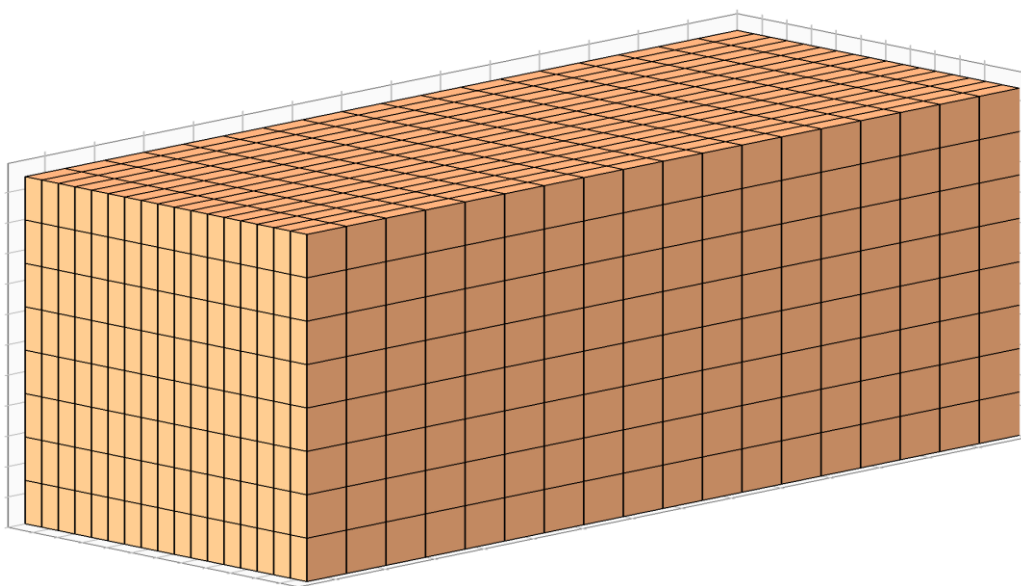
3. Tyrimo rezultatai ir jų analizė

Panagrinėkime 1-12 kartoninių dėžių pakrovimo variantus, 1-6 variantams taikysime tik vieną dėžės orientaciją. 7-10 variantams prie pirminio pakrovimo dėžės orientaciją keisime du kartus, 11-12 variantams – dėžutės orientacija bus keičiama pagal poreikį, kad tilptu kuo daugiau dėžių konteineryje.



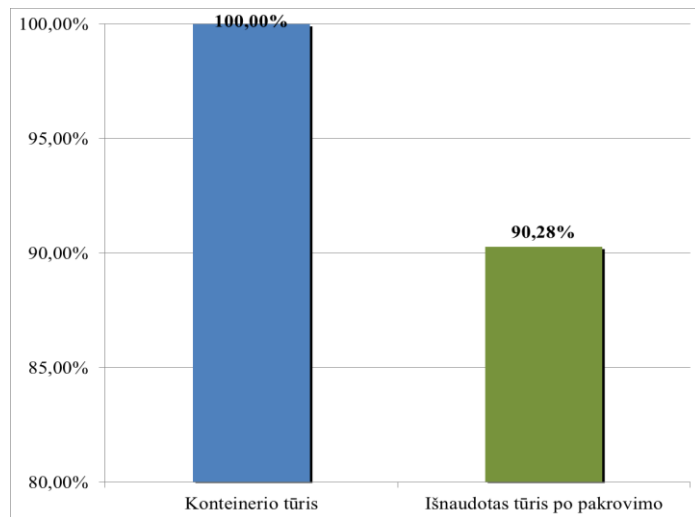
Variantas Nr. 1: ilgis – 320 mm; plotis – 134 mm; aukštis – 285 mm.

Žemiau yra pavaizduojamos pakrautos eilės konteineryje. Su šiuo krovimu mums pavyko sudėti 2448 vienetų arba 24,480 t spagečių (3.1.Pav.).

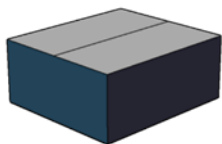


3.1 pav. Pakrovimo variantas Nr. 1.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinį grafiką pagal tūrio santykį (3.2 pav.).

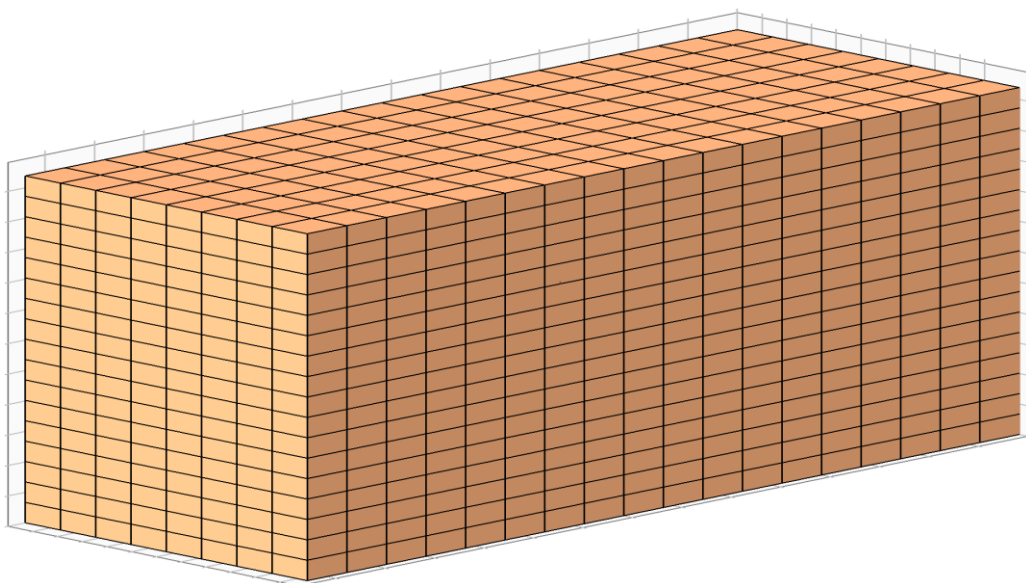


3.2 pav. Pakrovimo varianto Nr. 1 stulpelinis grafikas pagal tūrį.



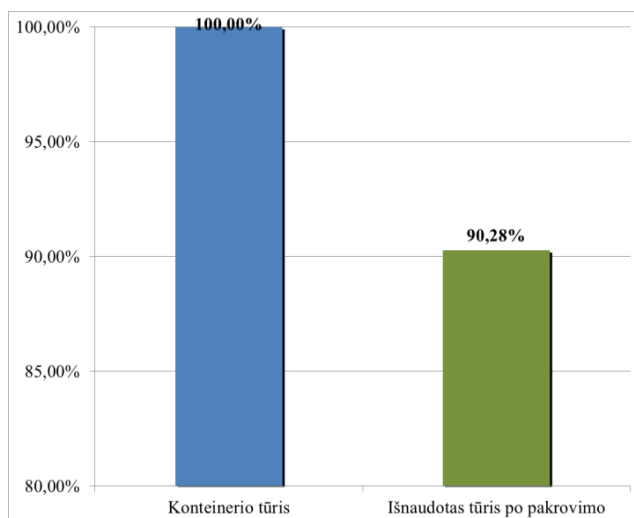
Variantas Nr. 2: ilgis – 320 mm; plotis – 285 mm; aukštis – 134 mm.

Pakrautos eilės konteineryje yra pavaizduojamos 3.3 pav. Po šio krovimo pavyksta sudėti 2448 vienetų arba 24,448 t spagečių.

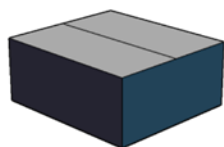


3.3 pav. Pakrovimo variantas Nr. 2.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinius grafikus, kuriame matysime tūrio santykį (3.4 pav.).

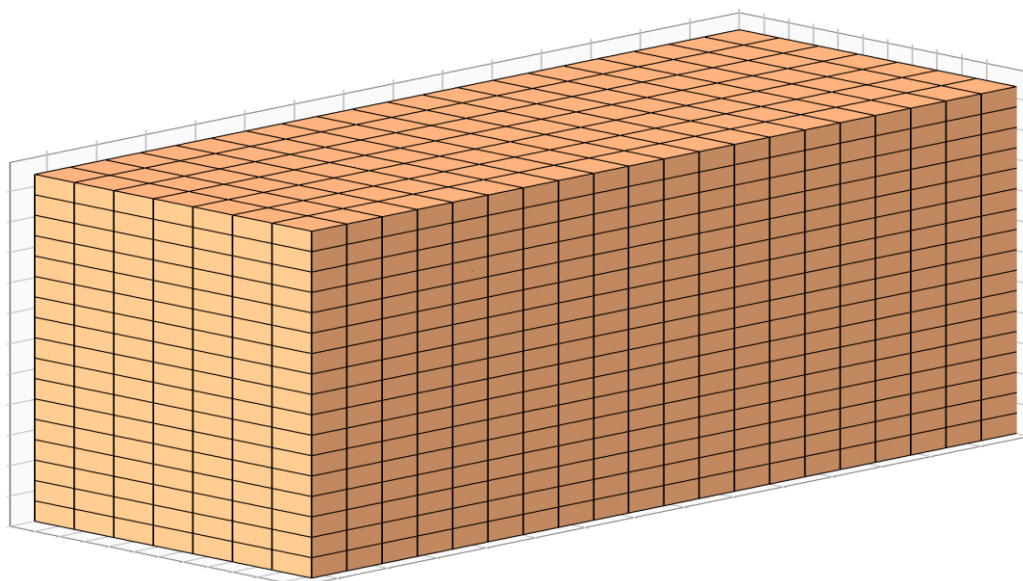


3.4 pav. Pakrovimo varianto Nr. 2 stulpelinis grafikas pagal tūrį.



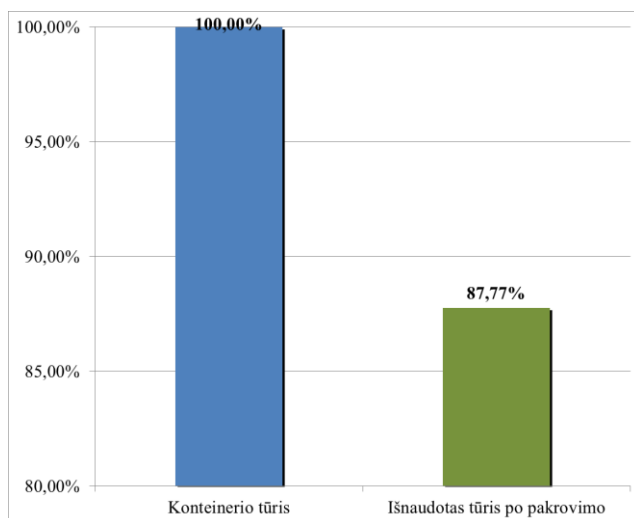
Variantas Nr. 3: ilgis – 285 mm; plotis – 320 mm; aukštis – 134 mm.

Pritaikant šį variantą pavyksta sudėti 2380 vienetų arba 23,8 t spagečių (3.5.Pav.).

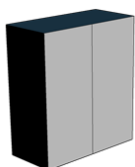


3.6 pav. Pakrovimo variantas Nr. 3.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinius grafikus, kuriame matysime tūrio santykį (3.6 pav.).

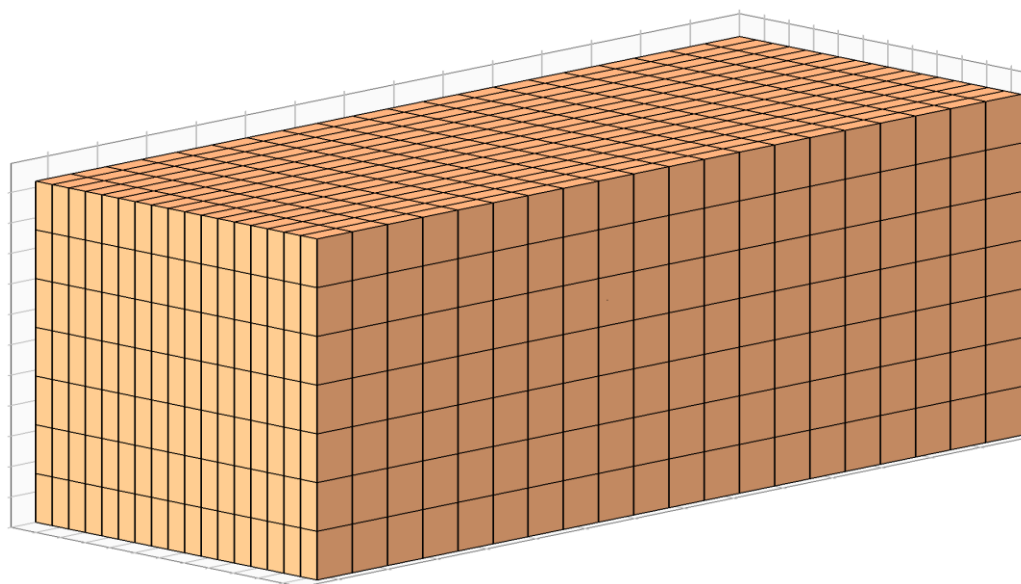


3.6 pav. Pakrovimo varianto Nr. 3 stulpelinis grafikas pagal tūrį.



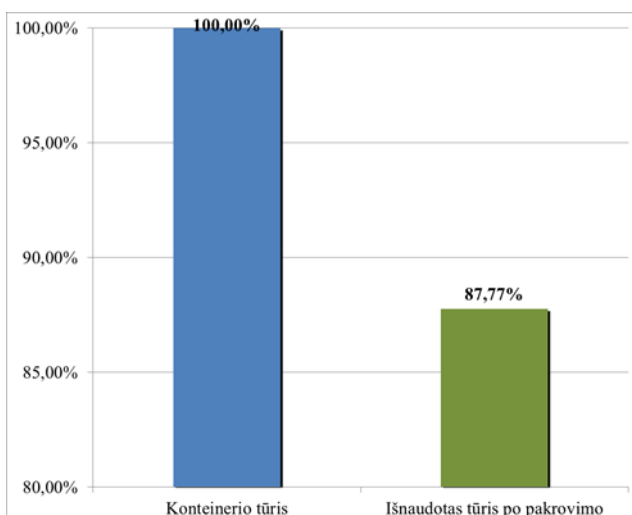
Variantas Nr. 4: ilgis – 285 mm; plotis – 134 mm; aukštis – 320 mm.

Žemiau yra pavaizduojamos pakrautos eilės konteineryje. Šiuo atveju mums pavyko sudėti 2380 vienetų arba 23,8 t spagečių (3.7.Pav.).

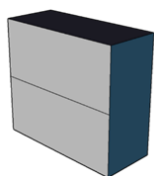


3.7 pav. Pakrovimo variantas Nr. 4.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinius grafikus, kuriame matysime tūrio santykį (3.8 pav.).

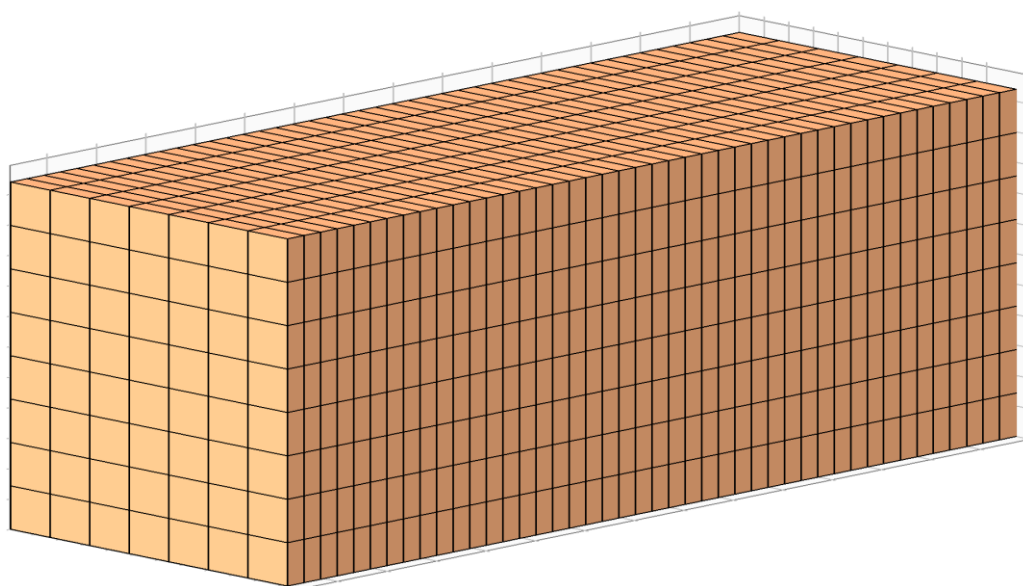


3.8 pav. Pakrovimo varianto Nr. 4 stulpelinis grafikas pagal tūrį.



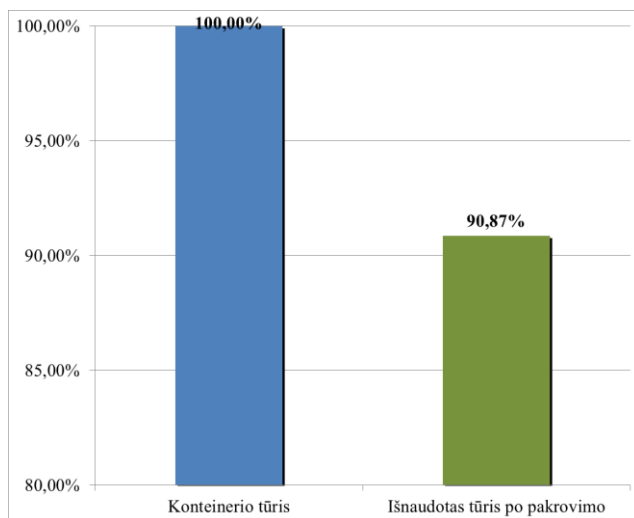
Variantas Nr. 5: ilgis – 134 mm; plotis – 320 mm; aukštis – 285 mm.

Žemiau yra pavaizduojamos pakrautos eilės konteineryje. Po šio pakrovimo mums pavyko sudėti 2464 vienetų arba 24,640 t spagečių (3.9.Pav.).

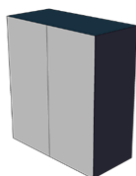


3.9 pav. Pakrovimo variantas Nr. 5.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinius grafikus, kuriame matysime tūrio santykį (3.10 pav.).

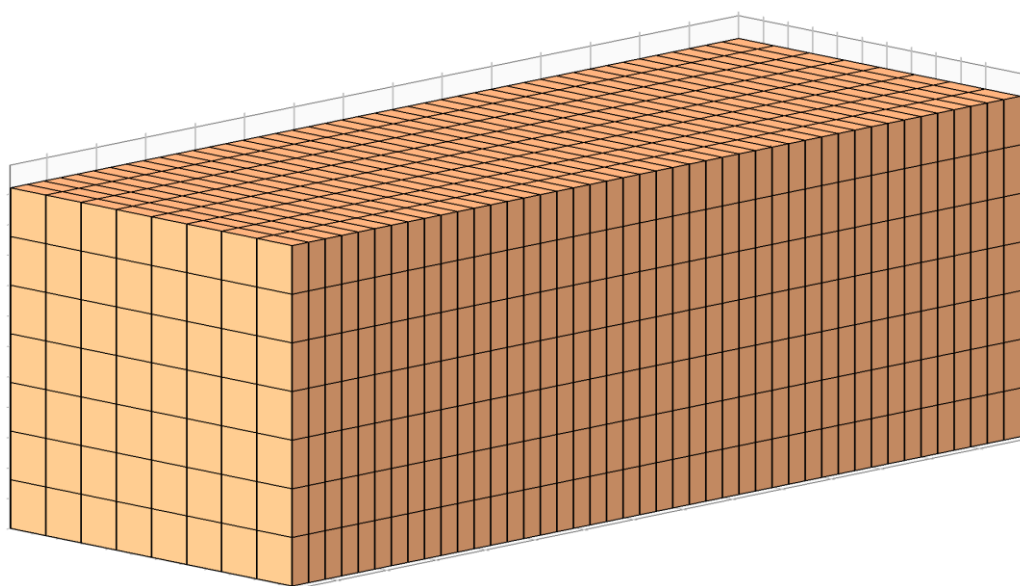


3.10 pav. Pakrovimo varianto Nr. 5 stulpelinis grafikas pagal tūrį.



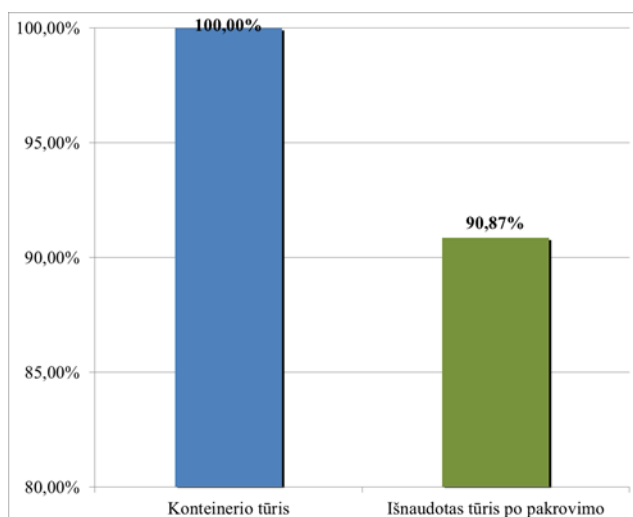
Variantas Nr. 6: ilgis – 134 mm; plotis – 285 mm; aukštis – 320 mm.

Žemiau yra pavaizduojamos pakrautos eilės konteineryje. Šiuo atveju mums pavyko sudėti 2464 vienetų arba 24,640 t spagečių (3.11.Pav.).



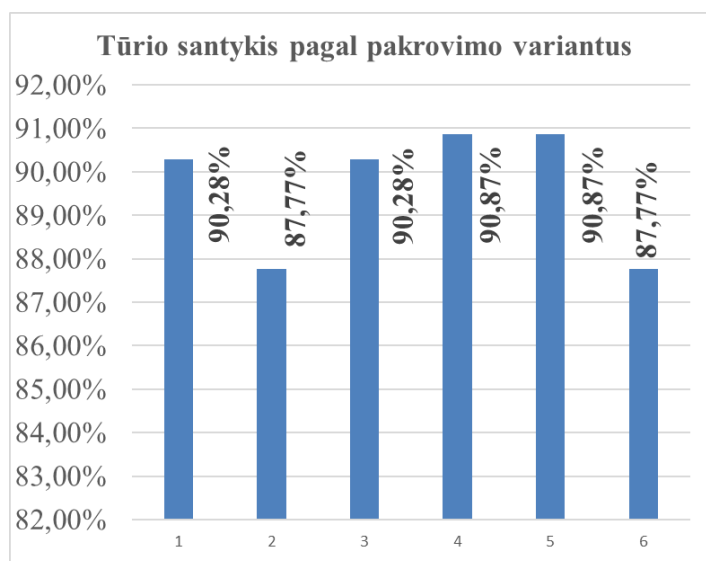
3.11 pav. Pakrovimo variantas Nr. 6.

Po atlikto pakrovimo pateikiame stulpelinius grafikus, kuriame matysime tūrio santykį (3.12 pav.).



3.12 pav. Pakrovimo varianto Nr. 6 stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Iš pateiktų duomenų (1-6 variantai) matyti, kad geriausią konteinerio užpildymą gauname, kai dėžučių orientacija atitinka 5 ir 6 variantus. Abiem atvejais telpa 2464 dėžutės, kurių bendras svoris yra 24,640 t. Konteinerio užpildymas siekia 90,87 %, arba beveik 10 proc. tūrio lieka neužpildyta. Mažiausiai sutalpiname, kai kraunama pagal 3-4 variantus – 2380 vnt., o konteinerio užpildymas tesiekia 87,77 proc. (3.13 pav.). Tokiu atveju, mes neracionaliai išnaudojame konteinerio tūrį, ko pasekoje prarandame galimybę sudėti maksimalų dėžučių kiekį. Gauti duomenys rodo, kad siekiant pilniau užpildyti konteinerį, būtina keisti dėžučių orientaciją krovos procese.

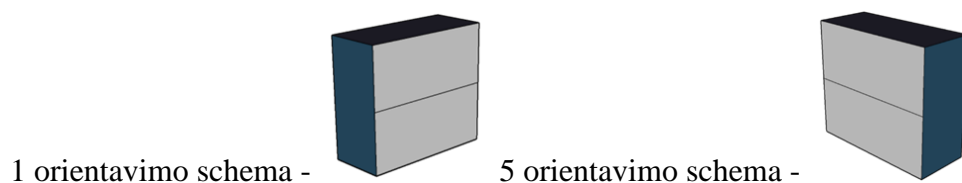


3.13 pav. Pakrovimo variantų 1-6 stulpelinis grafikas pagal tūrį.

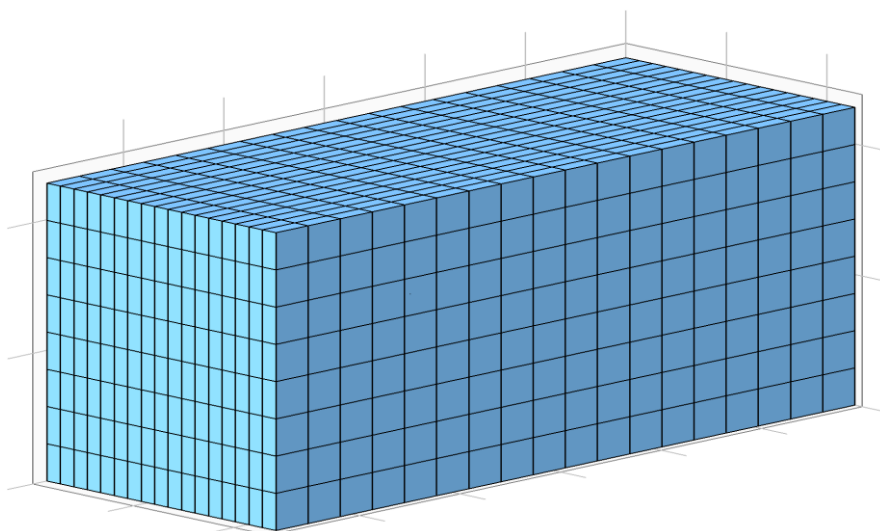
Antrame paletavimo etape tyrėme dar keturis skirtingus dėžučių orientavimo variantus (7-10), kai likusi neužpildyta konteinerio erdvė buvo baigiama pildyti, taikant kitą orientavimo schemą:

- 7 variantas, kai konteineris užkraunamas pagal 1 orientavimo variantą (1 lentelė), o likusi dalis pagal 5 variantą arba 1+5 orientavimo schemas;
- 8 variantas – 2+4 orientavimo schemas;
- 9 variantas – 3+4 orientavimo schemas;
- 10 variantas – 5+3 orientavimo schemas.

Variantas Nr. 7 (1+5 orientavimo schemas)

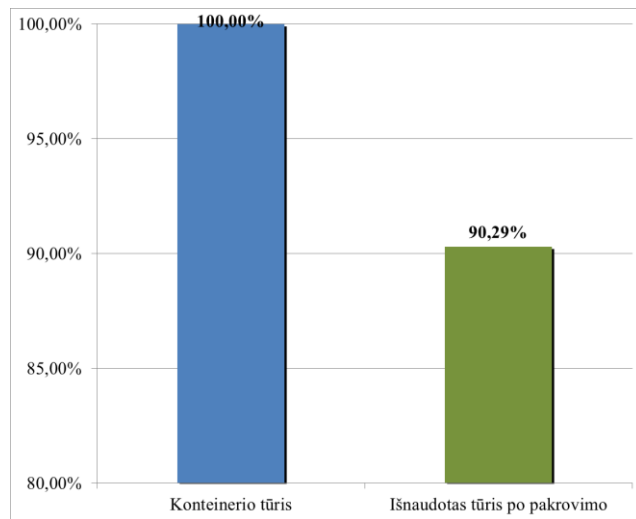


Atlikus pilną konteinerio pakrovimą pagal 1 variantą, galinėje konteinerio dalyje laisvos vietos yra 140 mm. Pritaikius variantą Nr. 5 papildomai pavyksta sudėti 56 kartonines dėžutes ir laisvo tūrio lieka vos 6 mm. (3.13. ir 3.16 pav.). Tuo tarpu, viršutinėje konteinerio dalyje nuo paskutinės eilės laisvos vietos lieka tik 110 mm ir kito (papildomo) orientacijos varianto pasirinkti negalime.

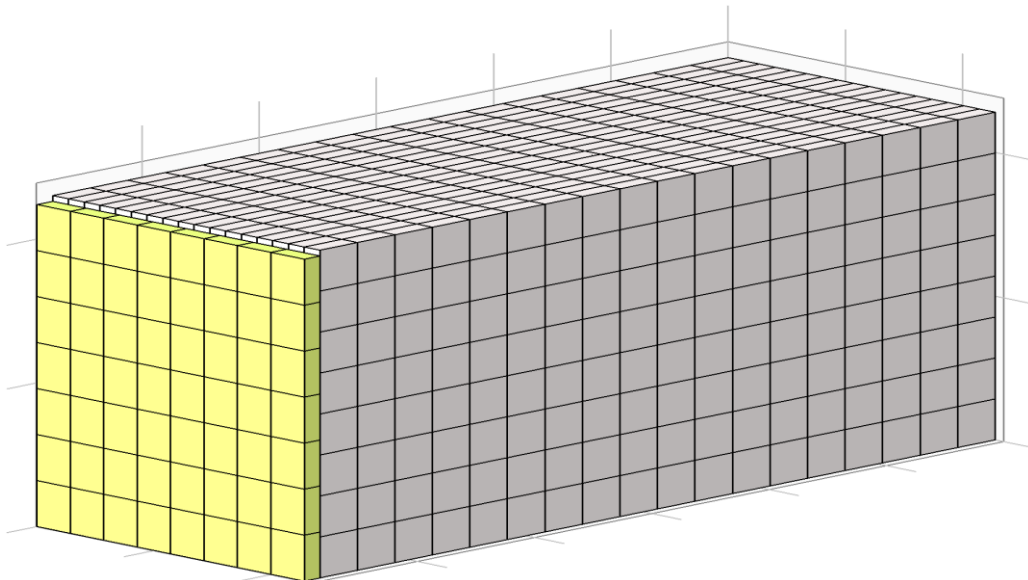


3.14 pav. Pakrovimo variantas Nr. 7 (1)

Po šio pakrovimo pavyko sukrauti 2448 vienetus.

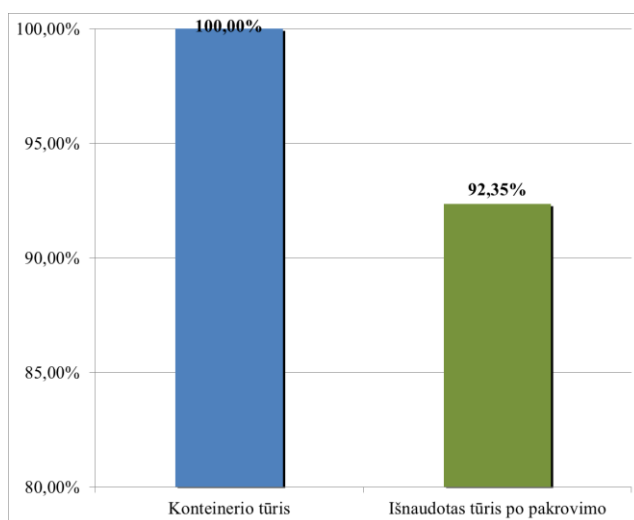


3.15 pav. Pakrovimo varianto Nr. 7 (1) stulpelinis grafikas pagal tūrį.



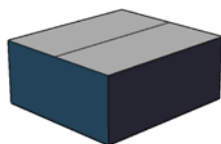
3.16 pav. Pakrovimo variantas Nr. 7 (1-5).

Pritaikius 1 ir 5 orientavimo variantus pakrautas dėžučių skaičius – 2504 vnt.

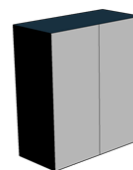


3.16 pav. Pakrovimo varianto Nr. 7 (1+5) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Variantas Nr. 8 (2+4 orientavimo schemas)

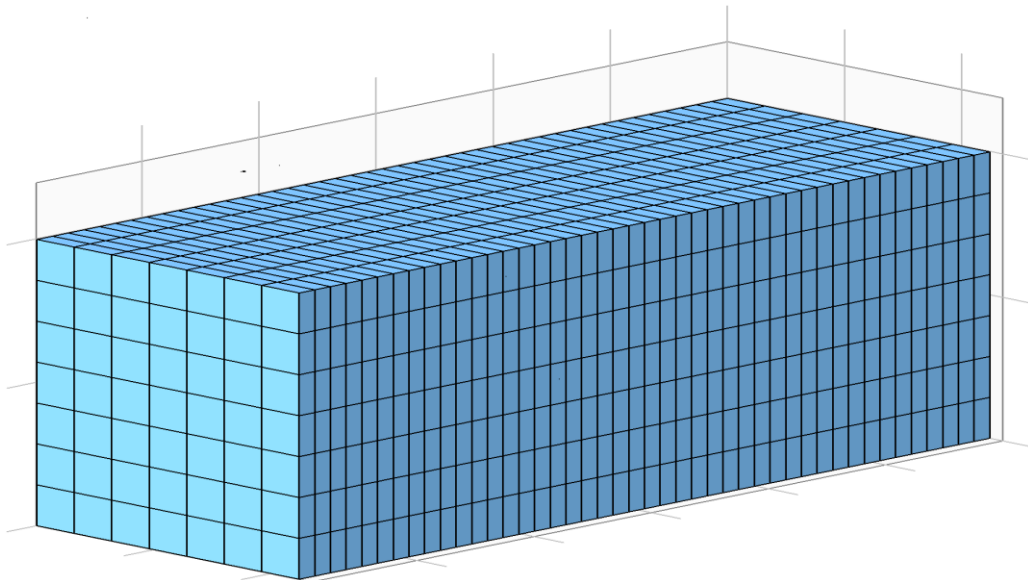


2 orientavimo schema -



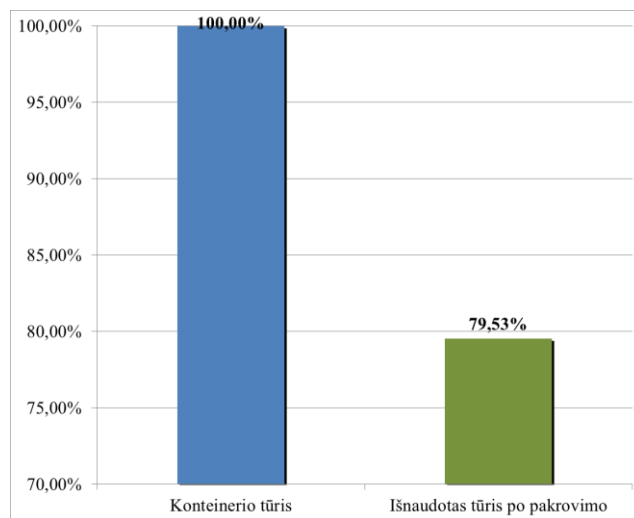
4 orientavimo schema -

Pirminėje krovimo stadijoje konteineris yra pakraunamas pagal 2 orientavimo variantą. Po pakrovimo viršutinėje konteinerio dalyje laisvos vietos lieka 395 mm. Tuo tarpu, galinėje konteinerio dalyje laisvos vietos lieka vos 4 mm. Pritaikius 4 orientavimo schemą viršutinė konteinerio dalis yra užpildoma dviem eilėmis ir papildomai sutalpinome 280 vnt. (3.17. – 3.20 pav.). Po šio pakrovimo laisvos vietos viršutinėje konteinerio dalyje lieka 127 mm. Pagal gauta reikšmę dėl mažo laisvo aukščio negalime pritaikyti papildomo 1-6 orientavimo varianto.

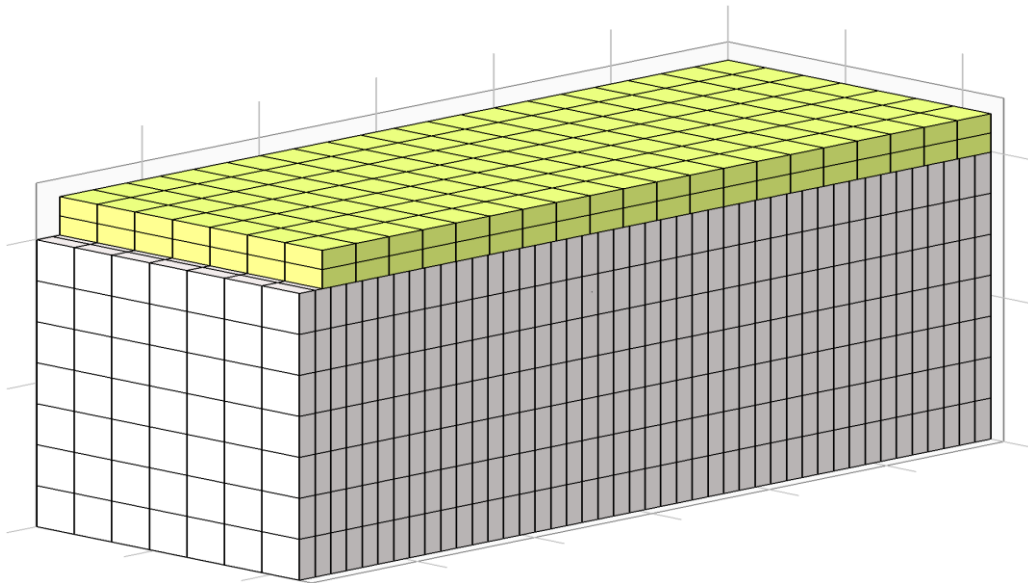


3.17 pav. Pakrovimo variantas Nr. 8 (2). –

Po šio pakrovimo pavyko sukrauti 2156 vnt.

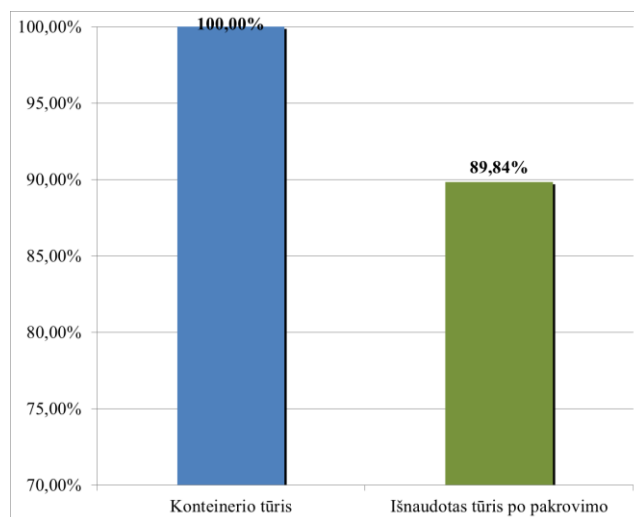


3.18 pav. Pakrovimo varianto Nr. 8 (2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.



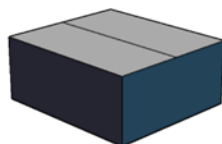
3.19 pav. Pakrovimo variantas Nr. 8 (2+4).

Pritaikius 2 ir 4 orientavimo variantus pakrautas dėžučių skaičius – 2436 vnt.

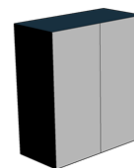


3.20 pav. Pakrovimo varianto Nr. 8 (2+4) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Variantas Nr. 9 (3+4 orientavimo schemas)



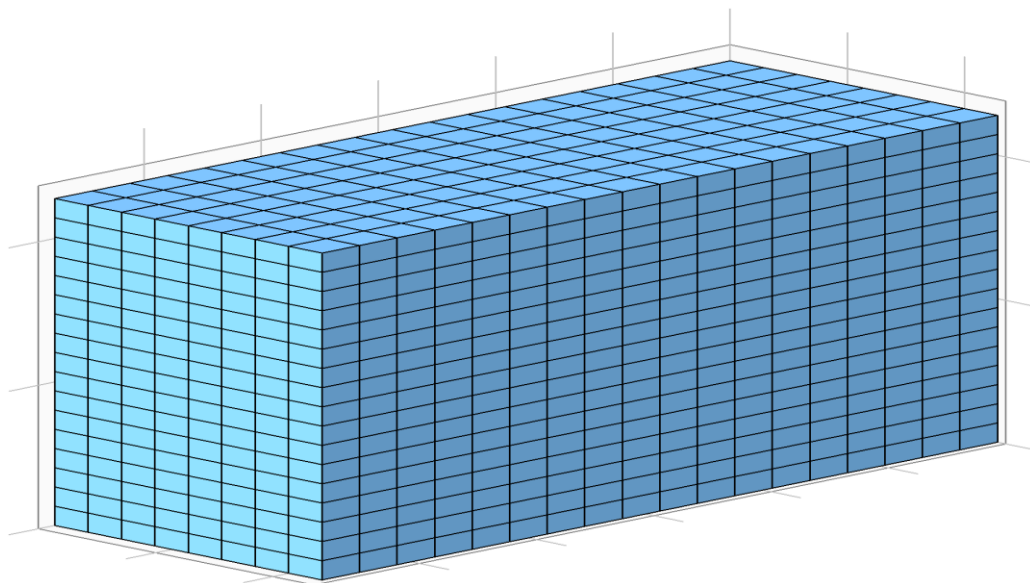
3 orientavimo schema -



4 orientavimo schema -

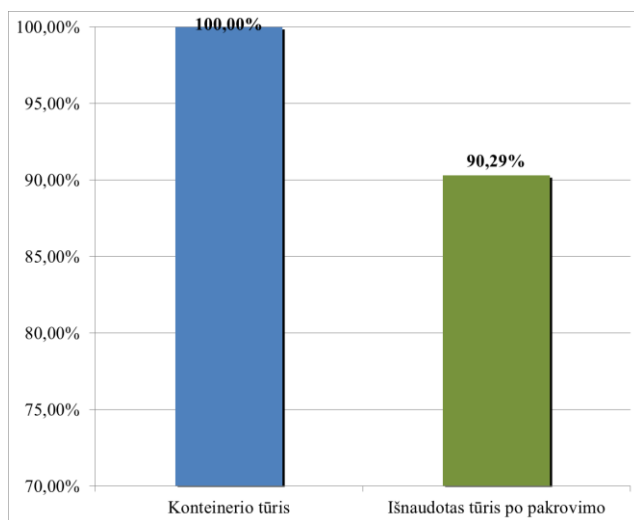
Atlikus pilną konteinerio pakrovimą pagal 3 variantą, galinėje konteinerio dalyje laisvos vietos lieka 140 mm. Pritaikius 4 variantą papildomai pavyksta sudėti 56 kartonines dėžutes ir

laisvo tūrio lieka vos 6 mm. (3. 21. ir 3. 24 pav.). Tuo tarpu, viršutinėje konteinerio dalyje nuo paskutinės eilės laisvos vietos lieka tik 112 mm ir kito (papildomo) orientacijos varianto pritaikyti nepavyks.

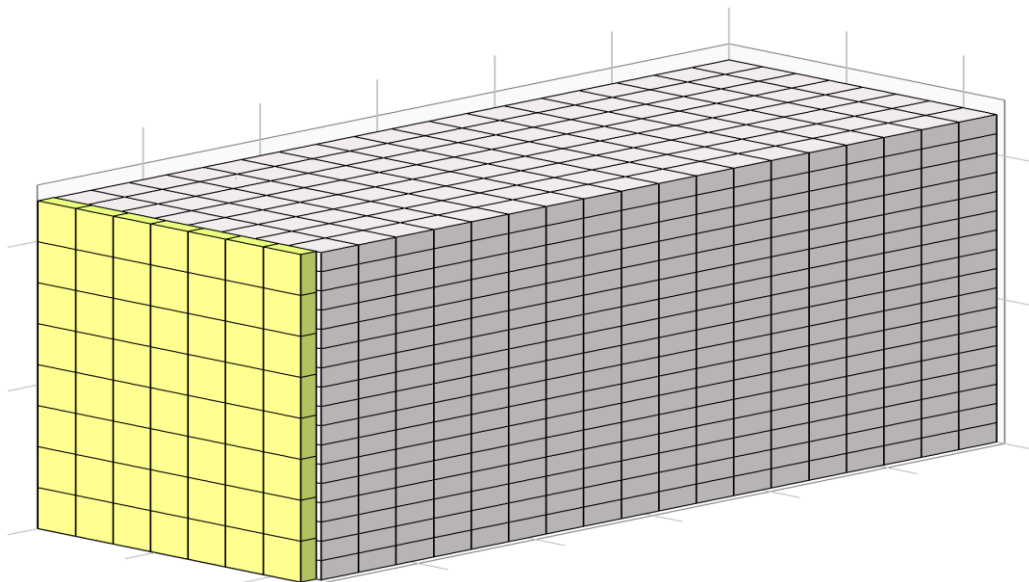


3.21 pav. Pakrovimo variantas Nr. 9 (3).

Po šio krovimo pavyko sukrauti 2448 vnt.

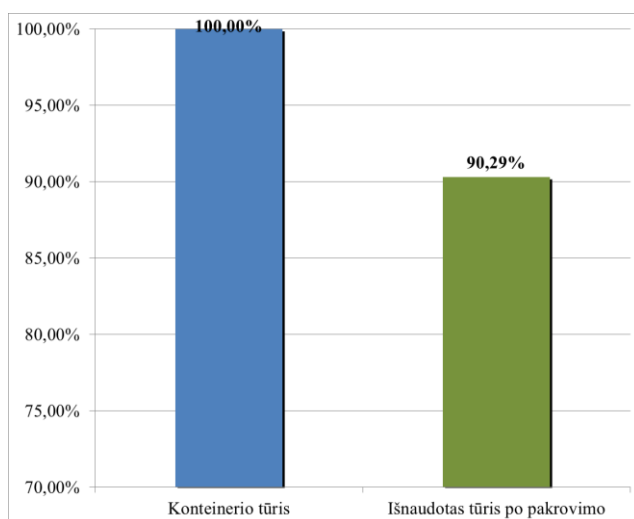


3.22 pav. Pakrovimo varianto Nr. 9 (3) stulpelinis grafikas pagal tūrį.



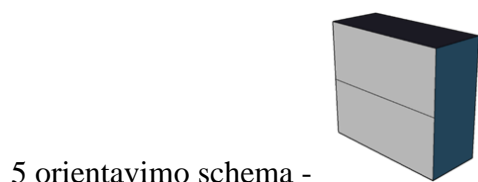
3.23 pav. Pakrovimo variantas Nr. 8 (3+4).

Pritaikius 3 ir 4 orientavimo variantus pakrautas dėžučių skaičius – 2504 vnt.

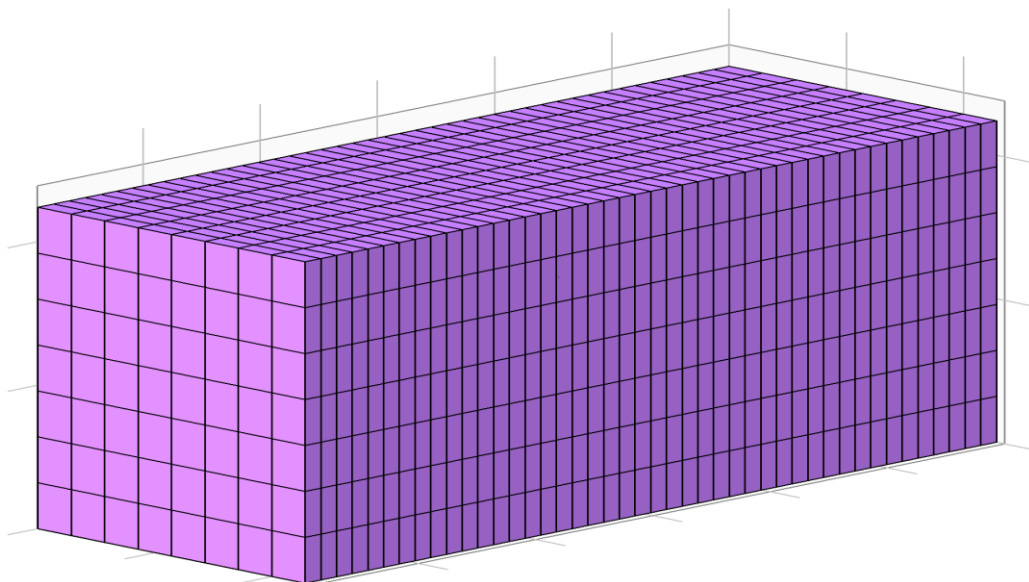


3.24 pav. Pakrovimo varianto Nr. 9 (3+4) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Variantas Nr. 10 (5 + 3 orientavimo schemas)

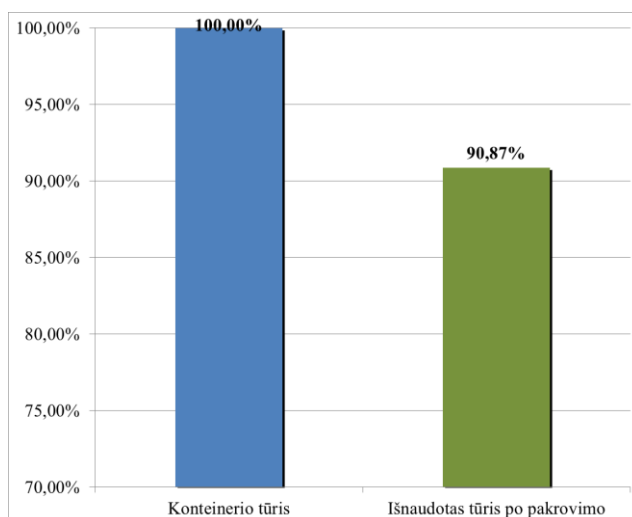


Pirminiame etape konteineris yra pakraunamas pagal 5 orientavimo variantą. Po pakrovimo viršutinėje konteinerio dalyje laisvos aukščio lieka 150 mm. Tuo tarpu, galinėje konteinerio dalyje laisvos vietos lieka vos 4 mm. Pritaikius 3 orientavimo schemą viršutine konteinerio dalis yra užpildoma su papildoma 1 eilę ir sutalpinome dar 144 vnt. (3.25. – 3.28 pav.). Po šio pakrovimo laisvos vietos viršutinėje konteinerio dalyje lieka 16 mm. Pagal gautą reikšmę dėl mažo laisvo aukščio negalime pritaikyti papildomo 1-6 orientavimo varianto.

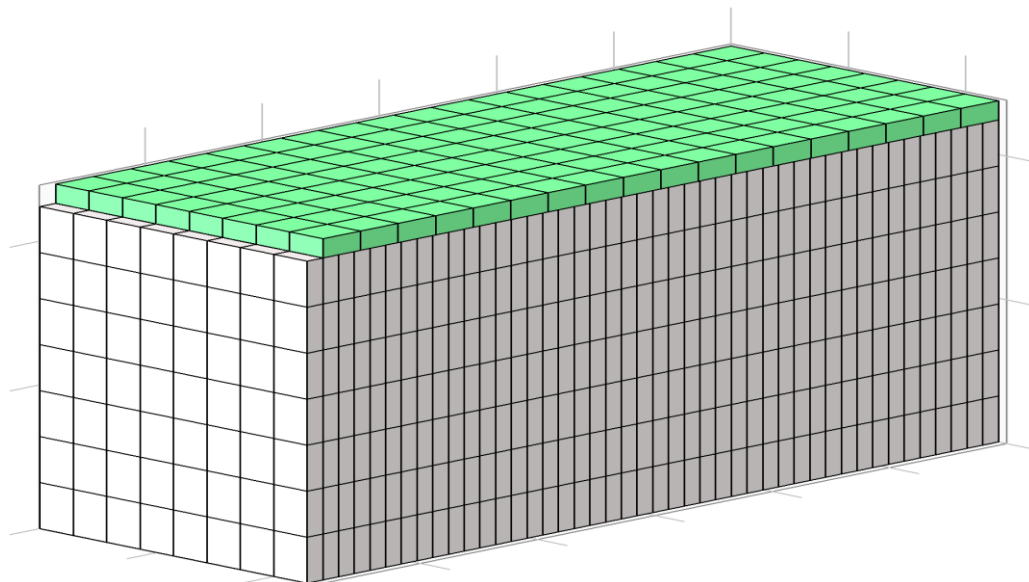


3.24 pav. Pakrovimo variantas Nr. 10 (5).

Po šio krovimo pavyko sukrauti 2464 vnt.

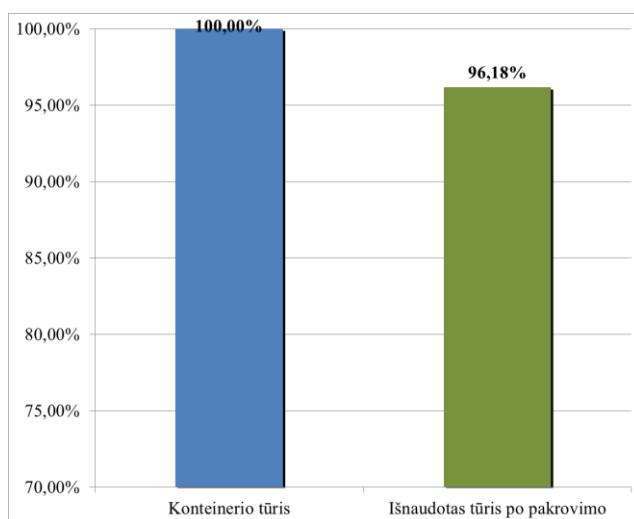


3.25 pav. Pakrovimo varianto Nr. 10 (5) stulpelinis grafikas pagal tūrį.



3.26 pav. Pakrovimo variantas Nr. 10 (5+3).

Pritaikius 5 ir 3 orientavimo variantus pakrautas dėžučių skaičius – 2608 vnt.

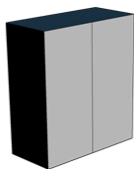


3.27 pav. Pakrovimo varianto Nr. 10 (5+3) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

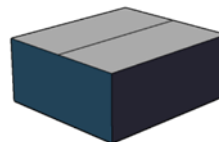
Tam, kad vėliau galėtume įvertinti skirtumus ir išrinkti optimaliausią krovimo variantą, sutalpinant kuo didesnę dėžučių skaičių konteineryje, panaudosime 3 skirtingus dėžės pasukimo variantus ir vieną kartą pakartosime 2 orientavimo schemas krovimo pabaigoje.

Variantas Nr. 11 (4+2+6+2 orientavimo schemas)

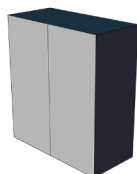
4 orientavimo schema -



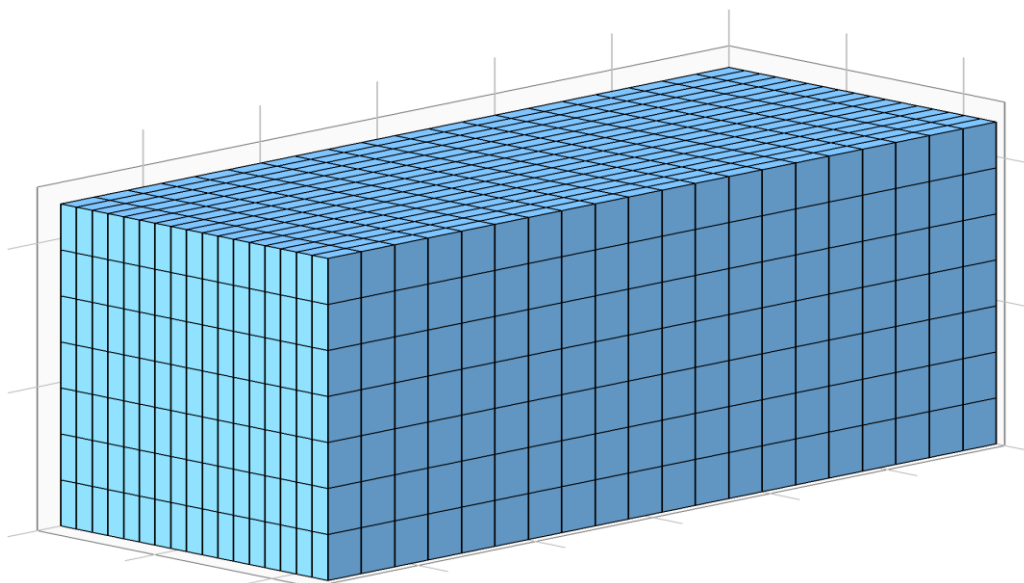
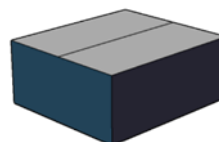
2 orientavimo schema -



6 orientavimo schema -

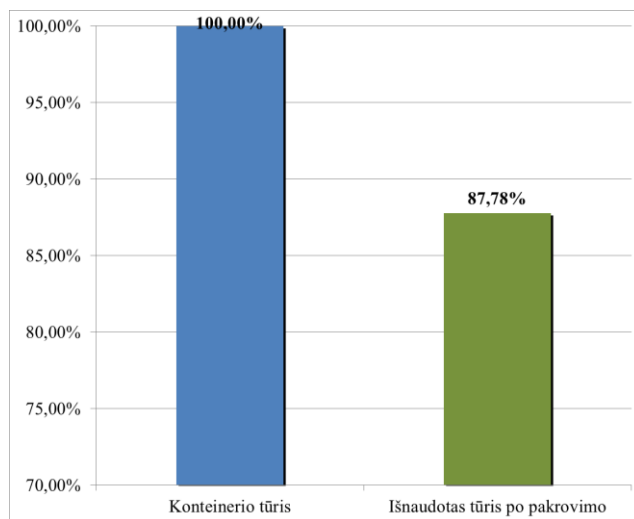


2 orientavimo schema -

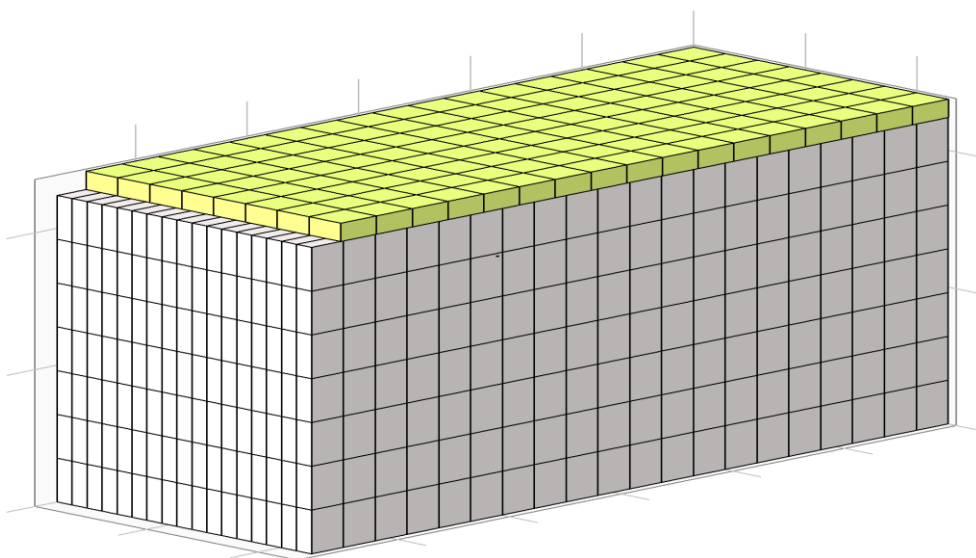


3.28 pav. Pakrovimo variantas Nr. 11 (4).

Po šio krovimo pavyko sukrauti 2380 vnt.

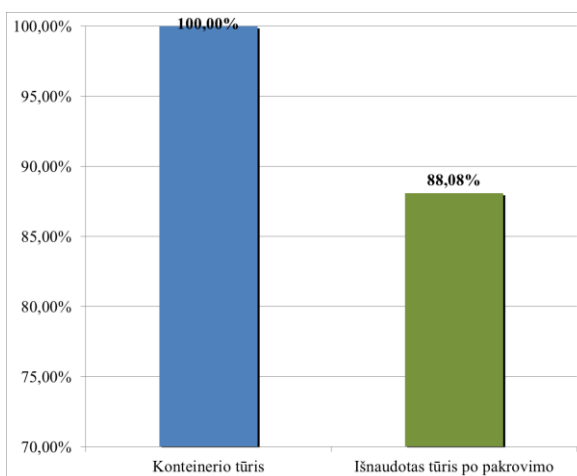


3.29 Pav. Pakrovimo varianto Nr. 11 (4) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

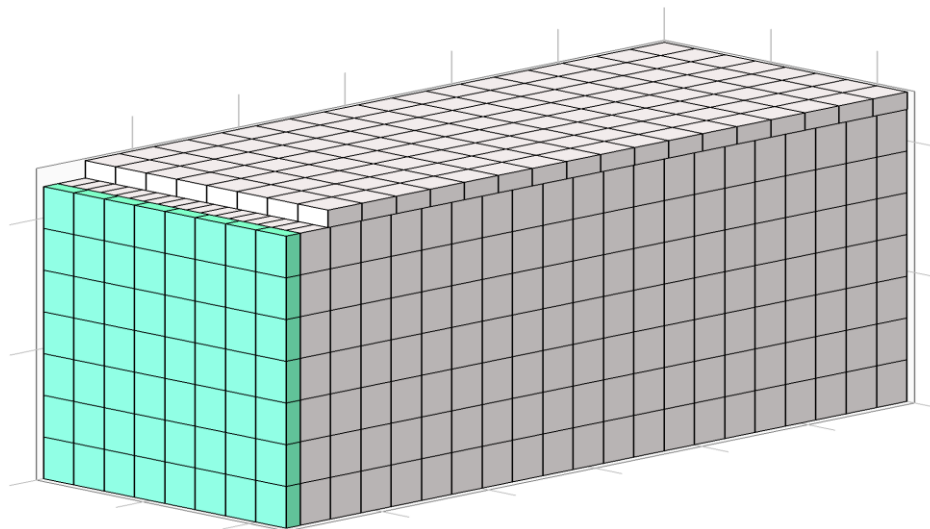


3.30 pav. Pakrovimo variantas Nr. 11 (4+2)

Pritaikius 4+2 krovimo variantus pavyko sukrauti 2516 vnt.

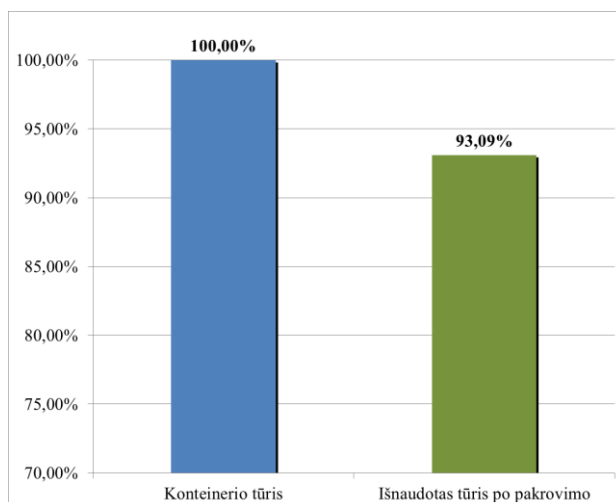


3.31 pav. Pakrovimo varianto Nr. 11 (4+2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

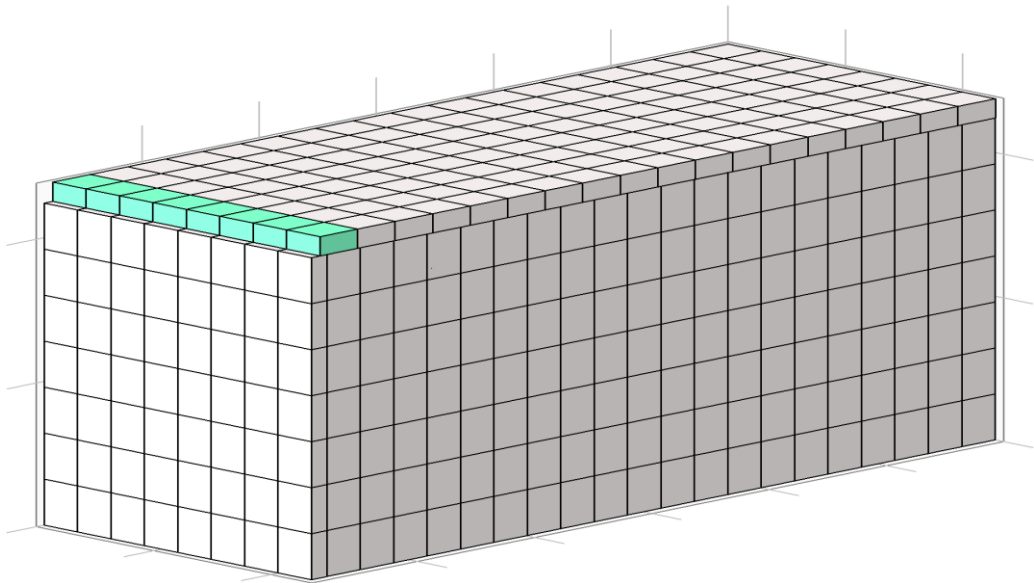


3.32 pav. Pakrovimo variantas Nr. 11 (4+2+6).

Pritaikius 4+2+6 krovimo variantus pavyko sukrauti 2572 vnt.

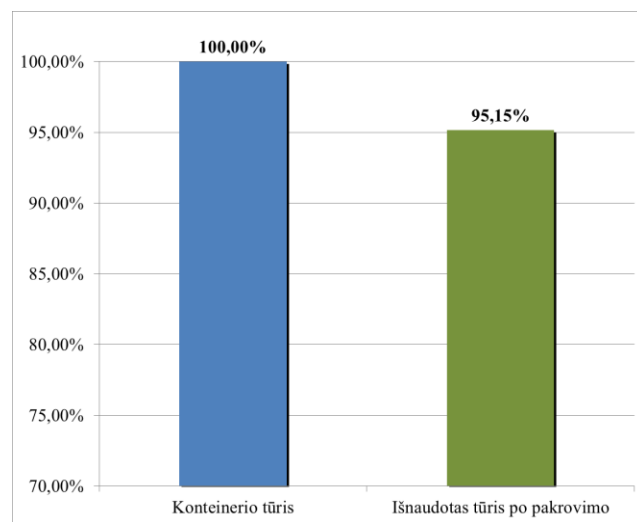


3.33 pav. Pakrovimo varianto Nr. 11 (4+2+6) stulpelinis grafikas pagal tūrį.



3.34 pav. Pakrovimo variantas Nr. 11 (4+2+6+2).

Pritaikius 4+2+6+2 krovimo variantus pavyko sukrauti 2580 vnt.

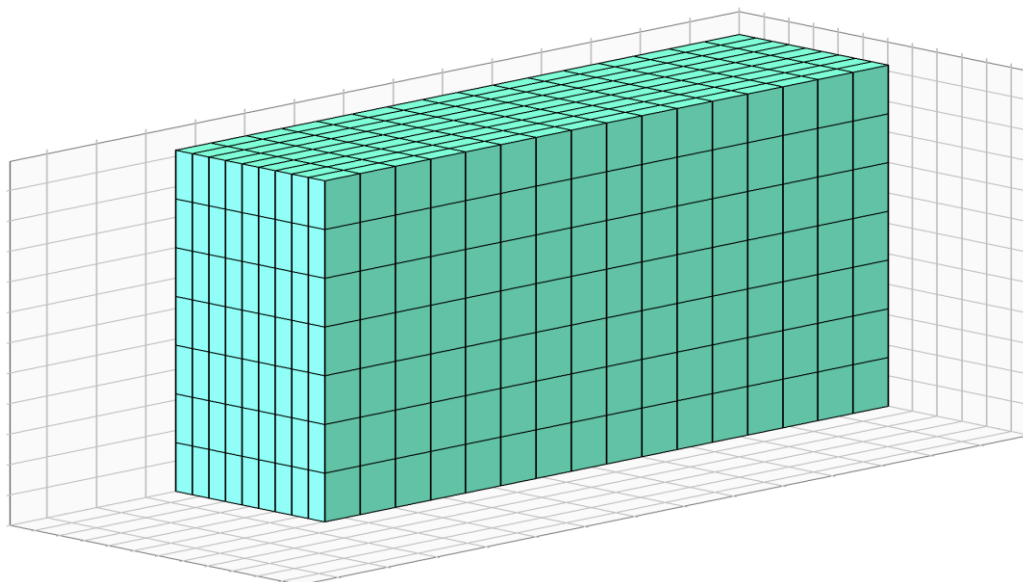
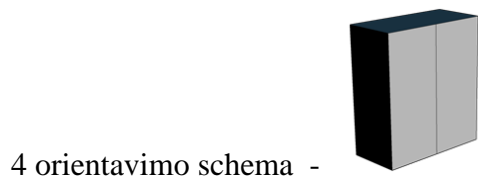


3.35 pav. Pakrovimo varianto Nr. 11 (4+2+6+2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Iš pateiktų skaičiavimų matyti, kad siekiant išnaudoti kuo didesnę konteinerio tūrį ir patalpinti daugiau dėžučių, reikia tęsti bandymus ir taikyti didesnę jų pasukimo skaičių.

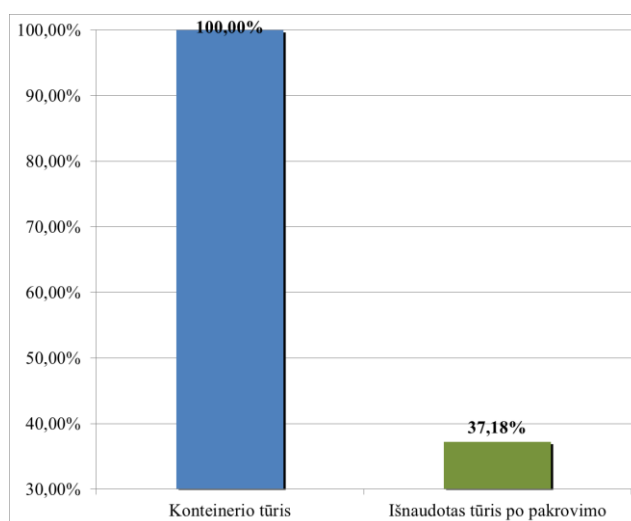
Atliksime 12 varianto skaičiavimus, kurio metu kiekviename pakrovimo etape taikysime skirtingą dėžės orientaciją.

Variantas 12 (4+6+2+3+6+4+2+3+2+4 orientavimo schemas)



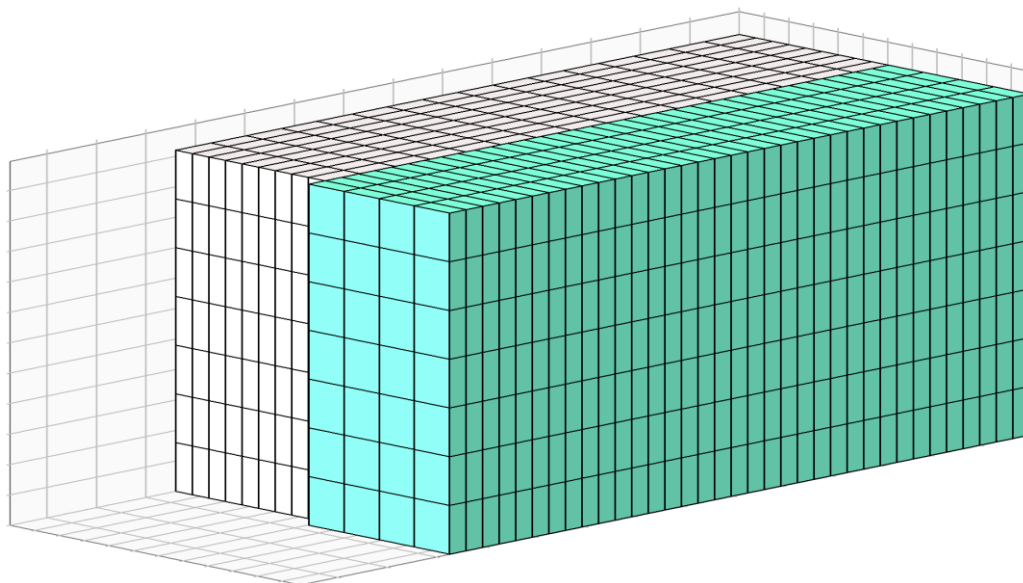
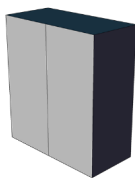
3.36 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4).

Po šio pakrovimo pakrauta dėžučių – 1008 vnt.



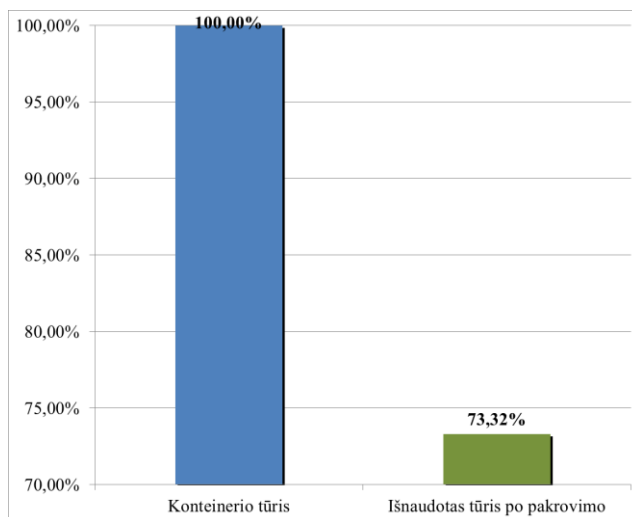
3.37 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

6 orientavimo schema -

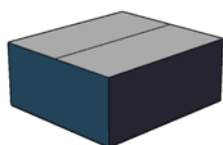


3.38 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6).

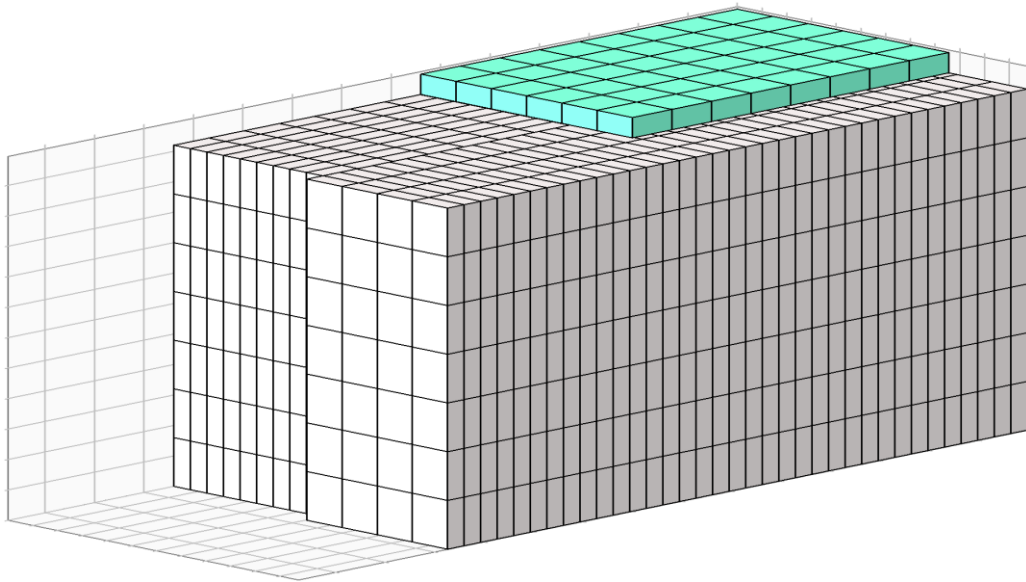
Antruoju krovos etapu bendras pakrautas dėžių skaičius 1988 vnt.



3.39 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

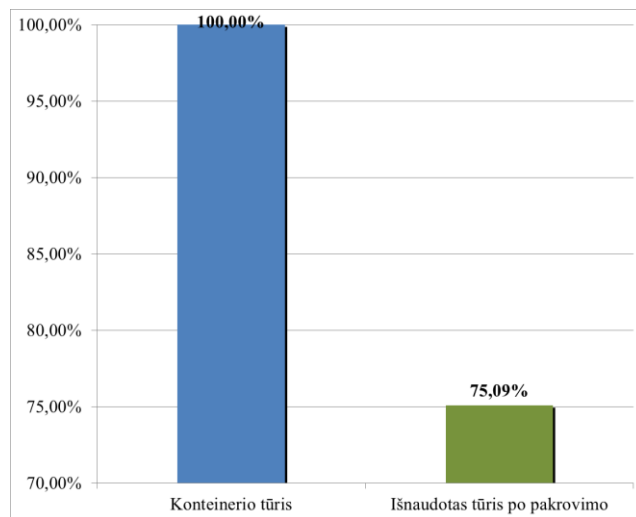


2 orientavimo schema -

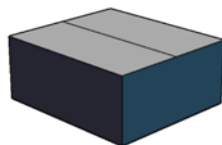


3.40 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2).

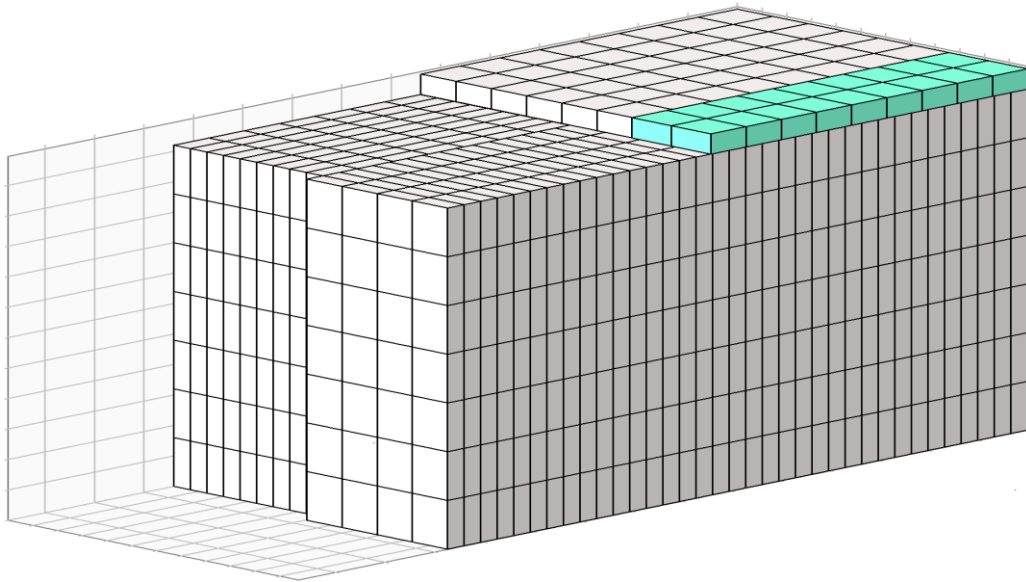
Trečiuoju krovos etapu bendras pakrautu dėžių skaičius 2036 vnt.



3.41 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

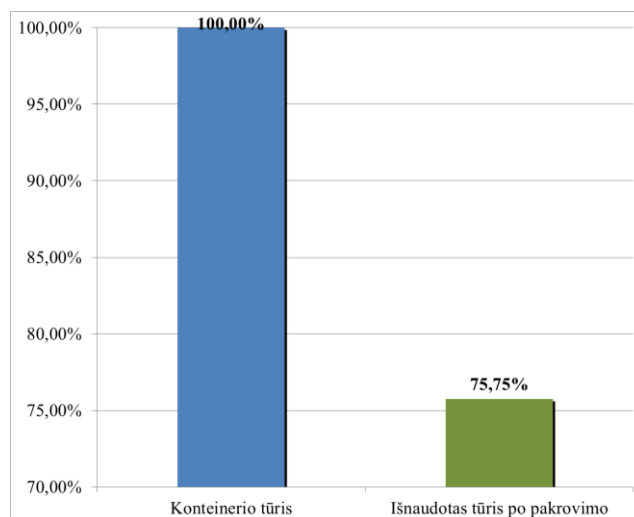


3 orientavimo schema -



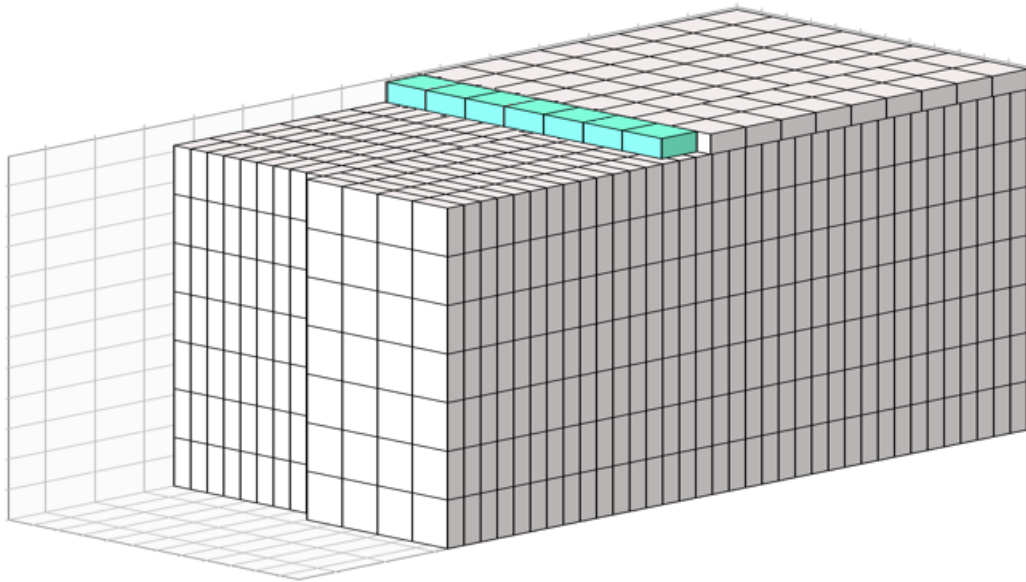
3.42 pav. „Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3).

Bendras pakrautas dėžių skaičius po ketvirtojo krovos etapo – 2054 vnt.



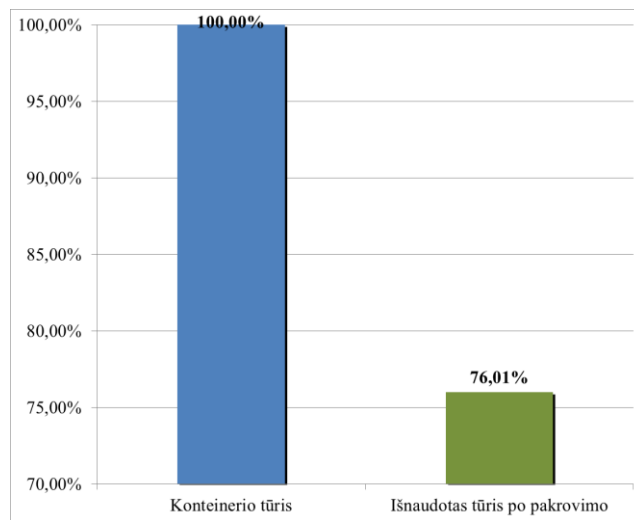
3.43 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Toliau skaičiuojame papildomą eilę viršutinėje konteinerio dalyje, dėžutės orientavimo schema Nr. 3 ir ji nesikeičia nuo prieš tai atlikto krovos etapo. Dėžės orientacija kitose iš eilės dvejuose etapuose nesikeičia, todėl pavaizduoju tik paskutinę šio etapo paveiksluką su pilnai užpildyta eile (3.44 pav.).



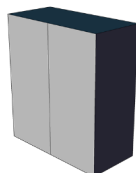
3.44 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3).

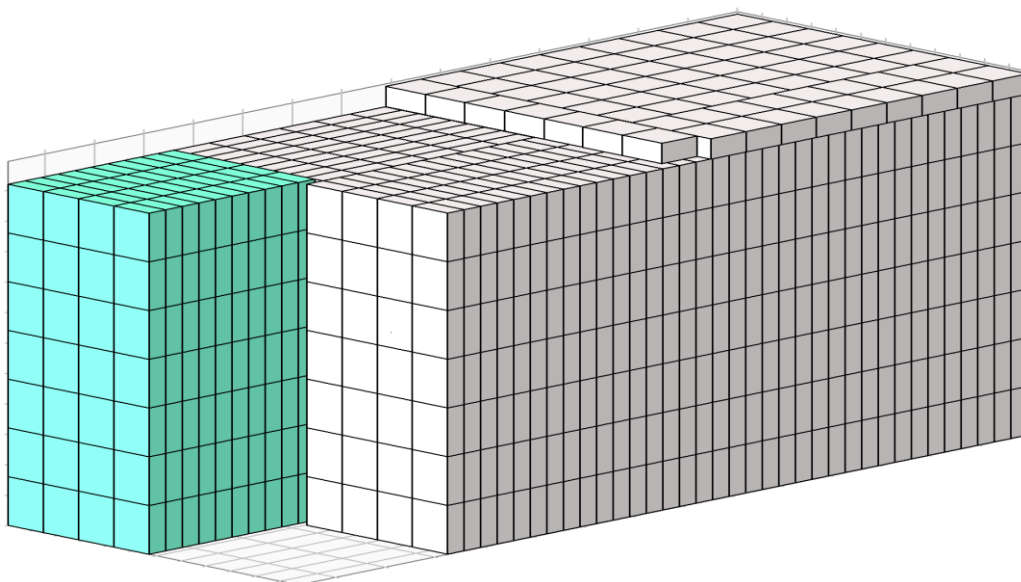
Po šio krovos etapo bendras dėžučių skaičius – 2061 vnt.



3.45 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

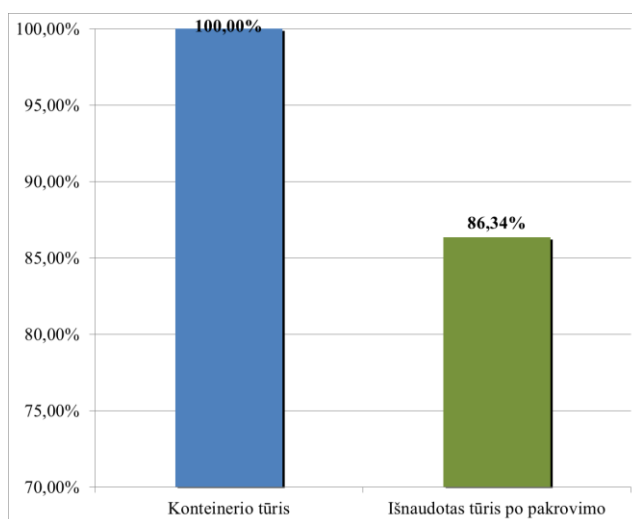
6 orientavimo schema -





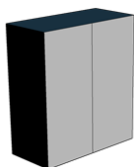
3.46 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6).

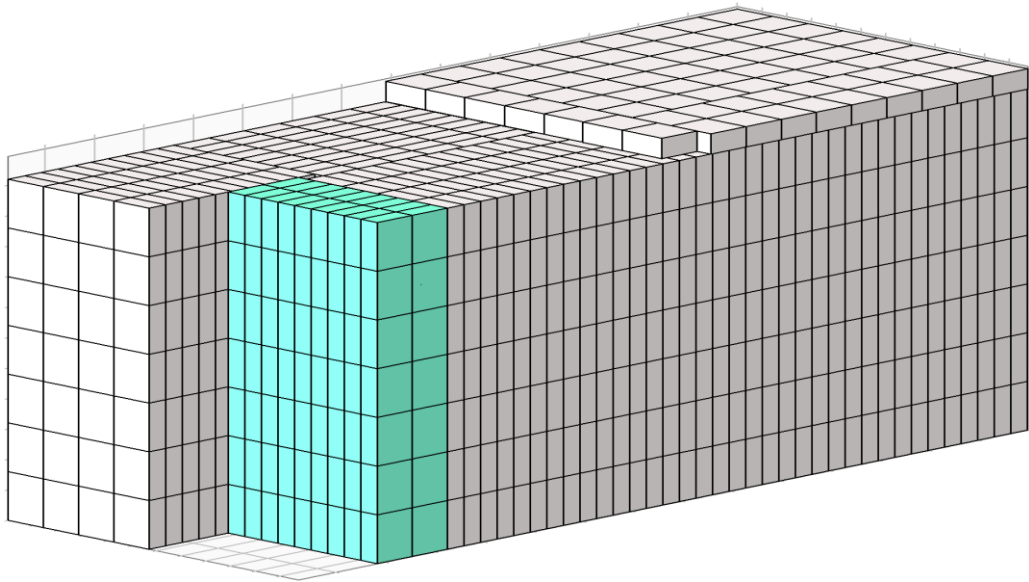
Bendras pakrautas dėžių skaičius po šešto krovos etapo – 2341 vnt.



3.47 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

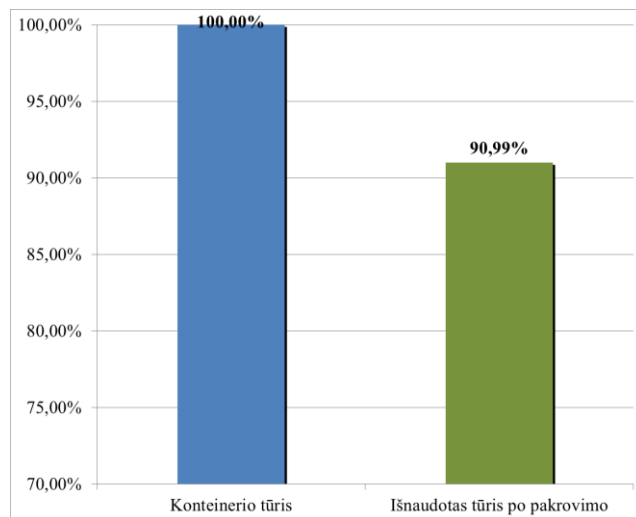
4 orientavimo schema -





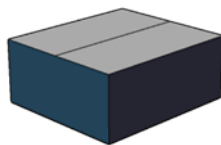
3.48 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4).

Bendras pakrautas dėžių skaičius po septinto krovos etapo – 2467 vnt.

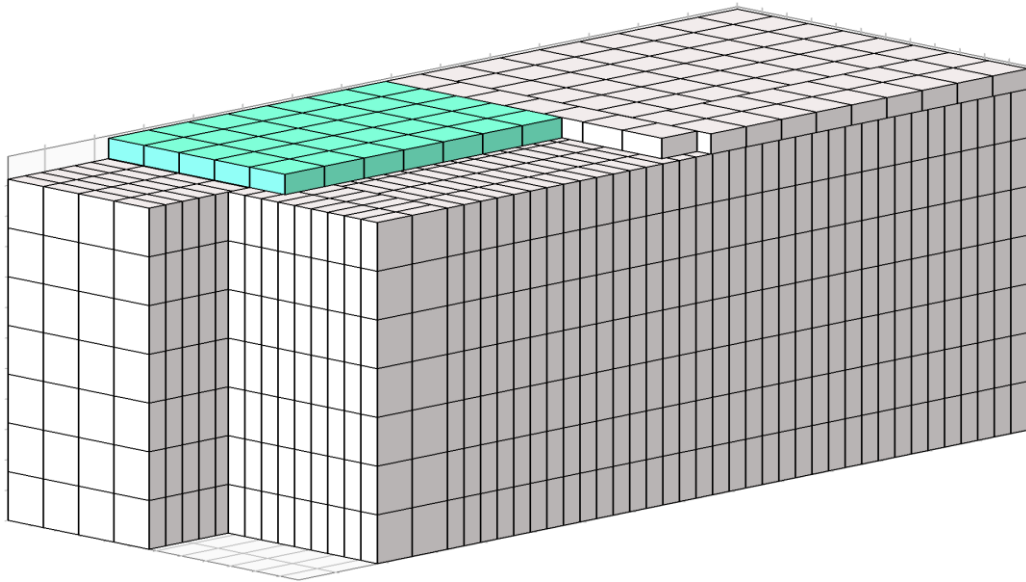


3.49 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4)

stulpelinis grafikas pagal tūrį.

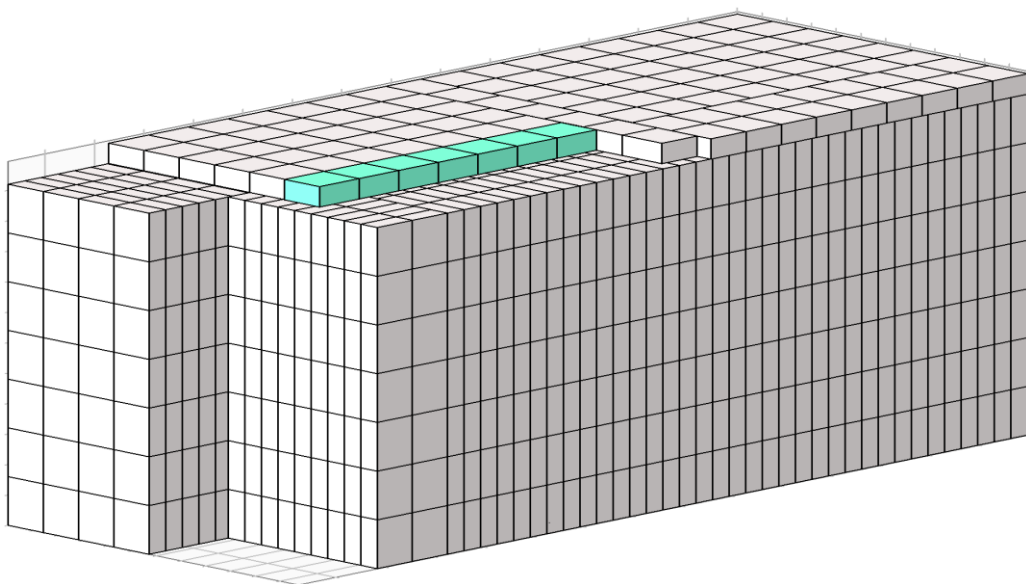


2 orientavimo schema -



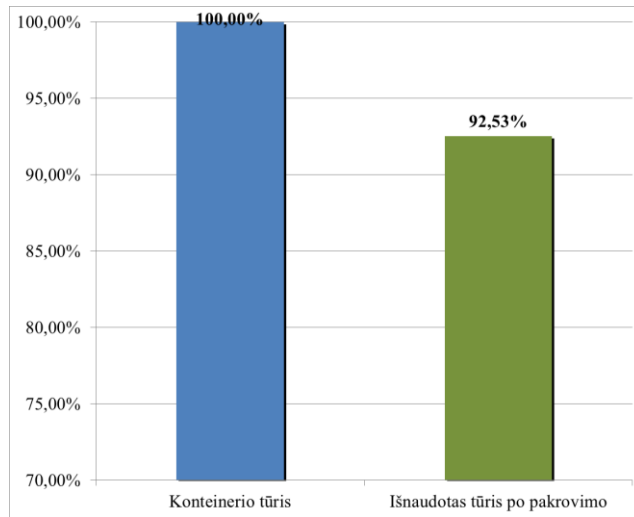
3.50 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2).

Bendras pakrautas dėžių skaičius po aštunto krovos etapo – 2502 vnt. Su sekančiu krovos etapu, nekeičiant dėžės orientaciją, bus patalpintos papildomos 7 dėžutės (3.51 pav.).

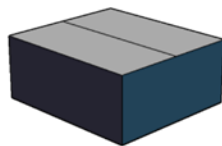


3.51 pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2).

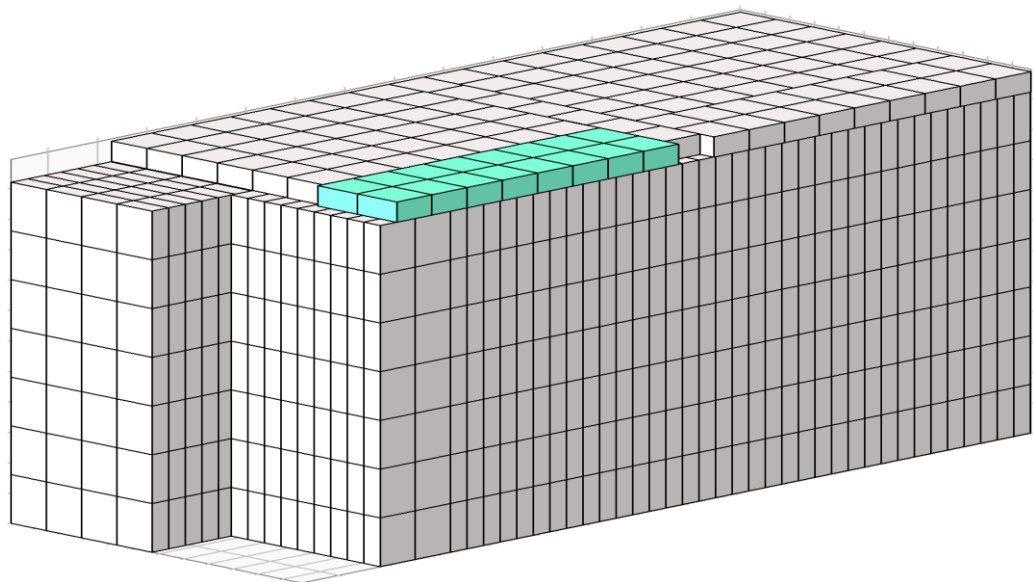
Šiame etape bendras dėžučių skaičius – 2509 vnt.



3.52 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

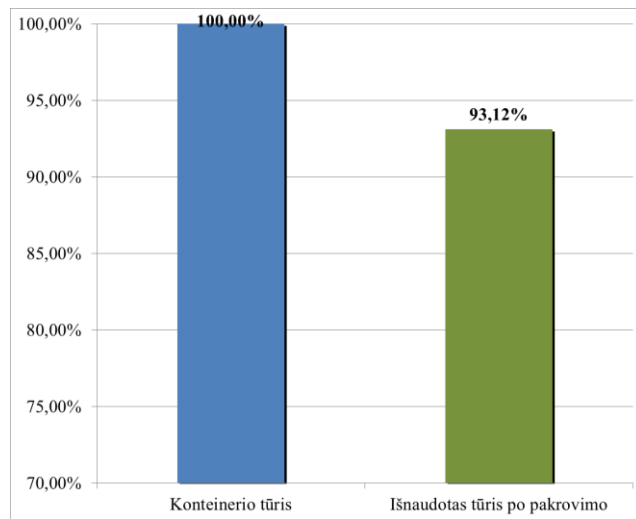


3 orientavimo schema -

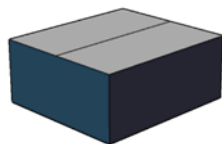


3.53 Pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3).

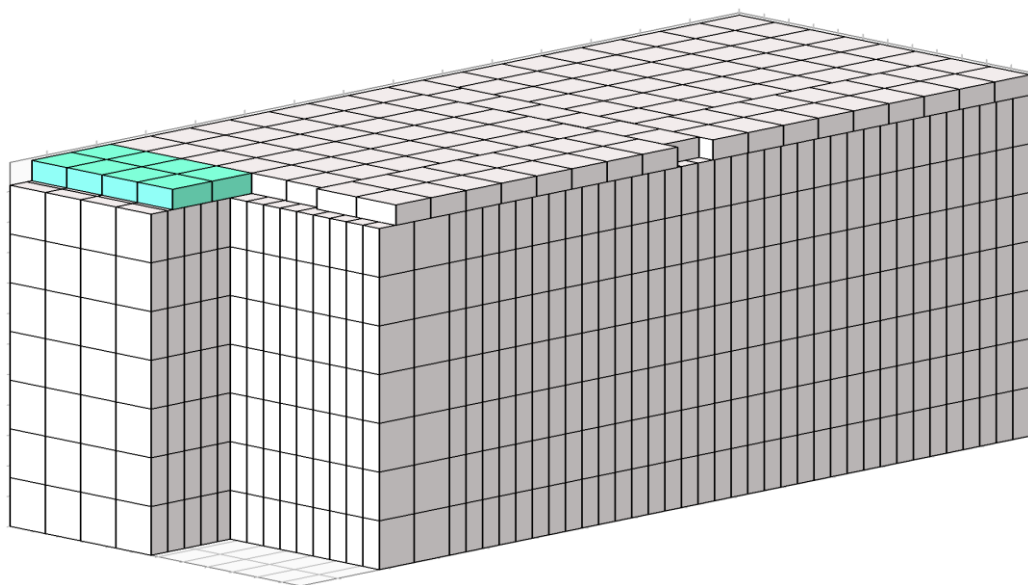
Bendras dėžučių kiekis po dešimto etapo – 2525 vnt.



3.54 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

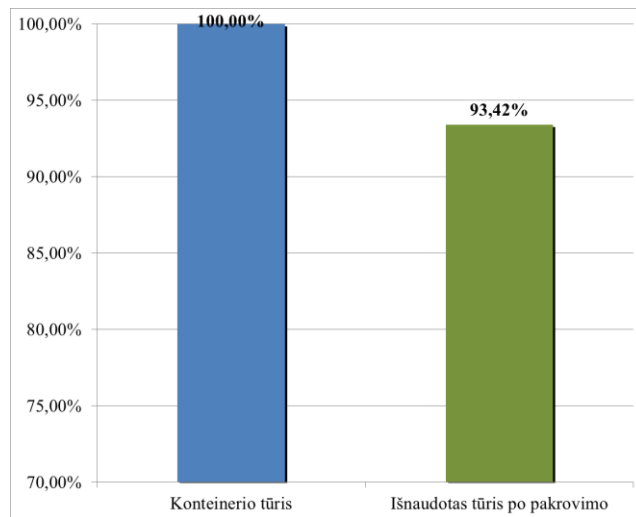


2 orientavimo schema -



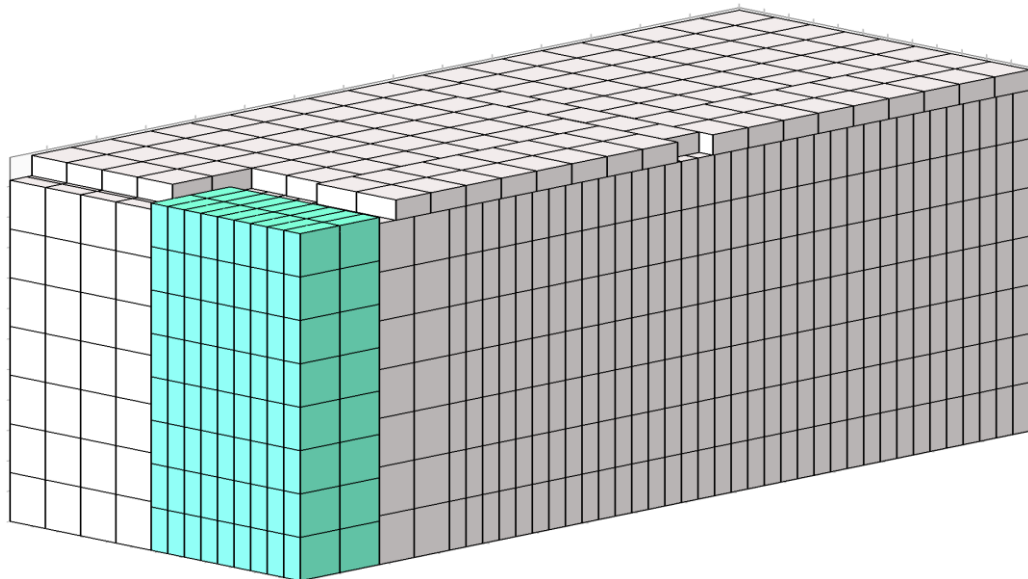
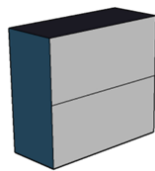
3.55 Pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3+2).

Po 11 pakrovimo etapo bendras dėžučių kiekis – 2533 vnt.



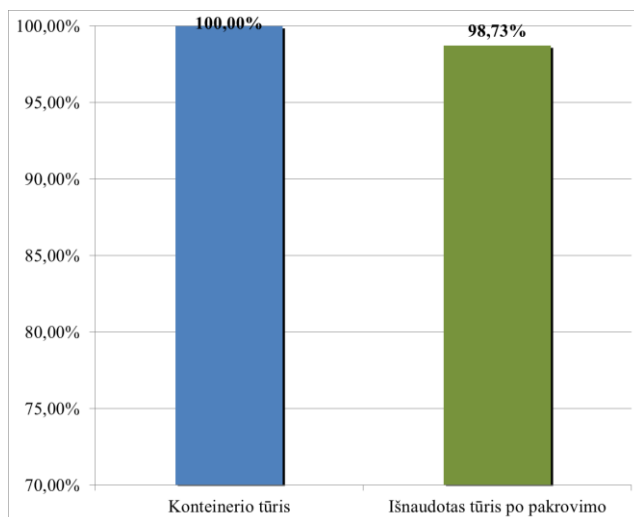
3.56 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3+2) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

1 orientavimo schema -



3.57 Pav. Pakrovimo variantas Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3+2+1).

Po 12 pakrovimo etapo bendras dėžučių skaičius – 2677 vnt.



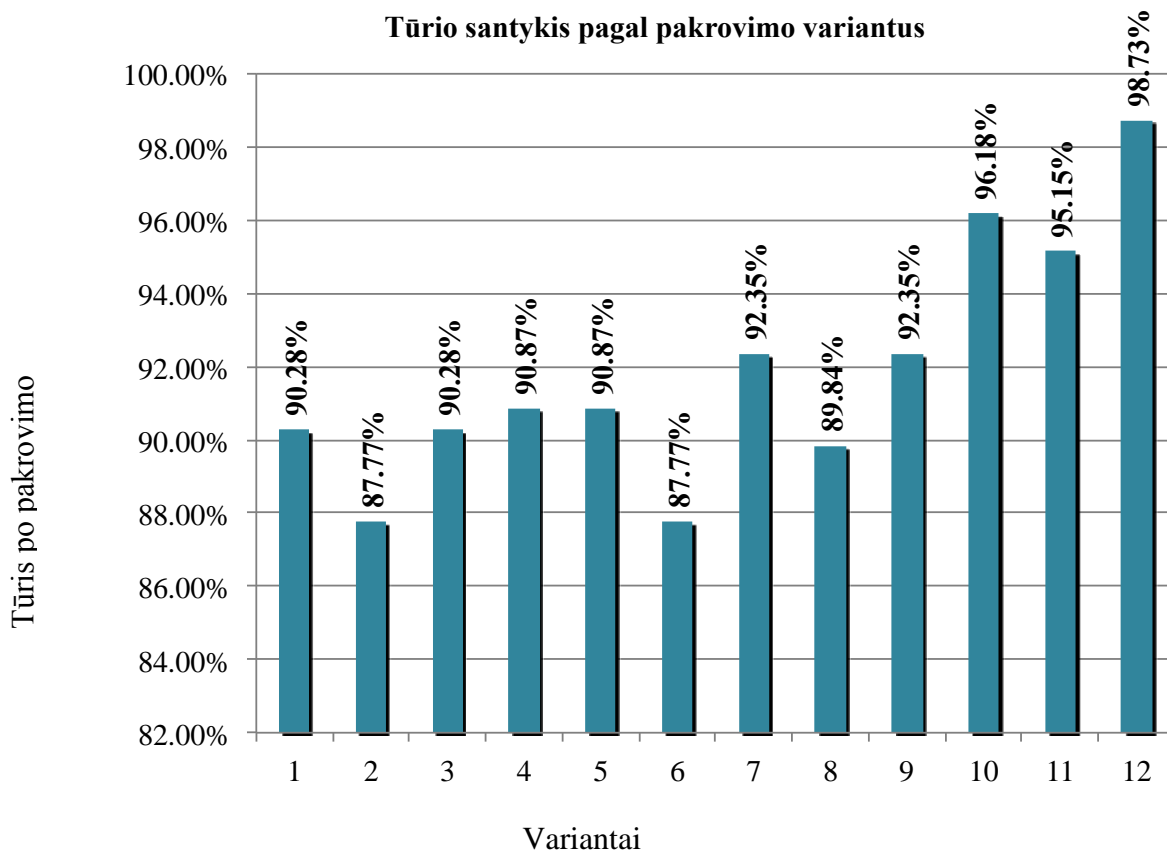
3.58 pav. Pakrovimo varianto Nr. 12 (4+6+2+3+3+6+4+2+2+3+2+1) stulpelinis grafikas pagal tūrį.

Tam, kad galėtume įvertinti galimybę pakrauti dar daugiau dėžučių, paskaičiuokime kiek laisvos vietos lieka konteineryje ir kurioje konteinerio dalyje jos lieka daugiausiai, per ilgį, plotį arba aukštį.

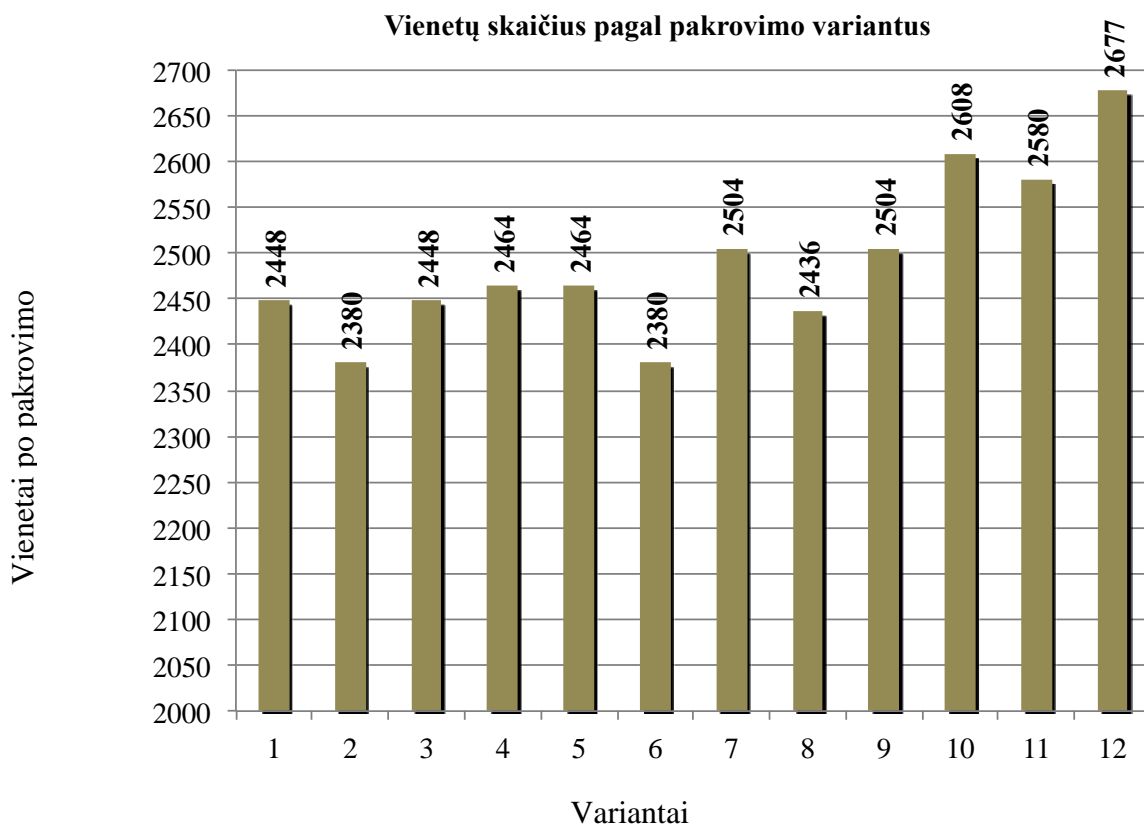
Galinėje, viršutinėje konteinerio dalyje, po paskutinio 12 krovimo etapo laisvo vietos iki konteinerio konstrukcijos lieka – 110 mm. Per aukštį laisvos vietos lieka – 16 mm. Per konteinerio ilgį laisvos vietos nebelieka visai, t.y. pavyko pilnai išnaudoti ir užkrauti dėžutėmis 5900 mm atstumą. Per plotį laisvos vietos lieka vos 4 mm.

Išnagrinėjus gautus duomenys matyti, kad pakrauti daugiausiai dėžučių ir užimti didesnį konteinerio tūrį pavyksta tuo atveju, kai taikome daugiau pakrovimo etapų, keičiant dėžes orientacijos variantus.

Pateikiu stulpelinius grafikus pagal konteinerio tūrio panaudojimą bei pakrautus dėžučių vienetus (3.59 pav., 3.60 pav.).



3.59 pav. 12 variantų reikšmė pagal tūrį.



3.60 pav. 12 variantų reikšmė pagal vienetus

Iš 3.59 pav. pateiktų duomenų matyti, kad jūrinio konteinerio erdvę pavyko užpildyti 98,73 proc. ir sutalpinti 2677 vnt. Tai geriausias rezultatas iš 12 tyriamų variantų. Laisvos vietos lieka vos 1,27 proc.

Šiame etape dėžučių pakrovimo simuliacijos nebus tęsiamos ir pabandysime 12-o varianto efektingumą patikrinti per praktinį konteinerio pakrovimą.

Bendras konteinerio pakrovimo laikas – 180 min. Į konteinerį pavyko sutalpinti visą prieš tai paskaičiuotą dėžučių kiekį – 2677 vnt. Krovime dalyvavo du sandelio darbuotojai. Pasiruošimas vienam dėžės pakrovimo orientacijos pasikeitimui trūko 3 min., iš viso buvo panaudota 10 orientacijos pasikeitimų. Bendras prarastas laikas, įvertinant papildomas laiko sąnaudas ir besiruošiant sekančiam krovimo etapui sudarė 30 min.

4. Išvados

1. Siekiant racionaliai išnaudoti jūrinio konteinerio talpą, išnagrinėta makaronų „spagečius“, sutalpintų po 20 vnt., 0,5 kg. pakuočių į kartonines dėžutes, 12 variantų pakrovimo į jūrinį konteinerį. Iš atliktų skaičiavimo rezultatų nustatyta, kad taikant didesnę kartoninės dėžutės orientacijos pakeitimą pagal 12-ą pakrovimo variantą, sudedame 2677 vienetų. Tai yra efektyviausias pakrovimo variantas iš visų išnagrinėtų variantų.
2. Nustatyta, kad priklausomai nuo kartoninių dėžučių orientacijos ir kiek kartų ji yra keičiama, į jūrinį konteinerį telpa nuo 2380 iki 2677 vienetų dėžučių arba svoris kinta nuo 23,8 iki 26,77 tonos.
3. Nustatyta, kad naudojant vieną dėžučių orientaciją konteinerio užpildymas siekia 87,7 - 90,28 proc., naudojant kelis orientavimo variantus konteinerio užpildymas padidėja iki 98,77 proc.
4. Papildomai sugaištas laikas, kuris yra reikalingas dėžės orientacijos pakeitimui, yra priimtinas. Besiruošiant sėkantiems krovimo etapams sudaro 30 minutes arba prarandame 16,66 proc. bendro konteinerio pakrovimo laiko lyginant su pakrovimu taikant tik vieną dėžės orientaciją.
5. Tikslas pasiektas, su pirkėjų pasirašyta sutartis. Po pirmo pirkimo pardavimo sandorio gauti teigiami atsiliepimai dėl produkto kokybės ir sutalpinto kiekio konteineryje.

5. Literatūros sąrašas

1. **Коган, Л. А.; Козлов, Ю. Т.; Ситник, М. Д.** Контейнерная транспортная система, 1991 m.
2. Pakavimo standartai. Prieiga per internetą:
<<http://www.lsd.lt/standards/tb.php?tbid=45&jobid=4>> [žiūrėta 2016-01-12];
<<http://www.lsd.lt/standards/catalog.php?ics=0&pid=630936>> [žiūrėta 2016-01-12];
<<http://www.lsd.lt/standards/catalog.php?ics=0&pid=630937>> [žiūrėta 2016-01-12];
<<http://www.lsd.lt/standards/catalog.php?ics=0&pid=606123>> [žiūrėta 2016-01-12].
3. **R. Minalga.** Intelektinė ekonomika „Krovinių saugos klausimų atskirose logistikos sistemos grandyse ekonominiai aspektai“ No. 2 (2), 2007 m., p. 36–42.
4. UAB „Amber pasta“ svetainė. Prieiga per internetą <<http://www.pasta.lt/>> [žiūrėta 2016-02-14].
5. Maisto produktų laikymo sąlygos, ženklavimas, pakavimas ir jų transportavimas. Prieiga per internetą:
<<http://www.mokslobaze.lt/maisto-produktu-laikymo-salygos-zenklinimas-pakavimas-ir-transportavimas.html>> [žiūrėta 2016-02-16].
6. Kartoninės dėžės C16 W techninės charakteristikos. Prieiga per internetą <<http://tara.lt/>> [žiūrėta 2016-02-19].
7. Konteinerio programinis pakrovimo skaičiavimas. Prieiga per internetą <<http://www.packvol.com/>> [žiūrėta 2015-12-02; 2016-02-03; 2016-05-23].