

## OPTIMALAUS PASAULIO EKSPORTO PASKIRSTYMO MODELIAVIMAS

**Viktorija Tauraitė**

*Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva*

### ANOTACIJA

Straipsnyje siekiama identifikuoti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą tarp 11 šalių, šalių grupių: ES 28, Rusijos, Kanados, Jungtinių Amerikos Valstijų, Meksikos, Brazilijos, Kinijos (išskyrus Honkongą), Japonijos, Pietų Korėjos, Indijos, Singapūro trims atvejams, kai pageidaujamas bendras pasaulio eksportas yra: 1) *minimalus*; 2) *vidutinis*; 3) *maksimalus*. Atlikus tyrimą išsiaiškinta, kad trys dominuojančios šalys visais atvejais pasaulio eksporto apimtį atžvilgiu sutampa: ES 28, Kinija ir JAV, o mažiausios eksporto apimtys tenka Indijai ir Brazilijai.

**Raktažodžiai:** tarptautinė prekyba, eksportas, matematinis modeliavimas.

### IVADAS

Ekonominiu aspektu visuomenės gerovė valstybėje yra užtikrinama socialinių išlaidų nemažėjimo ir tinkamų sąlygų suformavimu išmokoms gauti (Guogis, 2006). Globaliame pasaulyje, kur ekonominiai, finansiniai, prekybiniai ir kiti santykiai tampa vis greitesni, neužtenka visuomenės gerovės užtikrinti socialinėmis garantijomis. Pasak A. Liučvaitienės, K. Peleckio (2011), gamintojams taip pat neužtenka užtikrinti tik geros produkcijos kokybės vartotojams. Gamintojams, verslininkams svarbūs verslo, prekybiniai santykiai su užsienio investuotojais ir efektyvių, optimalių tarptautinių santykių vykdymas tiek mikro- (įmonių), tiek makro- (šalių) lygmeniu. Taigi aktualu atlikti optimalaus pasaulio eksporto modeliavimą, atsižvelgiant į pageidaujamą bendrą pasaulio eksporto apimtį. Manytina, kad tai turėtų teigiamos įtakos globalios pasaulio gerovės pokyčiams.

Taigi šio **tyrimo objektas** – pasaulio eksporto paskirstymas. **Tyrimo problema:** koks yra optimalus pasaulio eksporto paskirstymas tarp 11 pasaulio šalių, šalių grupių, kai pageidaujamas bendras pasaulio eksportas yra minimalus, vidutinis ar maksimalus.

Ankstesniuose moksliniuose tyrimuose pastebėta, kad yra tyrimų tarptautinės prekybos tematika (Burinskienė, 2014; Tauraitė, 2017; Darshini, 2017 ir kt.). Kita vertus, nors matematinio modeliavimo metodas yra naudojamas moksliniuose tyrimuose (Stonkienė, 2013; Radziukynas, Nemura, 2007 ir kt.), nepavyko rasti tyrimo, kurio metu būtų naudojamas matematinis modeliavimas taikant tiesinio programavimo metodą ir identifikuojant optimalų eksporto paskirstymą, atsižvelgiant į tam tikras sąlygas. Taigi, siekiant papildyti mokslinių tyrimų įvairovę, yra atliekamas pasaulio eksporto paskirstymo matematinis modeliavimas atsižvelgiant į pageidaujamą bendrą pasaulio eksporto apimtį.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą tarp 11 šalių ar šalių grupių (ES 28, Rusijos, Kanados, Jungtinių Amerikos Valstijų, Meksikos, Brazilijos, Kinijos (išskyrus Honkongą), Japonijos, Pietų Korėjos, Indijos, Singapūro) trims skirtingiems atvejams, kai pageidaujamas bendras pasaulio eksportas yra: 1) minimalus; 2) vidutinis; 3) maksimalus.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Pristatyti tyrimo metodiką.

2. Identifikuoti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą tarp 11 pasaulio šalių, šalių grupių trims atvejams, atsižvelgiant į pageidaujamą bendrą pasaulio eksporto dydį.

3. Apibendrinti optimalaus pasaulio eksporto paskirstymo rezultatus pateikiant rekomendacijas.

Tyrimas atliekamas taikant atvejo metodą (trys hipotetiniai atvejai), lyginamosios analizės metodą, o matematinio modeliavimo metu naudojamas tiesinio programavimo metodas. Atsižvelgiant į naujausius statistinius duomenis, matematiniam modeliavimui taikomi 2011–2015 m. *Eurostat* statistiniai duomenys. Šis straipsnis yra tarsi tęsinys V. Tauraitės (2017) tyrimo, kuriuo buvo atliekama pasaulio eksporto dinaminė analizė ir prognozavimas, nustatytas skirtingas pasaulio eksporto pasiskirstymas tarp šalių 2002–2014 m. Kita vertus, šio tyrimo metu pasaulio eksporto analizė atliekama kitu aspektu: identifikuojamas optimalus pasaulio eksporto paskirstymas atsižvelgiant į pageidaujamą pasaulio eksporto dydį.

## METODIKA

**Tyrimo logika.** Pageidaujamai bendrai pasaulio eksporto (minimalaus, vidutinio, maksimalaus) apimčiai apskaičiuoti naudojami 2011–2015 m. *Eurostat* (2017) duomenys. Šis laikotarpis pasirinktas siekiant gauti santykiškai tiksliausias duomenis po pasaulinės finansų krizės. 2011–2015 m. laikotarpis identifikuotas remiantis ekonomisto Ž. Maurico (2015) skirstymu. Atsižvelgiant į prieinamus *Eurostat* duomenis (apie pasaulio eksporto apimtį), optimalus pasaulio eksporto paskirstymas atliekamas tarp 11 šalių, šalių grupių: ES 28, Rusijos, Kanados, Jungtinių Amerikos Valstijų (toliau – JAV), Meksikos, Brazilijos, Kinijos, Japonijos, Pietų Korėjos, Indijos, Singapūro. Tyrimo metu analizuojama 11 šalių, o kitos pasaulio šalys, šalių grupės neanalizuojamos dėl duomenų trūkumo. Taigi ir į matematinį modelį nėra įtraukiamos likusios pasaulio šalys. Dėl šios priežasties nagrinėjamų šalių bendra eksporto dalis procentais nėra lygi 100%.

*Pirmas hipotetinis* atvejis yra susijęs su minimalia pageidaujamo pasaulio eksporto verte, apskaičiuojama pagal 1 formulę:

$$\min (\sum X_{2011}; \sum X_{2012}; \sum X_{2013}; \sum X_{2014}; \sum X_{2015}) \quad (1),$$

kur: *min* – atitinkamos duomenų eilutės minimali reikšmė (procentais);

*X* – atitinkamų metų pasaulio eksporto apimtis (procentais).

Kitaip sakant, pasaulio eksporto apimtis yra apskaičiuojama, kaip 11 šalių metinės eksporto apimtys (procentais) suma.

Pirmo atvejo pasaulio eksporto optimalaus paskirstymo matematinis modelis pagal pageidaujamą minimalią pasaulio eksporto apimtį (žr. 2 formulę):

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} = X_{\min} \quad (2),$$

kur *x* yra šių šalių eksporto apimtys: *x*<sub>1</sub> – ES 28; *x*<sub>2</sub> – Rusijos; *x*<sub>3</sub> – Kanados; *x*<sub>4</sub> – JAV; *x*<sub>5</sub> – Meksikos; *x*<sub>6</sub> – Brazilijos; *x*<sub>7</sub> – Kinijos; *x*<sub>8</sub> – Japonijos; *x*<sub>9</sub> – Pietų Korėjos; *x*<sub>10</sub> – Indijos; *x*<sub>11</sub> – Singapūro. Kintamieji *x*<sub>1</sub>, *x*<sub>2</sub>, *x*<sub>3</sub>, ..., *x*<sub>11</sub> matuojami procentais;

*X*<sub>min</sub> – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto minimali reikšmė (procentais).

Eksporto paskirstymo **bendrieji matematinio modelio apribojimai** (tinkantys visiems trims hipotetiniams atvejams; žr. 3–15 formules nelygybes):

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11} \geq 0$  (3);  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11} \leq 100$  (4);  $15,5 \leq x_1 \leq 16,3$  (5);  $2,7 \leq x_2 \leq 3,8$  (6);  $3,2 \leq x_3 \leq 3,5$  (7);  $10,9 \leq x_4 \leq 13,4$  (8);  $2,6 \leq x_5 \leq 3,0$  (9);  $1,5 \leq x_6 \leq 1,9$  (10);  $14,0 \leq x_7 \leq 17,8$  (11);  $4,9 \leq x_8 \leq 6,1$  (12);  $3,9 \leq x_9 \leq 4,1$  (13);  $2,1 \leq x_{10} \leq 2,4$  (14);  $2,7 \leq x_{11} \leq 3,0$  (15).

3–4 formulės nurodo, kad atitinkamos šalies eksporto apimtis turi būti ne neigiamas skaičius ir ne didesnis nei 100%. 5–15 formulės apibrėžia atitinkamos šalies galimas eksporto apimties svyravimo ribas. Atitinkamos šalies mažiausios ir didžiausios eksporto apimties reikšmės apskaičiuotos remiantis pasaulio eksporto 2011–2015 m. *Eurostat* (2017) statistiniais duomenimis.

*Antras hipotetinis* atvejis yra susijęs su vidutine pageidaujamo pasaulio eksporto verte, apskaičiuojama pagal 16 formulę:

$$vid (\sum X_{2011}; \sum X_{2012}; \sum X_{2013}; \sum X_{2014}; \sum X_{2015}) \quad (16),$$

kur: *vid* – atitinkamos duomenų eilutės vidutinė reikšmė (procentais).

Antro atvejo pasaulio eksporto optimalaus paskirstymo matematinis modelis pagal pageidaujama vidutinę pasaulio eksporto apimtį (žr. 17 formulę):

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} = X_{vid} \quad (17),$$

kur:  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11}$  – atitinka pirmo atvejo matematinio modelio 11 skirtingų pasaulio šalių, šalių grupių žymėjimų paaiškinimus (žr. 1 formulės žymėjimų reikšmes);  $X_{vid}$  – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto vidutinė reikšmė (procentais).

*Trečias hipotetinis* atvejis yra susijęs su maksimalia pageidaujamo pasaulio eksporto verte, apskaičiuojama pagal 18 formulę:

$$max (\sum X_{2011}; \sum X_{2012}; \sum X_{2013}; \sum X_{2014}; \sum X_{2015}) \quad (18),$$

kur: *max* – atitinkamos duomenų eilutės maksimali reikšmė (procentais).

Trečio atvejo pasaulio eksporto optimalaus paskirstymo matematinis modelis pagal pageidaujama maksimalią pasaulio eksporto apimtį (žr. 19 formulę):

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} = X_{max} \quad (19),$$

kur:  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{11}$  – atitinka pirmo atvejo matematinio modelio 11 skirtingų pasaulio šalių, šalių grupių žymėjimų paaiškinimus (žr. 1 formulės žymėjimų reikšmes);  $X_{max}$  – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto maksimali reikšmė (procentais).

Empiriniam tyrimui atlikti naudotasi *Eurostat* duomenų baze, o duomenys apdoroti naudojant *Microsoft Excel* matematinę skaičiuoklę bei *Solver'io* įrankį.

Atliekant empirinį tyrimą, laikomasi šių **metodinių prielaidų**:

1. Optimalus pasaulio eksporto apimties paskirstymas turi įtakos teigiamiems šalies / pasaulio gerovės pokyčiams.

2. Bendra pasaulio eksporto apimtis atitinka 11 šalių, šalių grupių (ES 28, Rusijos, Kanados, JAV, Meksikos, Brazilijos, Kinijos, Japonijos, Pietų Korėjos, Indijos, Singapūro) eksporto apimties (procentais) sumos duomenis.

3. Pageidaujamo pasaulio eksporto apimties (minimalios, vidutinės, maksimalios) dydis (procentais) atitinka 2011–2015 m. pasaulio eksporto duomenų eilutės minimalią, vidutinę, maksimalią (priklusomai nuo analizuojamo hipotetinio atvejo) reikšmę.

4. Kiekvienos iš matematinį modelį įtrauktos pasaulio šalies, šalių grupės (iš viso 11) eksporto apimtis (procentais) yra neneigiamas skaičius ir ne didesnis kaip 100%.

Kiekvienos į matematinį modelį įtrauktos pasaulio šalies, šalių grupės (iš viso 11) eksporto galimos svyravimo ribos atitinka 2011–2015 m. esančią atitinkamos šalies mažiausią ir didžiausią eksporto apimtį reikšmę.

**Tyrimo turinys.** *Pirma*, identifikuojamas optimalus pasaulio eksporto apimtį paskirstymas tarp 11 šalių, kai pageidaujama minimali pasaulio eksporto apimtis. *Antra*, nustatomas optimalus pasaulio eksporto apimtį paskirstymas tarp 11 šalių, kai pageidaujama vidutinė pasaulio eksporto apimtis. *Trečia*, identifikuojamas optimalus pasaulio eksporto apimtį paskirstymas tarp 11 šalių, kai pageidaujama maksimali pasaulio eksporto apimtis. *Ketvirta*, atliekama palyginamoji analizė tarp trijų skirtingų atvejų.

**Tyrimo metodų pagrindimas ir apibūdinimas.** Optimalaus pasaulio eksporto paskirstymo modeliavimas atliekamas taikant tris metodus:

*Atvejo analizė.* Šis metodas taikomas siekiant identifikuoti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą trims hipotetiniams atvejams, atsižvelgiant į pageidaujamą pasaulio eksporto dydį. H. L. Kee, H. Tang'as (2016), F. K. Suri ir A. Banerji (2016) ir kiti taip pat taiko atvejo analizės metodą.

*Matematinis modeliavimas* – šio tyrimo metu matematinis modeliavimas atliekamas naudojant tiesinį programavimo metodą. Šis metodas yra taikomas siekiant nustatyti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą tarp 11 šalių, šalių grupių, atsižvelgiant į pageidaujamą pasaulio eksporto apimtį. Optimalus pasaulio eksporto paskirstymas identifikuojamas naudojant *Microsoft Excel* programos įrankiu. Nors nebuvo rasta analogiško tyrimo, kurio metu būtų taikomas *Solver*'io matematinis modeliavimas optimaliam eksporto paskirstymui nustatyti, L. Stonkienė (2013) taiko matematinio modeliavimo metodą (biocheminių reakcijų srityje), o V. Radziukynas, A. Nemura (2007) – elektros energetikos sistemos su vėjo elektrinėmis srityje.

*Lyginamoji analizė.* Šis metodas naudojamas siekiant nustatyti pagrindinius skirtumus ir / ar panašumus tarp trijų analizuojamų atvejų. Moksliniuose tyrimuose, susijusiuose su eksportu palyginamąją analizę taiko ir tokie mokslininkai kaip J. Čepinskis, E. Bendoraitienė (2012), I. Sergeev'as, T. Ponomarenko (2013) ir kiti.

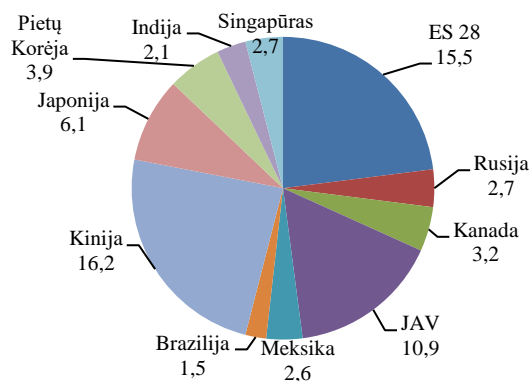
Taigi šių trijų metodų taikymas siekiant nustatyti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą papildoma mokslinių tyrimų įvairovė, o ypač tyrimų metodus tarptautinės prekybos srityje.

**Tyrimo ribotumai.** *Tyrimo kontekstas sudarytas iš 11 šalių, šalių grupių.* ES 28 šalys ir „likęs pasaulis“ išsamiau nėra analizuojamas. *Matematinio modelio bendrieji apribojimai*, susiję su atitinkamos šalies eksporto svyravimo ribomis, paremti 2011–2015 m. duomenimis. Tai santykiškai trumpa duomenų eilutė, kuri gali lemti netinkamas interpretacijas ilguoju laikotarpiu. Kita vertus, šiuo tyrimu siekiama išvengti galimų statistinių duomenų netikslumų (juos gali lemti finansinė krizė ir pan.) ir analizei atlikti pasirenkami tik pokrizinio laikotarpio statistiniai duomenys.

**Tyrimo privalumai.** Sudarytas matematinis modelis yra: (1) santykiškai paprastas, suprantamas; (2) reikalaujantis santykiškai mažai laiko ir galimybių resursų; (3) gali būti tobulinamas, į matematinį modelį įtraukiant papildomus kintamuosius, apribojimus.

## TYRIMO REZULTATAI IR APTARIMAS

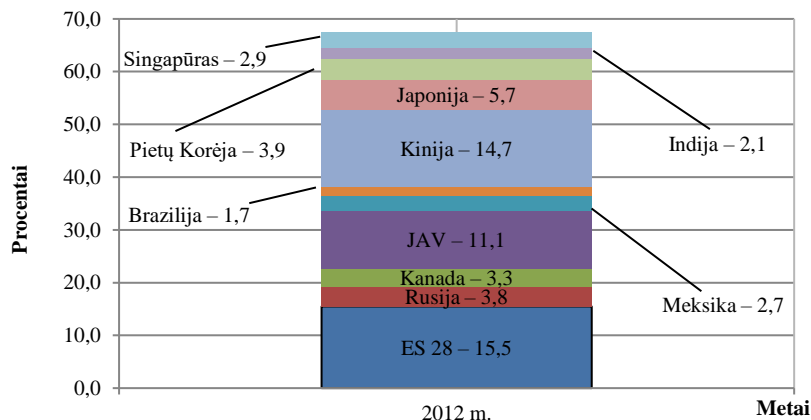
**Minimali pageidaujama pasaulio eksporto apimtis.** Pritaikius tiesinio programavimo metodą, 1 paveiksle pateikiamas optimalus pasaulio eksporto paskirstymas tarp 11 šalių, šalių grupių, pageidaujant minimalios pasaulio eksporto apimties (šiuo atveju – 67,4%).



**Pastaba.** Šalies eksporto apimtis pateikiama procentais.

1 pav. **Optimalaus pasaulio eksporto paskirstymas, kai pageidaujama minimali bendra pasaulio eksporto apimtis**

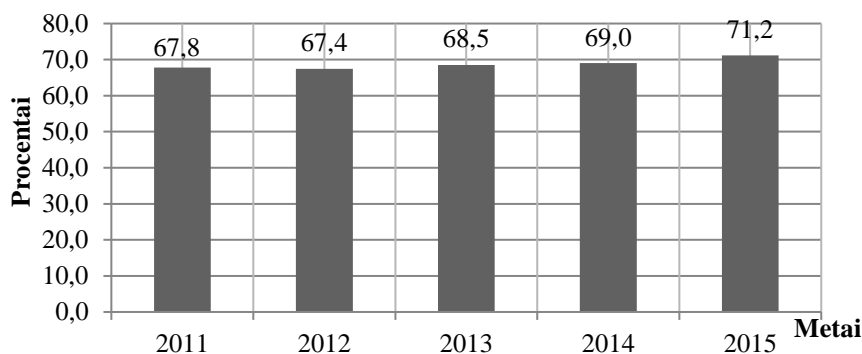
Taigi didžiausios pasaulio eksportuotojos turėtų būti Kinija (16,2%), ES 28 (15,5%) ir JAV (10,9%), mažiausios – Brazilija (1,5%), Indija (2,1%) ir Meksika (2,6%). Optimalus pasaulio eksporto paskirstymas tarp pasaulio šalių, kuris identifikuotas pageidaujant minimalios pasaulio eksporto apimties, yra panašus į 2012 m. pasaulio eksporto paskirstymą tarp šalių (žr. 1–2 pav.).



**Pastaba.** Paveikslas sudarytas autorės, remiantis Eurostat (2017) duomenimis. Eksportas pateikiamas procentais nuo bendros pasaulio eksporto apimties.

2 pav. **Pasaulio eksporto pasiskirstymas pagal šalis 2012 m.**

Ši išvada yra logiška, nes minimali pasaulio eksporto apimtis buvo nustatyta 2012 m. (žr. 3 pav.).

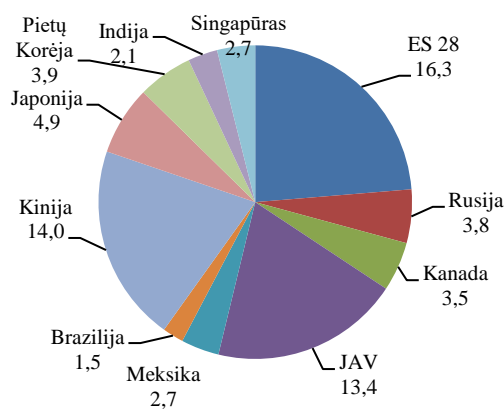


**Pastaba.** Paveikslas sudarytas autorės, remiantis Eurostat (2017) duomenimis. Eksportas pateikiamas procentais nuo bendros pasaulio eksporto apimties.

3 pav. **Bendra pasaulio eksporto dinamika 2011–2015 m.**

Kita vertus, nustatytas optimalaus pasaulio eksporto apimčių paskirstymas tarp šalių skiriasi nuo 0,1 iki 1,5 procentinių punktų (toliau – p. p.), lyginant su 2012 m. statistiniais duomenimis (žr. 1–2 pav.). Kadangi skirtumas yra santykiškai nedidelis, galima teigti, kad 2012 m. pasaulio eksporto apimtys buvo santykiškai optimaliai paskirstytos laikantis modeliu suformuotų metodinių prielaidų ir bendrųjų matematinio modelio apribojimų.

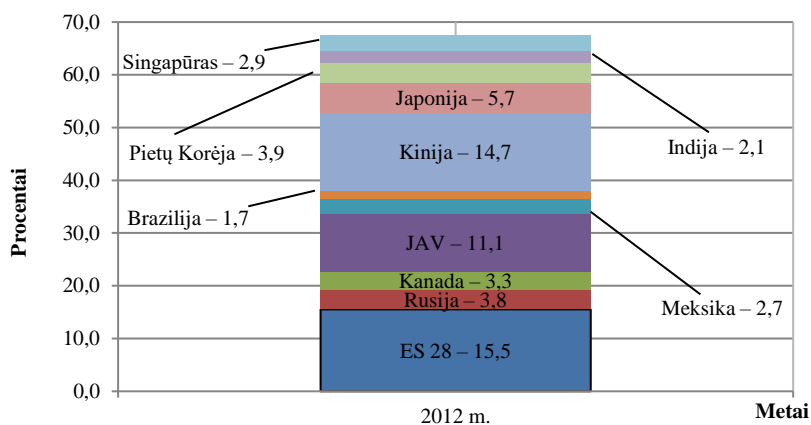
**Vidutinė pageidaujama pasaulio eksporto apimtis.** Optimalus pasaulio eksporto apimties paskirstymas tarp 11 šalių, šalių grupių, pageidaujant vidutinės pasaulio eksporto apimties (šiuo atveju – 68,8%), yra pateikiamas 4 paveiksle.



**Pastaba.** Šalies eksporto apimtis pateikiama procentais.

4 pav. **Optimalaus pasaulio eksporto paskirstymas, kai pageidaujama vidutinė bendra pasaulio eksporto apimtis**

Nustatyta, kad didžiausios pasaulio eksportuotojos turėtų būti ES 28 (16,3%), Kinija (14,0%) ir JAV (13,4%), mažiausios – Brazilija (1,5%), Indija (2,1%), Meksika (2,7%) ir Singapūras (2,7%). Optimalus pasaulio eksporto paskirstymas tarp pasaulio šalių pageidaujant vidutinės pasaulio eksporto apimties, yra panašus į 2013 m. pasaulio eksporto paskirstymą tarp šalių (žr. 4–5 pav.).

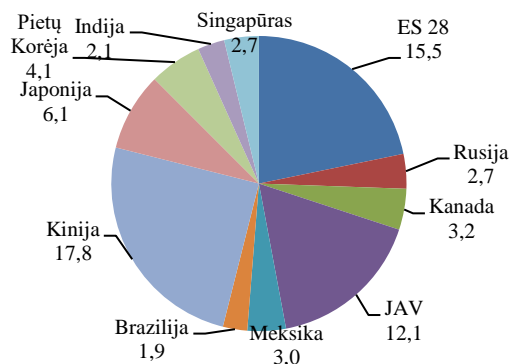


**Pastaba.** Paveikslas sudarytas autorės, remiantis Eurostat (2017) duomenimis. Eksportas pateikiamas procentais nuo bendros pasaulio eksporto apimties.

5 pav. Pasaulio eksporto pasiskirstymas pagal šalis 2013 m.

Vadinasi, 2011–2015 m. apskaičiuota vidutinė bendra pasaulio eksporto reikšmė (68,8%) yra panaši į 2013 m. (68,5%; žr. 3 pav.). Nustatytas optimalus pasaulio eksporto apimčių paskirstymas tarp šalių skiriasi nuo 0,1 iki 2,3 p. p., lyginant su 2013 m. statistiniais duomenimis (žr. 4–5 pav.). Galima daryti išvadą, kad 2013 m. pasaulio eksporto apimtys buvo paskirstytos palyginti optimaliai, laikantis modeliu suformuotų metodinių prielaidų ir bendrųjų matematinio modelio apribojimų.

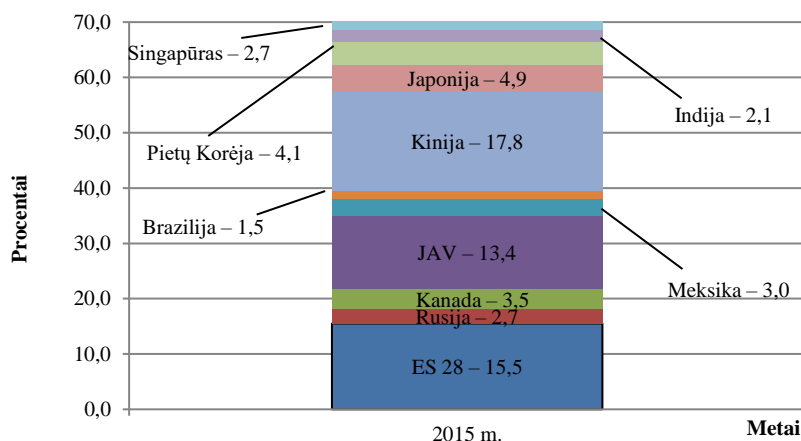
**Maksimali pageidaujama pasaulio eksporto apimtis.** 6 paveiksle yra pateikiamas optimalus pasaulio eksporto apimties paskirstymas tarp 11 šalių, šalių grupių, pageidaujant maksimalios pasaulio eksporto apimties reikšmė (šiuo atveju – 71,2%).



**Pastaba.** Šalies eksporto apimtis pateikiama procentais.

6 pav. Optimalaus pasaulio eksporto paskirstymas, kai pageidaujama vidutinė bendra pasaulio eksporto apimtis

Identifikuota, kad didžiausios pasaulio eksportuotojos turėtų būti Kinija (17,8%), ES 28 (15,5%), JAV (12,1%), mažiausios – Brazilija (1,9%), Indija (2,1%), Singapūras (2,7%) ir Rusija (2,7%). Pastebima, kad optimalus pasaulio eksporto paskirstymas tarp pasaulio šalių pageidaujant maksimalios pasaulio eksporto apimties, yra panašus į 2015 m. pasaulio eksporto paskirstymą tarp šalių (žr. 6–7 pav.).



**Pastaba.** Paveikslas sudarytas autorės, remiantis Eurostat (2017) duomenimis. Eksportas pateikiamas procentais nuo bendros pasaulio eksporto apimties.

7 pav. Pasaulio eksporto pasiskirstymas pagal šalis 2015 m.

Tai logiška, nes 2011–2015 m. laikotarpiu maksimali pasaulio eksporto apimtis buvo nustatyta 2015 m. (žr. 3 pav.). V. Tauraitė (2017), atlikdama 2015 m. pasaulio eksporto prognozavimą, taip pat pažymėjo, kad 2015 m. stipriausios pasaulio šalys eksporto aspektu atitinkamai turėtų būti Kinija, ES ir JAV. Kita vertus, užsienio mokslininkai J. O'Neill'as ir kt. (2005), D. Wilson'as, R. Purushothaman'as (2003) akcentuoja JAV, Kinijos ir Japonijos potencialą 2025 m., o 2050 m., pasak tyrėjų, Japoniją turėtų pakeisti Indija. Taigi šiuo atveju rezultatai dažniausiai sutampa su kitais eksportą analizuojančiais tyrimais.

Šiuo tyrimu identifikuotas optimalus pasaulio eksporto apimčių paskirstymas tarp šalių skiriasi nuo 0,3 iki 1,3 p. p., lyginant su 2015 m. statistiniais duomenimis (žr. 6–7 pav.). Galima daryti išvadą, kad 2015 m. pasaulio eksporto apimtys buvo santykiškai optimaliai paskirstytos laikantis modelių suformuotų metodinių prielaidų ir bendrųjų matematinio modelio apribojimų.

**Minimalios, vidutinės ir maksimalios pageidaujamos pasaulio eksporto apimties paskirstymo palyginimas.** Identifikuojant pagrindinius skirtumus ir panašumus tarp trijų hipotetinių atvejų pastebima, kad trys dominuojančios šalys pasaulio eksporto apimties aspektu sutampa: Kinija, ES 28 ir JAV (žr. lent.).

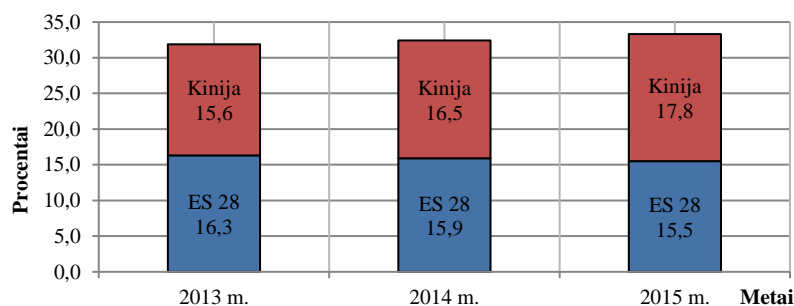


Lentelė. Trijų hipotetinių atvejų optimalių eksporto apimčių paskirstymo tarp pasaulio šalių palyginimas

Pasaulio šalis, šalių grupė	Atvejis		
	$X_{min}$	$X_{vid}$	$X_{max}$
Kinija	<b>16,2</b>	14,0	<b>17,8</b>
ES 28	15,5	<b>16,3</b>	15,5
JAV	10,9	13,4	12,1
Japonija	6,1	4,9	6,1
Pietų Korėja	3,9	3,9	4,1
Kanada	3,2	3,5	3,2
Rusija	2,7	3,8	2,7
Singapūras	2,7	2,7	2,7
Meksika	2,6	2,7	3,0
Indija	2,1	2,1	2,1
Brazilija	1,5	1,5	1,9

**Pastaba.** Šalies eksporto apimtis pateikiama procentais.  $X_{min}$  – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto minimali reikšmė (procentais);  $X_{vid}$  – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto vidutinė reikšmė (procentais);  $X_{max}$  – 2011–2015 m. bendro pasaulio eksporto maksimali reikšmė (procentais).

Kita vertus, pageidaujant minimalios ir maksimalios bendros pasaulio eksporto apimties, pasikeičia pagrindinis eksportuotojas (apimties atžvilgiu) iš ES 28 į Kiniją. Analogiška tendencija pastebima ir lyginant faktinius pasaulio eksporto duomenis 2013–2015 m. laikotarpiu (žr. 8 pav.).



**Pastaba.** Paveikslas sudarytas autorės, remiantis Eurostat (2017) duomenimis. Eksportas pateikiamas procentais nuo bendros pasaulio eksporto apimties.

8 pav. ES 28 ir Kinijos eksporto dinamika 2013–2015 m.

Šią tendenciją pastebi ir akcentuoja ir V. Tauraitė (2017), tirdama 2002–2014 m. pasaulio eksportą ir atlikdama 2015 m. pasaulio eksporto prognozę. Remiantis W. Chan-Yuan'io ir kt. (2013), tokio pobūdžio Kinijos eksporto augimo potencialas ir vykdoma atvirosios rinkos politika gali būti interpretuojama dvejopai: 1) Kinijos eksporto potencialas gali būti identifikuotas kaip grėsmė kitoms šalims; 2) Kinijos teikiama produkcija gali užtikrinti platesnes vidurinėsios klasės vartojimo galimybes. Mokslinėje literatūroje taip pat nagrinėjamos ir ES eksporto apimčių kitimo tendencijų priežastys. Pavyzdžiui, Makedonijos informacinio centro (*Macedonian Information Centre*, 2016) parengtame straipsnyje nurodoma, kad ES ir JAV eksporto svarba galimai mažėja dėl to, kad ES ir JAV tampa mažiau atviros tarptautinei prekybai.

Tarp santykiškai mažiausių eksportuotojų dviem hipotetiniais atvejais (kai pageidaujama minimali ir vidutinė pasaulio eksporto apimtis) yra Brazilija, Indija ir Meksika, t. y. besivystančios

šalys (identifikuotos, remiantis *Jungtinių Tautų Generaline Asamblėja*, 2015; žr. lent.). Antruoju atveju, kai pageidaujama vidutinė pasaulio eksporto apimtis, tarp mažiausių eksportuotojų dar patenka ir Singapūras. Kita vertus, Brazilija, Indija, Singapūras ir Rusija yra mažiausios eksportuotojos, kai pageidaujama maksimali pasaulio eksporto apimtis. Remiantis statistiniais ir eksporto paskirstymo duomenimis pastebima, kad Rusijos eksporto apimtys santykiškai mažėja, lyginant 2013 m. ir 2015 m. (žr. 5, 7 pav.). Manytina, kad tam įtakos gali turėti nestabili politinė, ekonominė situacija Rusijoje bei Rusijai taikomi apribojimai kitų šalių atžvilgiu. Taigi santykiškai didžiausios eksportuotojos (Kinija, ES 28, JAV) visais trim atvejais sutampa, o tarp mažiausių eksportuotojų galima išskirti Braziliją ir Indiją.

Apibendrinant empirinio tyrimo rezultatus galima teigti, kad priklausomai nuo pasirinktos strategijos bendro pasaulio eksporto (minimalaus, vidutinio, maksimalaus) atžvilgiu, galima identifikuoti optimalų pasaulio eksporto paskirstymą tarp šalių.

## IŠVADOS IR PERSPEKTYVOS

Empirinio tyrimo metu buvo taikomi trys pagrindiniai metodai: atvejo, lyginamosios analizės ir matematinio modeliavimo, naudojant tiesinį programavimą. Straipsnyje taip pat pateikiami tyrimo ribotumai ir privalumai.

Išsiaiškinta, kad visais trim hipotetiniais atvejais išlieka šios eksporto apimtys aspektu dominuojančios šalys: Kinija, ES 28, JAV. Santykiškai mažiausios pasaulio eksporto apimtys tenka Brazilijai ir Indijai. Nustatyta, kad, esant *minimaliam pageidaujamam pasaulio eksporto dydžiui* (67,4 %), egzistuoja toks optimalus eksporto paskirstymas tarp pasaulio šalių: Kinijos – 16,2%, ES 28 – 15,5%, JAV – 10,9%, Japonijos – 6,1%, Pietų Korėjos – 3,9%, Kanados – 3,2%, Rusijos – 2,7%, Singapūro – 2,7%, Meksikos – 2,6%, Indijos – 2,1%, Brazilijos – 1,5%. Pageidaujant *vidutinio pasaulio eksporto dydžio* (68,8 %), nustatytas toks optimalus eksporto paskirstymas: ES 28 – 16,3%, Kinijos – 14,0%, JAV – 13,4%, Japonijos – 4,9%, Pietų Korėjos – 3,9%, Rusijos – 3,8%, Kanados – 3,5%, Singapūro – 2,7%, Meksikos – 2,7%, Indijos – 2,1%, Brazilijos – 1,5%. Kai egzistuoja *maksimalus pageidaujamas bendras pasaulio eksporto dydis* (71,2 %), nustatomas tokio pobūdžio optimalus eksporto paskirstymas: Kinijos – 17,8%, ES 28 – 15,5%, JAV – 12,1%, Japonijos – 6,1%, Pietų Korėjos – 4,1%, Kanados – 3,2%, Meksikos – 3,0%, Rusijos – 2,7%, Singapūro – 2,7%, Indijos – 2,1%, Brazilijos – 1,9%. Tyrimo pritaikymo galimybės susijusios tarptautiniu (globalios gerovės siekis tarptautinių santykių kontekste) ir nacionaliniu lygiu (šalies gerovės siekis). Tyrimas galėtų būti tobulinamas tikslinant, koreguojat matematinį modelį (analizuojamo laikotarpio, šalių atžvilgiais).

Empirinio tyrimo rezultatai yra santykiškai patikimi, atsižvelgiant į tyrimo metu suformuluotas metodines prielaidas. Manytina, kad tyrimo rezultatų patikimumas būtų palyginti didesnis, jeigu empiriniam tyrimui atlikti būtų naudojama didesnė statistinių duomenų tyrimo imtis, t. y. didesnė nei penkerių metų (kaip šiuo atveju), ir į matematinį modelį įtraukiamas „likęs pasaulis“.

Manytina, kad optimalaus pasaulio eksporto paskirstymo modeliavimo tyrimo rezultatai ir patobulinti tyrimai analizuojama tema galėtų būti aktualūs tokioms pasaulinėms organizacijoms kaip Pasaulio prekybos organizacija, Jungtinių Tautų organizacija ir kitoms. Remiantis tyrimo ir naujų tyrimų rezultatais būtų galima didinti globalią gerovę tarptautinės ekonomikos kontekste. Taigi būtų

rekomenduojama koreguoti pasaulio eksporto paskirstymą tarp šalių, siekiant globalios gerovės ir atitinkamos bendros pasaulio eksporto apimties. Metodinių nurodymų pateikimas, susijęs su optimalaus paskirstymo realizavimu, galėtų būti kito tyrimo tikslas.

## LITERATŪRA

1. Burinskienė, A. (2014). Tarptautinės prekybos pokyčių analizė. *Mokslas – Lietuvos ateitis. Verslas XXI amžiuje*, 6 (1), 103–110.
2. Chan-Yuan, W., Gladys, S., Ran, L., Kian-Teng, K. (2013). The impact of China on the emerging world: New growth patterns in Chinese import-export activities. *Engineering Economics*, 24 (4), 309–319.
3. Čepinskis, J., Bendoraitienė, E. (2012). Lietuvos baldų pramonės pokyčiai ir tendencijos ekonominės krizės laikotarpiu. *Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai*, 6 (1), 73–84.
4. Darshini, J. S. (2017). International trade: Direction and dimension. *CLEAR International Journal of Research in Commerce & Management*, 8 (1), 24–29.
5. Eurostat. (2017). *Share of EU in the World Trade*. Prieiga internetu: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> [žiūrėta 2017-05-08].
6. Guogis, A. (2006). Socialinės politikos modeliavimas Europos integracijos procese. *Viešoji politika ir administravimas*, 17, 29–41.
7. Jungtinių Tautų Generalinė Asamblėja. (2015). *List of developing countries*. Prieiga internetu: <http://www.iugg2015prague.com/list-of-developing-countries.htm> [žiūrėta 2017-05-07].
8. Kee, H. L., Tang, H. (2016). Domestic value added in exports: Theory and firm evidence from China. *American Economic Review*, 106 (6), 1402–1436.
9. Liučvaitienė, A., Peleckis, K. (2011). Konkurencinio pranašumo formavimas globalioje rinkoje: teorinės prielaidos ir vertinimo galimybės. *Scientific Conference “Contemporary Issues in Business, Management and Education’ 2011”*, 181–194.
10. Macedonian Information Centre. (2016). The published list of world's largest export countries, Macedonia included. *Macedonian Business Monthly*, 16 (171), 7.
11. Mauricas, Ž. (2015). Nenatūraliai didelis natūralus nedarbo lygis Baltijos šalyse. *Lietuvos ekonomikos ateities vizija, strateginiai tikslai ir valstybės misija juos įgyvendinant. Jaunųjų mokslininkų-ekonomistų konferencijos pranešimai* (pp. 178–187). Vilnius: Lietuvos mokslų akademija.
12. O'Neill, J., Wilson, D., Purushothaman, R., Stupnytska, A. (2005). How solid are the BRICs? *Global Economics Paper*, 134.
13. Radziukynas, V., Nemura, A. (2007). Elektros energetikos sistemos su vėjo elektrinėmis matematinis modeliavimas. *Energetika*, 53 (3), 1–9.
14. Sergeev, I., Ponomarenko, T. (2013). Russian export of raw materials and balance of economic interests. *Regional Formation & Development Studies*, 124–131.
15. Stonkienė, L. (2013). Biocheminių reakcijų matematinis modeliavimas. *Mokslinė ataskaita MII-DS-09P-13-15*. Vilnius: Vilniaus universitetas.

16. Suri, F. K., Banerji, A. (2016). A study of disaggregated R&D expenditure on Indian pharmaceutical exports. *Journal of Developing Areas*, 50 (3), 167–190.
17. Tauraitė, V. (2017). Pasaulio eksporto dinaminė analizė ir prognozavimas. *Laisvalaikio tyrimai*, 1 (9), 1–12.
18. Wilson, D., Purushothaman, R. (2003). Dreaming with BRICs. The path to 2050. *Global Economics Paper*, 99.

## THE MODELLING OF ALLOCATION OF THE OPTIMAL WORLD EXPORT

**Viktorija Tauraitė**

*Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania*

### ABSTRACT

**Relevance of the research.** Economic, financial, commercial and other relations are becoming faster in the global world. Business, trade relations with foreign investors, the optimal implementation of international relations in micro (company) and macro (country) level are important for producers and entrepreneurs. So it is relevant to carry out the scientific research in order to find out the optimal allocation of the world export according to volume of desired overall world export by using the mathematical modelling. Although the method of mathematical modelling is used in scientific research (e. g. Stonkienė, 2013; Radziukynas, Nemura, 2007.), no study was found where mathematical modelling would be used by the linear programming method and identifying the optimal export allocation, taking into account the conditions. So, this article complements a variety of research.

**The problem of the research:** what is the optimal allocation of the world export between 11 countries when the volume of desired overall world export is minimum, medium or maximum?

**The object of the research** is the allocation of the world export.

**The aim of the research** is to identify the optimal allocation of the world export between 11 countries (EU 28, Russia, Canada, the United States, Mexico, Brazil, China (except Hong Kong), Japan, South Korea, India, and Singapore) in 3 cases when the volume of desired overall world export is: 1) minimum; 2) medium; 3) maximum.

**The tasks of the research:**

1. To present the methodology of the research.
2. To identify the optimal allocation of the world export between 11 countries in 3 cases according to the volume of desired overall world export.
3. To summarize the main points of the allocation of the optimal world export and to submit recommendations.

The research was carried out by using methods of case, comparative analysis and mathematical modelling applying the linear programming method. Eurostat statistical data of 2011–2015 were used for the mathematical modelling.

**Outcomes and conclusions.** It was found out that EU 28, China and the United States are the same dominant countries in all three cases by the aspect of the world export volume. Moreover, the least volume of the world export is in India and Brazil. On the other hand, the differences between dominant countries which should have the biggest part of world export were found. China should have the biggest part of world export

when the volume of desired overall world export is minimum and maximum. EU 28 should have the biggest part of world export when the volume of desired overall world export is medium.

**Keywords:** international trade, export, mathematical modelling.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МИРОВОГО ЭКСПОРТА

**Виктория Таурайте**

*Университет Витаутаса Великого, Каунас, Литва*

### РЕЗЮМЕ

В глобальном мире экономические, финансовые отношения, отношения торговли и другие становятся всё быстрее. Производителям, бизнесменам становятся важными отношения бизнеса, продаж с зарубежными инвесторами и выполнение эффективных, оптимальных международных отношений на микро- и макро- уровне. Поэтому выполнение моделирования распределения оптимального мирового экспорта становится актуальным, принимая во внимание предпочтительный объём общего мирового экспорта. Хотя метод математического моделирования используется в исследованиях учёных (напр., Стокене, 2013; Радзюкигас, Немура, 2017 и др.), но не удалось найти исследования, в которых бы использовался метод математического моделирования, применяя метод линейного программирования и определяя оптимальное распределение экспорта, принимая во внимание определённые условия. Поэтому, это исследование проводится стремясь пополнить разнообразие научных исследований.

**Проблема исследования** – каким является распределение оптимального экспорта между 11 стран мира, групп стран, когда желаемый общий мировой экспорт является минимальным, средним или максимальным.

**Объект исследования** – распределение мирового экспорта.

**Цель исследования** – определить оптимальное распределение мирового экспорта между 11 стран мира или групп стран (ЕС28, России, Канады, Соединённых Штатов Америки, Мексики, Бразилии, Китая (кроме Гонконга), Японии, Южной Кореи, Индии, Сингапура) по трём разным случаям, когда желаемый общий мировой экспорт является: 1) минимальным, 2) средним, 3) максимальным.

#### **Задачи исследования:**

1. Представить методику исследования.
2. Определить оптимальное распределение мирового экспорта между 11 стран мира, групп стран по трём случаям, принимая во внимание желаемый общий размер мирового экспорта.
3. Обобщить результаты оптимального распределения мирового экспорта и предоставить рекомендации.

Исследование проводится с использованием ситуационно-сравнительных методов анализа, а математическому моделированию применяется метод линейного программирования. Математическому моделированию используются 2011–2015 г. *Eurostat* статистические данные.

**Результаты и выводы.** Выяснено, что три доминирующие страны, во всех случаях в отношении объёма мирового экспорта сходятся: ЕС28, Китай и США, а самые меньшие объёмы экспорта приходятся в Индии и Бразилии.

С другой стороны, установлены различия между страной, которой достаются наибольшие объёмы экспорта: Китаю – когда желаем минимальный и максимальный объём мирового экспорта; ЕС28 – когда желаем средний объём мирового экспорта.

**Ключевые слова:** международная торговля, экспорт, математическое моделирование.