



Kauno technologijos universitetas
Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui

Baigiamasis magistro studijų projektas

Ieva Mičiulienė
Projekto autorė

Prof. dr. Jurgita Bruneckienė
Vadovė

Doc. dr. Paulius Palevičius
Vadovas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui

Baigiamasis magistro studijų projektas

Didžiųjų verslo duomenų analitika (6213AX001)

Ieva Mičiulienė
Projekto autorė

Prof. dr. Jurgita Bruneckienė
Vadovė

Doc. dr. Paulius Palevičius
Vadovas

Doc. dr. Vilda Gižienė
Recenzentė

Prof. dr. Robertas Alzbutas
Recenzentas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

Ieva Mičiulienė

Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui

Akademinių sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektualinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Ieva Mičiulienė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Mičiulienė, Ieva. Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovė prof. dr. Jurgita Bruneckienė ir vadovas doc. dr. Paulius Palevičius; Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Taikomoji matematika (Matematikos mokslai).

Reikšminiai žodžiai: klimato neutralumas, žaliasis konkurencingumo indeksas, klasterinė analizė, pagrindinių komponentų analizė.

Kaunas, 2023. 73 p.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte analizuojama Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui. Šalių konkurencingumo tema plačiai nagrinėjama lietuvių ir užsienio mokslininkų darbuose, nepaisant to, nėra susitarta dėl vieningo konkurencingumo apibrėžimo ir vertinimo metodikos. Baigiamajame magistro projekte atlikta mokslinės literatūros apžvalga. Joje aptariama konkurencingumo sampratos raida, trumpai aprašomi konkurencingumo lygmenys, pateikiama keletas šalių konkurencingumo vertinimo modelių. Atliktos mokslinės literatūros analizės pagrindu sudarytas šalies konkurencingumo modelis, kurį sudaro 9 veiksnių grupės ir 50 rodiklių. Rodiklių reikšmių duomenys gauti iš Pasaulio Banko, Eurostat ir Our World in Data duomenų bazių. Tyrimas apima 24 Europos Sąjungos šalis ir 2012-2021 m. laikotarpį. Trūkstamos reikšmės sudarytoje duomenų matricoje užpildomos taikant MICE metodą. Stiprų koreliacinį ryšį turintys veiksniai yra pašalinami iš duomenų matricos. Toliau tyrimas tęsiamas su 44 veiksniais. Konkurencingumo indeksas apskaičiuojamas normuojant veiksnius maksimalios ir minimalios reikšmės metodu, vėliau gautus rezultatus sudedant pagal valstybes ir metus. Siekiant suprasti bendras Europos Sąjungos klimato kaitos tendencijas konkurencingumo indeksas ir CO₂ rodiklis klasterizuojamas: k-vidurkių, hierarchiniais t. y. Vordo, vienetinės, pilnosios ir vidutinės jungties metodais, taip pat naudojamas tęstinių duomenų klasterizavimas. Pagrindinių komponentų analizės metodas taikomas norint nustatyti svarbiausius veiksnius kiekvienam klasteriui. Sudaromos konkurencingumo strategijos. Empirinis tyrimas atskleidžia, kad žaliasis Europos kursas bendrąja prasme turi teigiamą ir laikinai neigiamą įtaką šalių konkurencingumui ir CO₂ kiekio mažėjimui. Pastebėta, kad klimato neutralumo dimensijos įtraukimas į konkurencingumo vertinimą eliminuoja konkurencinio pranašumo pagrįsto geografiniu artumu aspektą.

Mičiulienė, Ieva. European Green Deal impact on country's competitiveness. Master's Final Degree Project / supervisor prof. Jurgita Bruneckienė and supervisor assoc. prof. Paulius Palevičius; Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Applied Mathematics (Mathematical Sciences).

Keywords: climate neutrality, green competitiveness index, cluster analysis, principal component analysis (PCA).

Kaunas, 2023. 73 p.

Summary

The master's final project analyzes the influence of the European green course on the competitiveness of countries. The topic of competitiveness of countries is widely referred to in the academic literature of Lithuanian and foreign scientists, although there is no agreement on the definition and evaluation methodology of competitiveness. A review of scientific literature was carried out in the final master's project. It discusses the development of the concept of competitiveness and briefly describes the levels of competitiveness, thus here are some models for assessing the competitiveness of countries. Based on the analysis of the scientific literature, the country's competitiveness model was created, which consists of 9 groups of factors built on 50 indicators. Data on the values of the indicators were obtained from the databases of the World Bank, Eurostat, and Our World in Data. The study covers 24 countries of the European Union from the period of 2012 to 2021. The missing values of the formed data matrix are filled using the MICE method. Factors causing a strong correlation effect are removed from the data matrix. Next, the study continues with 44 factors. The competitiveness index is calculated by normalizing the factors using the method of maximum and minimum value, then summing up the obtained results by country and year. To understand the overall competitiveness index of the climate change trend of the European Union and the CO₂ indicator, clustering is done: k-means, hierarchical i.e. Ward, unitary, full, and average data connection methods are also used for continuum clustering. A principal component analysis method is applied to identify the most important factors for each cluster. A competitiveness strategy is composed. The empirical study reveals that the European green rate has generally positive and current negative effects on countries' competitiveness and CO₂ reduction. It was observed that the inclusion of the dimension of climate neutrality in the assessment of competitiveness eliminates the aspect of competitive advantage based on geographical proximity.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	11
Įvadas.....	12
1. Literatūros apžvalga	14
1.1. Konkurencingumo samprata ir raida	14
1.2. Konkurencingumo lygmenys.....	15
1.3. Šalies konkurencingumo vertinimo modeliai	17
1.4. Konkurencingumą lemiantys veiksniai	23
1.5. Naujasis požiūris į šalies konkurencingumą: žaliasis konkurencingumas	26
2. Tyrimo objektas ir metodai	29
2.1. Projekto architektūra	29
2.2. MICE – trūkstamų reikšmių užpildymas.....	29
2.3. Indekso sudarymas – šalių konkurencingumui įvertinti	31
2.4. Klasterinė analizė	33
2.4.1. Klasterizavimo algoritmų klasifikavimas.....	33
2.4.2. Hierarchiniai klasterizavimo metodai.....	35
2.4.3. Trajektorijų klasterizavimas naudojant klm3d algoritmą.....	38
2.4.4. Klasterizavimo rezultatų validacija	39
2.5. Pagrindinių komponentų analizė	41
2.6. Ilgio ir krypties tarp dviejų kintamųjų nustatymas	43
3. Projekto eiga ir rezultatai	45
3.1. Duomenų analizė ir paruošimas tyrimui.....	45
3.1.1. Trūkstamų reikšmių užpildymas MICE metodu	46
3.1.2. Duomenų matricos koreliacijos analizė.....	47
3.2. Šalių konkurencingumo indekso sudarymas	48
3.3. Šalių konkurencingumo ir CO ₂ sąsajų nustatymas.....	50
3.4. Klasterinė analizė	52
3.4.1. Klasterių skaičiaus nustatymas.....	52
3.4.2. Klasterizavimas k-vidurkių metodu	54
3.4.3. Klasterizavimas hierarchiniu metodu	56
3.4.4. Klasterizavimas klm3d metodu	57
3.5. Pagrindinių komponentų metodo taikymas klasterio veiksmų įtakos nustatymui.....	58
3.6. Šalių konkurencingumo indekso ir CO ₂ kitimo trajektorijų nustatymas ir žaliojo kurso poveikio vertinimas	61
Išvados	64
Literatūros sąrašas	66
Informacijos šaltinių sąrašas	73
Priedai.....	74
1 priedas. Šalių konkurencingumo indekso veiksniai	74
2 priedas. Duomenų reikšmės prieš ir po tuščių reikšmių užpildymo.....	77
3 priedas. Koreliacijų matricos.....	78
4 priedas. Šalių konkurencingumo indekso rangai	79
5 priedas. Šalių konkurencingumo indeksų skaičiavimo rezultatai.....	79

6	priedas. Bajeso informacinio kriterijaus testo rezultatai	80
7	priedas. 2012 m. hierarchinio metodo klasterizavimo dendogramos	81
8	priedas. 2021 m. hierarchinio metodo klasterizavimo dendogramos	82
9	priedas. Standartizuoti kriterijai klm3d atveju	83
10	priedas. KMO ir Bartlett'o sferiškumo testo rezultatai	84
11	priedas. Pagrindinių komponentų analizės rezultatai klasteriams	85

Lentelių sąrašas

1 lentelė. RCI svorių sistema, pagal BVP vienam gyventojui	21
2 lentelė. RSCI svorių sistema, pagal BVP vienam gyventojui.....	22
3 lentelė. Konkurencingumo veiksniai pagal konkurencingumo raidą [47]	24
4 lentelė. Korupcijos kontrolės ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas	47
5 lentelė. Korupcijos suvokimo indeksas ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas.....	47
6 lentelė. Reguliavimo kokybės rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas.....	47
7 lentelė. Balso ir atskaitomybės rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas	47
8 lentelė. Patentai tenkantys 100 tūkst. gyventojų rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas. 48	
9 lentelė. Žaliojo konkurencingumo strategijos ES šalyse 2012 m.	52
10 lentelė. Žaliojo konkurencingumo strategijos ES šalyse 2021 m.	52
11 lentelė. Žaliojo konkurencingumo progreso strategijos ES šalyse	62

Paveikslų sąrašas

1 pav. Šalies konkurencingumo sampratos raida XVI–XXI a. [16]	14
2 pav. Konkurencingumo lygmenys [26], [27]	15
3 pav. Konkurencingumo lygmenys [28].....	16
4 pav. Deimanto modelis [37].....	17
5 pav. Devynių veiksmų modelis [38]	18
6 pav. Pasaulio konkurencingumo reitingas [40].....	19
7 pav. Pasaulio konkurencingumo indeksas 4.0.....	20
8 pav. Europos regiono darnumo konkurencingumo indeksas [43].....	22
9 pav. Darnaus konkurencingumo indeksas [46]	23
10 pav. Konkurencingumo raida	27
11 pav. Projekto architektūra	29
12 pav. Pagrindiniai žingsniai duomenų užpildyme su MICE [70]	30
13 pav. Indekso skaičiavimo etapai [33].....	31
14 pav. Klasterizavimo algoritmų klasifikavimas [77]	34
15 pav. Populiariausių klasterizavimo metodų klasifikacija [78]	34
16 pav. Hierarchinis klasterizavimo metodas. Dendograma [78]	35
17 pav. Vienietinės jungties klasterizavimas [78], [76]	35
18 pav. Pilnos jungties klasterizavimas [78], [76]	36
19 pav. Vidutinės jungties klasterizavimo metodas [80], [76].....	36
20 pav. Vordo klasterizavimo metodas [76], [80].....	37
21 pav. kml ir kml3d klasterizavimo algoritmai [82]	39
22 pav. Pirmoji ir antroji komponentės sklaidos diagramoje [84]	42
23 pav. Žaliojo konkurencingumo vertinimo metodologija.....	45
24 pav. Šalies konkurencingumo rodiklių matricos trūkstamos reikšmės vnt., proc.	46
25 pav. Šalių konkurencingumo veiksmų modelis	48
26 pav. ES šalių konkurencingumo rangai pagal šalis.....	50
27 pav. Šalių konkurencingumo indekso ir CO ₂ ryšys 2012 m.	51
28 pav. Šalių konkurencingumo indekso ir CO ₂ ryšys 2021 m.	51
29 pav. Alkūnės metodo rezultatas 2012 m. ir 2021 m.....	53
30 pav. Silueto metodo rezultatas 2012 m. ir 2021 m.....	53
31 pav. Atotrūkio statistikos rezultatas 2012 m. ir 2021 m.	53
32 pav. BIC statistikos rezultatas 2012 m. ir 2021 m.	54
33 pav. 2012 m. k-vidurkių klasterizavimo rezultatai.....	55
34 pav. 2021 m. k-vidurkių klasterizavimo rezultatai.....	55
35 pav. Dendograma, hierarchiniu klasterizavimu, pilnosios jungties metodu, 2012 m.	56
36 pav. Dendograma, hierarchiniu klasterizavimu, Vordo metodu, 2021 m.	56
37 pav. Optimalus klasterių skaičius kml3d, Callinski Harabatz'o statistika.....	57
38 pav. Trajektorių klasterizavimo rezultatai	57
39 pav. Trajektorių klasterizavimo rezultatai	58
40 pav. PCA klasterio A	58
41 pav. PCA klasterio B.....	59
42 pav. PCA klasterio C.....	60
43 pav. PCA klasterio D	60
44 pav. PCA klasterio F	61

45 pav. ES šalių konkurencingumo indekso ir CO ₂ kitimo trajektorijos 2012 – 2021 m. (Euklido atstumas).....	62
--	----

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

ASEAN – Pietryčių Azijos tautų asociacija;
ES – Europos Sąjunga;
IRT – Informacijos ir ryšių technologijos;
MTEP – Moksliniai tyrimai ir eksperimentinė veikla;
NAFTA – Šiaurės Amerikos laisvosios prekybos sutartis;
OECD – Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija;
RCI – Regionų konkurencingumo indeksas;
WEF – Pasaulio ekonomikos forumas.

Įvadas

Aktualumas. Europos Sąjungą sudaro 27 skirtingos šalys, turinčios bendrus tikslus. Organizacijos strateginis tikslas – iki 2050 metų tapti klimatui neutraliu žemynu. Platesniu požiūriu bendrija siekia atskirti ekonomikos augimą nuo aplinkai žalingo poveikio tuo pačiu metu sukuriant konkurencingą ekonomiką. 2015 m. Pasaulio ekonomikos forumas [1] tvarų konkurencingumą apibrėžė, kaip institucijų, politikos veiksmų ir krypčių, kurie daro tautą produktyvią, užtikrinant socialinį ir aplinkos tvarumą ilguoju laikotarpiu, visumą. Stiglitzas ir kt. [2] kritikavo tradicinius ekonominius rodiklius (pvz., BVP, CO₂) dėl pakankamai riboto pritaikymo vertinant šalių ekonomikas holistiniu aspektu. Tai paskatino naujos žaliojo konkurencingumo koncepcijos atsiradimą. Žaliojo konkurencingumo samprata, jungianti tradicinį ekonominį konkurencingumą su klimato neutralumu, tapo labiau paplitusi. Konkurencingumo vertinimo rezultatų ir jų interpretacijų pagrindu yra priimami sprendimai nacionaliniu ir bendrijos lygiu. Baigiamajame magistro projekte vertinant šalių konkurencingumo modelį aptariami dažniausiai mokslinėje literatūroje akcentuoti socioekonominiai konkurencingumą lemiantys veiksniai juos papildant klimatui neutralia aplinka, strategine autonomija ir bendradarbiavimu. Pastarųjų veiksmų įtraukimas atspindi ne tik holistinį požiūrį į konkurencingumo problematiką, bet ir šiuolaikinės ekonomikos aktualijas.

Problema. Europos Sąjungos žaliasis kursas daro poveikį šalių konkurencingumui. Didėjant dėmesiui klimato kaitos aspektams Europos Sąjungos strateginiame ir politiniame kontekste, keičiasi požiūris į šalių konkurencingumo koncepciją. Klimato kaitos mažinimo aspektai tampa endogeniniais, o ne egzogeniniais veiksniais, o tai reikalauja ne tik teorinio požiūrio keitimo, bet ir jo integravimo į konkurencingumo vertinimą, apimant naujų metodologijų sukūrimą ir baigiant skaičiavimo rezultatų viešinimą. Mokslininkai Ketelsas ir Porteris [3] siūlo pergaltvoti Europos Sąjungos konkurencingumo politiką ir vertinimą. Tai nulėmė, kad mokslinėje literatūroje iki šiol nevysiškai atskleistas Europos Sąjungos klimato politikos poveikis šalių konkurencingumui naujojo požiūrio kontekste (Žaliasis konkurencingumas). Holistinis požiūris į šalies konkurencingumą ir jos generuojamą CO₂ leidžia formuluoti tokią problemą – kaip Europos Sąjungos žaliasis kursas keičia šalių konkurencingumą.

Tyrimo objektas – Europos Sąjungos šalių konkurencingumas.

Tyrimo tikslas – įvertinti Europos Sąjungos žaliojo kurso poveikį šalių konkurencingumo pokyčiams.

Tyrimo uždaviniai:

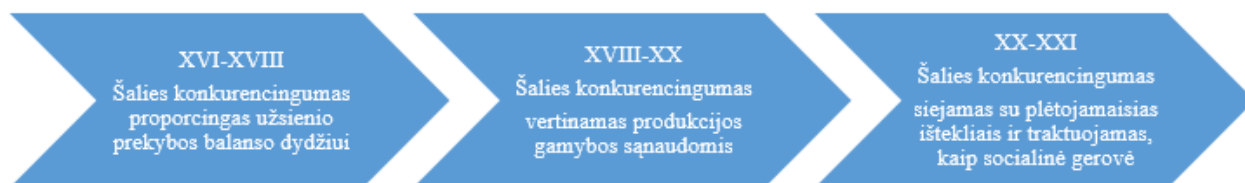
1. identifikuoti šalių konkurencingumą lemiančius veiksmius, aktualius ES žaliojo kurso kontekste;
2. pateikti tyrimo metodologiją, kuri atskleistų Europos žaliojo kurso įtaką šalių konkurencingumui;
3. įvertinti Europos Sąjungos šalių konkurencingumą pagal sudarytą indeksą;
4. atlikti Europos Sąjungos šalių konkurencingumo indekso ir šalies generuojamo CO₂ klasterizavimą;
5. identifikuoti šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ kitimo trajektorijas bei nustatyti taikomas konkurencingumo strategijas.

Tyrimo metodai. Mokslinės literatūros analizė, trūkstamų duomenų užpildymas MICE metodu, Pirono koreliacinė analizė, konkurencingumo indekso sudarymas, klasterizavimas k-vidurkių, hierarchiniais ir testinių duomenų naudojant kml3d biblioteką, pagrindinių komponentų analizė, strategijų sudarymas.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Konkurencingumo samprata ir raida

XX a. 9-ajame dešimtmetyje konkurencingumas tapo ypač svarbus akademinių, socialinių bei politinių diskusijų klausimas. Per pastaruosius keturiasdešimt metų mokslininkams bandant apibrėžti šią sąvoką bendro susitarimo neprieita, nes vykstant įvairiems globalizacijos procesams konkurencingumo sąvoka kito ir kinta. Konkurencingumas išsamiai nagrinėtas lietuvių (Beniušienė, I. ir Svirkienė, G. [4], Sniečka, V. ir Valodkienė, G. [5], Sniečka, V. ir Bruneckienė, J. [6], Bruneckienė, J. ir Klijonienė A. [7], Vilpišauskas, R. [8], Sabonienė, A. [9], Dumčiuvienė, D., Meilienė, E., Snieška V. [10] ir kt.) ir užsienio (Porteris, M. E. [11], Krugmanas, P. [12], Kitsonas, M., Martinas, R., Tyleris, P. [13], Huggingsas, R., Izushis, H., Thompsonas, P. [14], Prasetyo, P.K., Setyadharma, A., Kistanti, N. R. [15] ir kt.) mokslininkų darbuose. Rakauskienė, G. ir Tamošiūnienė, R. [16] suskirstė šalies konkurencingumo raidą į tris laikotarpius.



1 pav. Šalies konkurencingumo sampratos raida XVI–XXI a. [16]

XVI–XVIII a. manyta, kad šalies konkurencingumą lemia aukso ir sidabro kiekis šalyje, ribotas šių tauriųjų metalų išvežimas iš šalies. Pasak LaHaye [17], šis laikotarpis pasižymi stipria valstybės politika ir reguliavimu užsienio prekybos klausimais.

XVII a. imta laikyti, kad konkurencingos tik tos tautos, kurių eksportas viršija importą, taip pat praplesta šalies turto sąvoka. Imta suprasti, kad šalies turtą sudaro žemė, naudingosios iškaskenos, pastatai, auginamos kultūros.

XVIII–XX a. Adamas Smitas pirmajame šiuolaikinės ekonomikos darbe – „Tautų turto prigimties ir priežasčių tyrinėjimas“ (angl. *Nature and Causis of the Wealth of Nations*) 1776 m. suformuoja klasikinės teorijos pagrindus. Teorija grindžiama laisva tarptautine prekyba tarp šalių. Autorius išskiria pagrindinius keturis veiksnius, lemiančius konkurencingumą tarp šalių, t. y. šalis, gamtiniai ištekliai ir išauginama produkcija, darbo jėga ir šalies kapitalas. Boudreaux [18] teigia, kad Davidas Ricardo 1817 m. savo knygoje „Politinės ekonomijos ir mokesčių principai“ (angl. *Priciples of Political Economy and Taxation*) pateikė konkurencingumą makrolygmeniu ir viską paaiškino remdamasis paprastu modeliu, kuriame yra dvi šalys, du produktai ir vienas veiksnys – darbas. Modelis aiškinamas taip: 1) jei viena šalis gamina santykinai pranašesnę prekę, tai prekybos šalis – partnerė – gamins santykinai kitos rūšies pranašesnę prekę; 2) šalis turės bent vieną santykinai konkurencingesnę pramonės šaką, lyginant su kita šalimi; 3) šalis negali prarasti viso santykinio pranašumo, jei kita šalis įgyja konkurencinį pranašumą pritaikydama techninius laimėjimus; 4) šalis nepajėgs demonstruoti konkurencinio pranašumo visose pramonės šakose, net jei ji diegtų visus techninius ir technologinius laimėjimus į pramonės šakas. Užsienio autorių darbuose plačiai nagrinėjimas H-O modelis dar kitaip vadinamas – Hecksher-Ohlin modeliu. H-O modelis yra papildomas kapitalo kintamasis, *kuris yra ribotas ištekliai, todėl šio modelio pritaikomumas yra ribotas*, tačiau šiuo modeliu buvo paaiškintas Leontjevo paradoksas (angl. *Leontief's paradox*).

Šalys eksportuoja produkciją, kuri yra imli darbui, o importuoja produkciją, imlią kapitalui. Voinescu ir Moisoiu [19] išskiria penkis Paul R. Krugman'o argumentus: 1) visos šalys įgyja lyginamąjį pranašumą; 2) įmonės gali bankrutuoti, kai, tuo tarpu, šalių bankrotas yra mažai tikėtinas; 3) tarptautinių įmonių konkurencija šalies viduje gali neigiamai įtakoti vidaus įmonių tarptautinį konkurencingumą; 4) ekonomikos požiūriu šalys negali konkuruoti tarpusavyje – tai gali tik įmonės; 5) tarptautinė prekyba tarp šalių yra pagrindinis konkurencijos matas, kai greitai besivystančios šalys gali parduoti pigesnius produktus geresnėmis prekybos sąlygomis. Voinescu ir Moisoiu [19], Krugmanas [20] apibrėžia, kad nacionalinė šalies gerovė ir konkurencingumas yra mikroekonominės aplinkos sąlygos ir tarptautinės prekybos apimtys. Siebertas [21] konkurencingumą mini kaip nacionalinę gerovę, kuri apima tris ekonomikos dedamąsias: 1) šalies įmonių sukuriama produktai turi būti konkurencingi tarptautinėje prekyboje, 2) šalys konkuruoja tarpusavyje dėl mobiliųjų gamybos veiksnių, 3) nemobilūs gamybos veiksniai, kaip žemos kvalifikacijos darbo jėga, labiau konkuruoja dėl pajamų lygio.

Šalių ir regionų konkurencingumui daug įtakos turi valstybių siekis tapti patrauklia vieta plėtoti verslą su adekvačia infrastruktūra, dotacijomis ir verslui palankia politika. Europos komisija konkurencingumą apibrėžia kaip ekonominę galimybę kurti, gaminti ir realizuoti prekes ir paslaugas efektyviau, vykstant globalizacijos procesams, keliant pragyvenimo lygį ir išlaikant darbo vietas. Regioninis konkurencingumas Europos Sąjungoje apibrėžiamas kaip gebėjimas pasiūlyti įmonėms ir gyventojams patrauklią ir tvarią aplinką gyventi ir dirbti. 2010 m. pradėtas naudoti ir kas trejus metus atnaujinamas regionų konkurencingumo indeksas (angl. *Regional Competitiveness Index*) (RCI) leidžia regionams stebėti ir vertinti regiono raidą. Indeksas įvertina regiono sugebėjimą kurti patrauklią aplinką, kurioje įmonės ir gyventojai norėtų gyventi ir dirbti [22]. Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (OECD) apibrėžia konkurencingumą, kaip galimybę šaliai efektyviai konkuruoti ir parduoti savo produkciją tarptautinėse rinkose, atsižvelgiant į jos konkurencinius privalumus ir trūkumus [23]. Pasaulio Ekonomikos Forumas (angl. *The World Economic Forum*) konkurencingumą apibrėžia kaip institucijų politikos ir veiksnių, kurie lemia šalies produktyvumo lygį, rinkinį [41]. Pasaulio ekonomikos forumas konkurencingumą grindžia keturiomis dedamosiomis, t. y. įgalinanti aplinka, žmogiškasis kapitalas, rinka, inovacijų ekosistema [24].

Apibendrinant konkurencingumo raidą galima pastebėti, kad pirmiausia buvo didelis dėmesys skiriamas darbo jėgos produktyvumui, vėliau konkurencingumo sąvoka plečiama aprėpiant kapitalą, darbo jėgos produktyvumą ir nematerialius kintamuosius kaip darbo jėgą, technologinius pasikeitimus ir vadybą. Greitėjant globalizacijos procesams konkurencingumą imta vertinti kaip sukaupią įmonių ir šalies patirtį [25].

1.2. Konkurencingumo lygmenys

Mokslinėje literatūroje galima rasti įvairių požiūrių į konkurencingumo sąvoką, jo modeliavimą ir matavimą. Nepaisant to, kad konkurencingumo sąvokai apibrėžti nėra prieita prie vieningos nuomonės: mokslininkai sutaria, kad konkurencingumas yra daugialypė, daugiamatė sąvoka ir ją reikia analizuoti įvairiais agregavimo lygiais. Žmuda [26], Buzzigoli ir Viviani [27] siūlo konkurencingumą analizuoti mikro (įmonės), mezo (pramonės ar klasterio) ir makro (nacionaliniu) lygmeniu.



2 pav. Konkurencingumo lygmenys [26], [27]

Balkytė ir Tvaronavičienė [28] suskirstė konkurencingumą į smulkesnius lygmenis.



3 pav. Konkurencingumo lygmenys [28]

Įmonės konkurencingumas

Išsamiausiai mikrolygmenį ar kitaip įmonės konkurencingumą nagrinėjo M. Porteris. Konkurencingumą organizacijos lygmeniu mokslininkas apibrėžė kaip įmonės gebėjimą veiksmingai konkuruoti verslo aplinkoje ir pasiekti sėkmę. Vėliau įmonės konkurencingumo koncepcija buvo plėtojama remiantis pelningumu, efektyvumu, strategija [29]. Nagrinėjant įmonių konkurencingumą labai svarbu suprasti aplinką, kuri supa įmonę, nes aplinka formuoja ir daro įtaką įmonių gebėjimui siekti strateginių tikslų [30].

Sektoriaus konkurencingumas

Sektoriaus konkurencingumas arba kitaip pramonės šakos konkurencingumas yra siejamas su pramonės šakoje veikiančių įmonių gebėjimu konkuruoti užsienio rinkose [31]. Pramonės konkurencingumas atspindi vietinės pramonės dalies augimą pasaulio eksporte. Sektorius laikomas konkurencingu tik tuomet, jei apima įmones, kurios veikia tarptautiniu mastu, atviroje rinkoje ir yra pelningos. Momya [32] teigia, kad net viešoji politika ir tarptautiniai prekybos susitarimai priklauso nuo sektoriaus konkurencingumo, todėl šis yra labai svarbus šalies konkurencingumui. Sąvoka siejama su inovacijų, produktyvumo, užsienio prekybos, veiklos ir finansiniais rodikliais.

Regiono konkurencingumas

Regiono konkurencingumo koncepciją Lietuvoje išsamiai nagrinėjo Bruneckienė ir kt. [33]: autorės regioną apibrėžia kaip ekonominės-socialinės erdvės dalį, kuris yra valstybės dalis. Lietuvoje dažniausiai regionas suprantamas kaip administracinis vienetas, pvz.: geografinis regionas arba apskrities regionas. Pasak autorių, [7] regionai vieni nuo kitų skiriasi varomosiomis jėgomis, t. y. infrastruktūra, gamtos ir žmogiškaisiais ištekliais, demografiniais ir ekonominiais skirtumais. Užsienio autorių darbuose [34] regioninis konkurencingumas apibrėžiamas kaip ilgalaikis tam tikros administracinės teritorijos klestėjimas esant vidaus ir tarptautiniai konkurencijai. Dažnai regioninis konkurencingumas priklauso nuo konkrečių pramonės šakų, kurios yra priklausomos nuo atskirų subjektų konkurencingumo, kadangi parodo bendruomenės gebėjimą kelti savo piliečių gyvenimo lygį [14].

Nacionalinis konkurencingumas

Nacionalinis konkurencingumas dažniausiai siejamas su tam tikros šalies įmonių, organizacijų ir pramonės šakų pajėgumu konkuruoti tarptautinėje – ekonominėje arenoje. Nagrinėjant mokslinę literatūrą šalies ar nacionalinis konkurencingumas dažniausiai siejamas su šiais elementais: aukštu pragyvenimo lygiu šalyje, aukštu darbo našumu, įmonių, veikiančių šalies teritorijoje, gebėjimu sėkmingai konkuruoti pasaulio rinkose.

Blokų konkurencingumas

Blokų konkurencingumo samprata apibrėžia geografinį šalių pasiskirstymą ir apima darnaus vystymosi sąvoką. Blokas laikomas atskiru konkurencingumo analizės vienetu [35]. Blokais dažnu atveju galėtume vadinti tokius valstybių darinius, kaip: Baltijos šalys, Beniliukso šalys, Skandinavijos šalys, ES, ASEAN, NAFTA.

Tarptautinis lygmuo

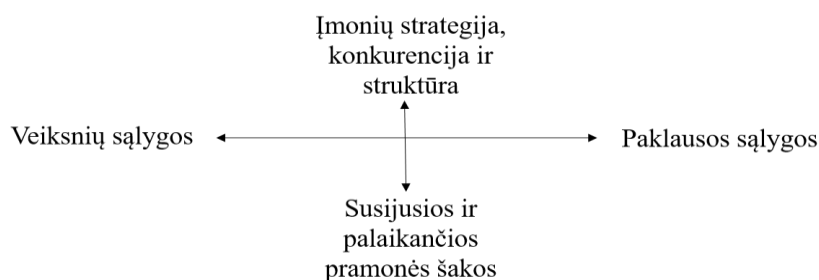
Išplėtus blokų konkurencingumo sąvoką, atsiranda tarptautinis konkurencingumas. Tarptautinis konkurencingumas apima visas šalis ir visus blokus. Tarptautinis konkurencingumas arba, kitaip pasaulinis konkurencingumas, yra sąvoka, skirta palyginti ir matuoti kaip gyvenome vakar ir kaip gyvename šiandien. Pasaulinis konkurencingumas išreiškiamas ir matuojamas gyventojų pajamų ir turto pasiskirstymu. Padidinti tarptautinį konkurencingumą – gebėti panaudoti visus išteklius.

1.3. Šalies konkurencingumo vertinimo modeliai

Konkurencingumas – daugialypė sąvoka [36]. Mokslinėje literatūroje nurodomos skirtingos konkurencingumo veiksnių grupės ar kategorijos. Dažniausiai konkurencingumo veiksniai paaiškinami per konkurencingumo vertinimo modelius, kurių literatūroje gausu. Šiame darbe apžvelgsime keletą konkurencingumo veiksnių modelių.

Deimanto modelis

Literatūroje labiausiai cituojamas ir analizuojamas Porterio „Deimanto modelis“. Autoriaus teigimu, šalių konkurencingumui daro įtaką nacionalinė bazė, kurioje veikia įmonės, kuriančios pridėtinę vertę, turtą, specialius įgūdžius, kad padidintų savo konkurencinį pranašumą. Dėl šios priežasties tampa aktualu lyginti šalis tarpusavyje, t. y. reitinguoti.



4 pav. Deimanto modelis [37]

Šiame modelyje šalies konkurencinis pranašumas priklauso nuo 4 veiksnių grupių:

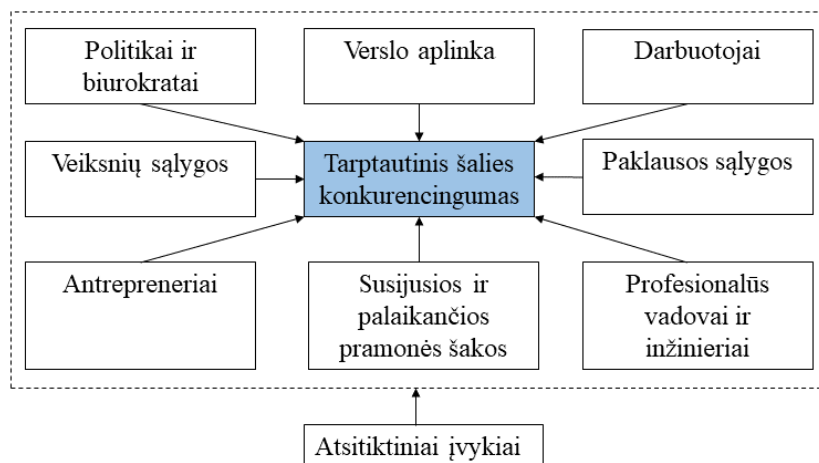
- 1) makroekonominiai veiksniai: palūkanų norma, valiutų kursai, infliacija ir kiti makroekonominiai rodikliai;
- 2) gamybos ir išteklių prieinamumo veiksniai t. y. gamybos infrastruktūros buvimas, išteklių prieinamumas konkurencingomis kainomis;
- 3) vyriausybės ir prekybos politika;

4) kultūriniai veiksniai ir darbo praktika tarp vyriausybės ir pramonės.

„Veiksnių sąlygos“ apima kapitalo ir žmogiškuosius išteklius, šalies infrastruktūrą, darbuotojų kvalifikaciją, šalies klimata. „Įmonių strategijoje, konkurencijoje ir struktūroje“ kalbama apie sąlygas, kad įmonės galėtų konkuruoti tarptautinėse rinkose, įgydamos konkurencinį pranašumą dėl valdymo praktikos. „Paklausos sąlygos“ apima vidaus rinkos struktūrą, vartotojų jautrumą kainai ir kokybei. Autorius pažymi, kad „savos“ rinkos pirkėjas gali indikuoti kitų šalių rinkų pirkėjų poreikius. Pirkėjai, turintys specifinių poreikių ir reiklūs kokybės atžvelgiu, gali skatinti įmones investuoti, kas taip pat didina šalies tarptautinį konkurencingumą.

Devynių veiksnių modelis

Devynių veiksnių modelį sudaro devynios konkurencinio pranašumo veiksnių grupės. Atsitiktiniai įvykiai priskiriami išorinių veiksnių grupei, o likusios konkurencinio pranašumo veiksnių grupės - vidinių veiksnių grupėms (žr. 5 pav.). Vidinių veiksnių grupės yra suskirstytos į du pogrupius, t. y. fizinius ir žmogiškuosius. Fiziniams veiksniams priskiriama: verslo aplinka, paklausos sąlygos, susijusios ir palaikančios pramonės šakos, veiksnių sąlygos. Žmogiškųjų veiksnių pogrupį sudaro subjektai: politikai ir biurokratai, patyrę vadovai ir inžinieriai, taip pat verslininkai, kurie turi įgūdžių valdyti ir kurti verslą. Devynių veiksnių modelis yra platesnės apimties nei prieš tai aptartas Porterio „Deimanto modelis“. Pasak autoriaus, jo sukurto modelio esmė ta, kad modelis akcentuoja ne tarpusavio konkurencingumo veiksnių sąveiką, bet yra orientuotas į atskirų žmogiškųjų veiksnių poveikį atskiroms modelio dalims [38]. Modelyje „veiksnių sąlygos“ (žr. 5 pav.) apimami tokie veiksniai: naudingosios iškaskenos, žuvininkystė, žemės ūkis, miškininkystė ir visi kiti gamtiniai ištekliai. „Verslo aplinka“ apibrėžia sukurtą infrastruktūros lygį ir galimybę kuo lengviau pradėti verslą šalyje. „Susijusios ir palaikančios pramonės šakos“ apima draudimo, finansų ir kitus paslaugų sektorius, reikalingus konkurencingumui augti. „Paklausos sąlygos“ apibrėžia rinkos dydį, jos turtingumą.



5 pav. Devynių veiksnių modelis [38]

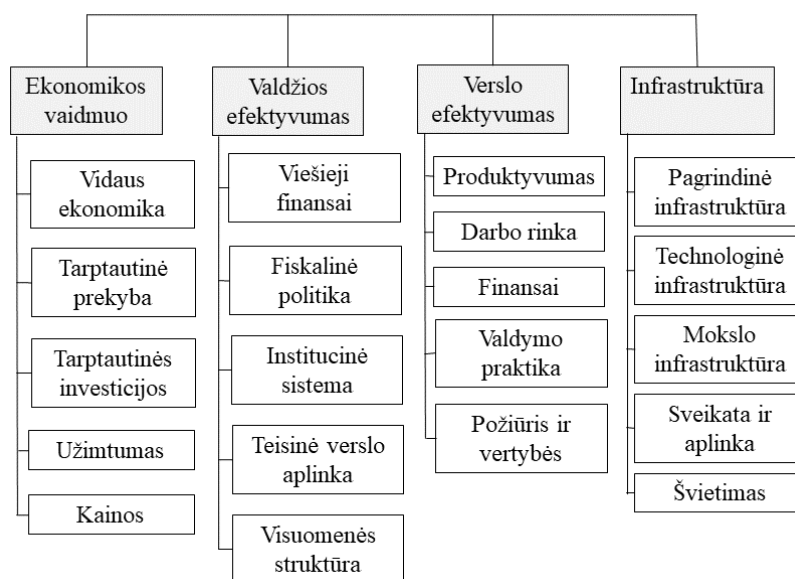
Darbuotojų veiksnių grupė apibūdinama kaip darbo jėgos faktorius, apimantis ir kokybinį vertinimą, pavyzdžiui, išsilavinimą ir patirtį. „Politikus ir biurokratus“ veikia teisės aktų leidimo ir korupcijos veiksniai. Lemiamas vaidmuo modelyje yra suteikiamas antrepreneriams, profesionaliems vadovams ir inžinieriams išlaikant šalies konkurencinį pranašumą.

Pasaulio konkurencingumo reitingas

Pasaulio konkurencingumo centro institutas, atsakingas už valdymą ir plėtrą, yra įsikūręs Šveicarijoje. Kasmet institutas išleidžia metinę ataskaitą apie pasaulio šalių konkurencingumą. Pirmą kartą metinė ataskaita buvo išleista 1989 metais. Šioje ataskaitoje yra pateikiama lyginamoji šalių analizė ir tendencijos. Šalys ataskaitoje reitinguojamos ir analizuojamos pagal tai, kaip valdo savo kompetencijas siekdamos ilgalaikio konkurencinio pranašumo.

2022 metais pasaulio konkurencingumo reitinge buvo 63 šalys. Reitingą sudarė 333 kriterijai, kurie buvo atrenkami atliekant išsamius tyrimus ir remiantis moksline literatūra. Visi kriterijai yra nuolat peržiūrimi ir atnaujinami priklausomai nuo pasaulio ekonomikos vystymosi ir naujausių mokslininkų darbų.

Pasaulio konkurencingumo indeksas sudarytas iš keturių konkurencingumo veiksmų grupių. Jas sudaro: ekonomikos vaidmuo, valdžios efektyvumas, verslo efektyvumas, infrastruktūra. Šios veiksmų grupės yra suskirstytos į penkias kategorijas. Iš viso indeksas yra sudarytas iš dvidešimt subkategorijų (žr. 6 pav.). Kiekviena kategorija turi 5 proc. svarbą skaičiuojant bendrą šalies konkurencingumo indeksą. Maksimalus indekso įvertis yra 100 balų. Remiantis statistiniais duomenimis sudaromas 2/3 bendrojo šalies konkurencingumo indekso, likusi 1/3 dalis yra sudaroma tiriant respondentų nuomones ir atliekant apklausas. Pasaulio konkurencingumo reitingas dažnai lyginamas su Pasaulio ekonomikos forumo sudarytu pasaulio konkurencingumo indeksu. Pasaulio konkurencingumo reitingo sudaryme yra apimama daugiau šalių, taip pat šis skaičiavimas labiau remiasi kokybiniais duomenimis, kai tuo tarpu Pasaulio konkurencingumo indeksas yra paremtas šalių statistiniais duomenimis [39].



6 pav. Pasaulio konkurencingumo reitingas [40]

Pasaulio konkurencingumo indeksas

1979 metais Pasaulio ekonomikos forumas išleido ataskaitą, kurioje buvo pateiktas Pasaulio konkurencingumo indekso skaičiavimas, kuriuo šalys buvo įvertintos pagal jų konkurencingumo lygį. Iki 2018 metų Pasaulio konkurencingumo indeksas leido skaičiuoti makroekonominis ir mikroekonominis konkurencingumo veiksmus [41]. Indeksą sudarė 12 konkurencingumo veiksmų, kurie buvo suskirstyti į tris subindeksų kategorijas: pagrindines, efektyvumo didinimo, inovacijų. Reitingai buvo

sudaromi atskirai pagal visus rodiklius, tačiau Pasaulio ekonomikos forumas akcentavo, kad rodikliai siejasi tarpusavyje ir veikia vienas kitą. Iki 2018 metų šalies konkurencingumo indeksui arba šalies išsivystymo lygiui nustatyti buvo remtasi dviem kriterijais. Pirmasis kriterijus apėmė šalies ekonomikos priklausomybę nuo pagrindinių gamybos veiksnių ir buvo matuojama iškastinių produktų dalis šalies eksporte. Antrasis kriterijus apėmė BVP, tenkantį vienam gyventojui, lygį. Galiausiai, konkurencingumui įvertinti tarp šalių buvo atsižvelgiama į skirtingą šalies išsivystymo lygį.

Pasaulio konkurencingumo indeksui skaičiuoti iš esmės buvo pakeista metodika po 2018 metų. Indeksą sudaro keturios rodiklių grupės: aplinka, žmogiškasis kapitalas, rinka, inovacijų sistema (žr. 7 pav.). Aplinkos rodiklių grupei priklauso institucijų, infrastruktūros, technologijų įveiklinimo ir makroekonominės aplinkos faktoriai. Rinkos rodiklių grupę sudaro produktų, darbo jėgos, finansų rinkos ir rinkos dydis. Sveikata ir išsilavinimas priklauso žmogiškojo kapitalo rodiklių grupei, o verslo dinamika ir inovacijos – inovacijų ekosistemai. Iš viso šias rodiklių grupes sudaro 98 indikatoriai, 34 iš jų yra perkelti iš iki 2018 metų naudotos metodologijos, o 64 indikatoriai sukurti naujai [42]. 44 rodiklių reikšmės gaunamos atliekant tam tikros srities aukščiausio lygio specialistų (angl. *Executive Opinion Survey*) apklausą. Atliekant apklausą, respondentų yra prašoma įvertinti tam tikros srities ekonomikos ir verslo aplinką atstovaujamoje šalyje. Vertinimas atliekamas intervalų skalėje iki 7. 54 rodiklių reikšmės yra gaunamos naudojant statistinius duomenis. Gautos rodiklių reikšmės yra normalizuojamos nuo 0 iki 100 skalėje, o apibendrintas Pasaulio konkurencingumo indekso rodiklis gaunamas apskaičiuojant visų rodiklių, tenkančių konkrečiai šaliai, aritmetinį vidurkį. Galutinis indekso rodiklis remiasi praėjusių ir einamųjų metų aritmetiniu vidurkiu, taip siekiama, kad rodiklis galėtų atspindėti ilgalaikes tendencijas ir sumažintų duomenų svyravimo riziką.



7 pav. Pasaulio konkurencingumo indeksas 4.0

Apibendrinant šiame darbe nagrinėtus konkurencingumo modelius – Deimanto modelį, Devynių veiksnių modelį, Pasaulio konkurencingumo reitingą, Pasaulio konkurencingumo indeksą – pastebėta, kad nei viename iš jų nėra įtraukta darnaus konkurencingumo sąvoka. Dėl šios priežasties toliau bus nagrinėjami du naujausi konkurencingumo vertinimo modeliai, rasti mokslinėje literatūroje.

Europos regionų darnumo konkurencingumo indeksas

Darnumas, kaip ir konkurencingumas, yra daugialypė sąvoka, kuriai išmatuoti naudojama daugybė rodiklių [43]. Europos regionų konkurencingumo indeksas buvo skirtas vertinti regiono gebėjimą pasiūlyti patrauklią vietą žmonėms gyventi, dirbti ir įmonėms plėtoti verslus [22]. Kuriant Europos re-

gionų konkurencingumo indeksą buvo įvesta 11 faktorių: F1 – institucijos, F2 – ekonominis stabilumas, F3 – infrastruktūra, F4 – sveikata, F5 – pagrindinis ugdymas, F6 – aukštasis išsilavinimas ir viso gyvenimo mokymasis, F7 – darbo rinkos efektyvumas, F8 – rinkos dydis, F9 – technologinis pasirengimas, F10 – verslo išmanymas, F11 – inovacijos. 11 faktorių yra sudaryti iš 74 atskirų veiksnių. 11 faktorių galima sugrupuoti į 3 skirtingus subindeksus [44]. Pagrindinį subindeksą sudaro faktoriai – F1–F5, efektyvumo subindeksas apima F6–F8 faktorius ir inovacijų subindekse yra faktoriai F9 – F11.

1 lentelė. RCI svorių sistema, pagal BVP vienam gyventojui

	1	2	3	4	5
	<50	[50, 75)	[75,90)	[90,110)	≥110
Pagrindas	0,35	0,3125	0,2750	0,2375	0,20
Efektyvumas	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Inovacijos	0,15	0,1875	0,225	0,2625	0,30

Pagrindinis subindeksas apima aspektus, kurie yra būtini kiekvienai ekonomikai. Antrasis, efektyvumo, subindeksas apima socialinę-ekonominę aplinką, kuri yra labiau išvystyta nei pirmojo subindekso atveju. Paskutinis – trečiasis subindeksas yra inovacijos, apimančios skaitmenizavimą ir aukštąsias technologijas. Šioje grupėje esantys regionai yra labiausiai išvystę ekonomiką. Būtina paminėti, kad ne visi veiksniai turi vienodą svorį skirtingiems regionams. Darbo jėgos ar inovacijų veiksnys turės didesnę poveikį išsivysčiusiems regionams nei mažiau išsivysčiusiems regionams. Europos regionų konkurencingumo indeksas regionus pirmiausiai išskirsto į penkias grupes pagal BVP, tenkantį vienam gyventojui (žr. 1 lentelę). 1 lentelėje pateikti regionų konkurencingumo indeksų svoriai parodo, kad silpniau išsivysčiusių regionų (esančių pirmoje grupėje) inovacijų subindeksui bus skiriamas mažesnis indekso svoris nei labai išsivysčiusių regionų (esantiems 5 grupėje).

Europos regionų konkurencingumo indeksas matuojamas visuose Europos Sąjungos šalių narių regionuose, kurių yra 268. Pavyzdžiui, Lietuva yra suskirstyta į du regionus: sostinės ir likęs šalies regionas, kaimyninė Lenkija padalyta į 17 regionų. Indeksas skaičiuojamas aritmetiniu vidurkiu ir aprašomas formulėmis:

Kiekvienam regionui skaičiuojamas konkurencingumo indeksas, r žymi regioną.

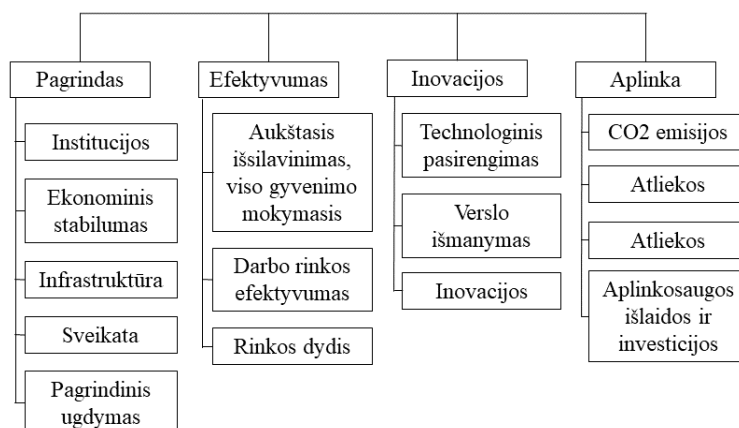
$$\begin{cases} RCI_B(r) = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 p(r, i) \\ RCI_E(r) = \frac{1}{3} \sum_{i=6}^8 p(r, i) , \\ RCI_I(r) = \frac{1}{3} \sum_{i=9}^{11} p(r, i) \end{cases} \quad (1)$$

čia $p(r, i)$, regiono r įgytas balas pagal faktorių $i, i = 1, 2, \dots, 11$.

$$RCI(r) = \omega_B RCI_B(r) + \omega_E RCI_E(r) + \omega_I RCI_I(r), \quad (2)$$

$$\omega_B + \omega_E + \omega_I = 1. \quad (3)$$

Regionų konkurencingumo indekso skaičiavimą galima pritaikyti ne tik Europos Sąjungos regionams, bet ir kituose pasaulio regionuose [45].



8 pav. Europos regiono darnumo konkurencingumo indeksas [43]

Bilbao –Terololi ir kt. (2019) pasiūlė išplėsti Regionų konkurencingumo indeksą jį papildydami nauju subfaktoriumi – aplinka (žr. 8 pav.) [43]. Mokslininkų manymu, aplinkos subfaktorius turėtų sudaryti tokie faktoriai kaip CO₂ emisija, tarša, aplinkosaugos išlaidos ir investicijos. Autoriai taip pat kelia hipotezę, kad aplinkos, kaip ir inovacijų subfaktorius, išsivysčiusiuose regionuose turėtų tą patį svorį, nes šie regionai turi daugiau resursų plėtoti švaresnes ir draugiškesnes aplinkai technologijas. Nauji Europos regionų tvarumo konkurencingumo subindeksų svoriai pateikti 2 lentelėje.

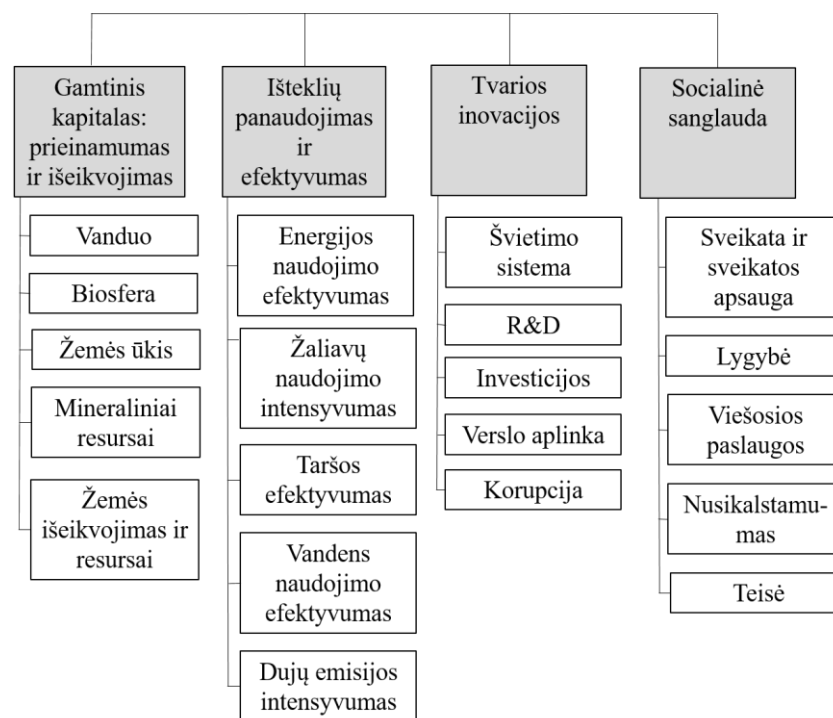
2 lentelė. RSCI svorių sistema, pagal BVP vienam gyventojui

	1	2	3	4	5
	<50	[50, 75)	[75,90)	[90,110)	≥110
Pagrindas	0,3043	0,2632	0,2245	0,1881	0,1538
Efektyvumas	0,4348	0,4211	0,4082	0,3960	0,3846
Inovacijos	0,1304	0,1579	0,1837	0,2079	0,2308
Aplinka	0,1304	0,1579	0,1837	0,2079	0,2308

Išplėstas regionų konkurencingumo indeksas nauju aplinkos subindeksu ypač aktualus aukštą išsivystymo lygį pasiekusioms valstybėms. Lietuvos ir užsienio autorių darbuose vyrauja nuomonė, kad ateityje šalys konkuruos būtent darnaus konkurencingumo kontekste.

Darnus konkurencingumo indeksas

Darnus konkurencingumo indeksas buvo sukurtas Pietų Korėjoje 2013 metais. Modelis buvo kuriamas, remiantis 4 faktoriais (žr. 9 pav.). Gamtinis kapitalas, jo prieinamumas ir išekvojimas apima visus šalies išteklius, jų turimą lygį, taip pat ir eikvojimo mastą. Išteklių panaudojimo ir efektyvumo faktorius sudarytas iš subfaktorius, kurie nusako kokius išteklius šalis naudoja, t. y. savo šalyje esamus ar importuoja, taip pat svarbu modelyje įtraukti išteklių apribojimą, nes tai turi įtakos darniam konkurencingumo indeksui.



9 pav. Darnaus konkurencingumo indeksas [46]

Tvarios inovacijos - tai šalies galimybė investuojant į naujas, tvarias technologijas, sukuriant didesnę pridėtinę vertę šalies gyventojams tapti konkurencingesne valstybe globaliose pasaulio rinkose. Socialinė sanglauda susideda iš šalies gyventojų sveikatos, lygybės, viešųjų paslaugų, saugumo ir teisės bei laisvės šalyje subfaktorių. Modelis sudarytas taip, kad atspindėtų šalies sugebėjimą kurti ir išlaikyti aplinkos darnumą. Autoriai pastebi, kad darnumo novatoriškumas ateityje lems, ar šalis bus konkurencingos tarptautinėse rinkose.

Apibendrinant išanalizuotus konkurencingumo modelius pastebėta, kad nėra vieningo modelio, pagal kurį galėtų būti matuojamas šalių – regionų – konkurencingumas. Mokslininkai mano, kad konkurencingumas yra ypatingai sudėtinga ir daugialypė sąvoka, kurią kartais tampa sudėtinga apibrėžti. Tačiau pastebima, kad evoliucionuojant žmogui ir jį supančiai aplinkai, konkurencingumo samprata ir modeliai kinta. Iš nagrinėtų modelių galima matyti, kad šiuo metu ypač aktualia tema tampa darnus konkurencingumas.

1.4. Konkurencingumą lemiantys veiksniai

Atlikta konkurencingumo raidos ir šalių konkurencingumo modelių analizė atskleidė, kad nėra vieningo susitarimo, kokie veiksniai turėtų būti įtraukiami į šalių konkurencingumo vertinimo modelį. Remiantis mokslinė literatūra šiame poskyryje pateikiamos konkurencingumą lemiančios veiksnių grupės ir jas sudarantys veiksniai, kurie vėliau bus įtraukiami į šalių konkurencingumo modelį. Autoriai – Kyenog Choe ir Brianas Robertas [47] – sugrupavo konkurencingumo veiksnius, kurie būdingi konkrečiam konkurencingumo raidos etapui (žr. 3 lentelę).

Lyginamasis pranašumas grindžiamas prekybos teorija. Daroma prielaida, kad regionai gamins ir prekiaus tomis prekėmis ir paslaugomis, kurios turi konkurencinį pranašumą prieš kitą regioną. Lyginamasis pranašumas skatina regionų specializaciją. Pasak Kyenog Choe ir Briano Roberto [47], po Antrojo pasaulinio karo kūrėsi šalių nacionalinės pramonės šakos, vystėsi specializuotas eksportas į

pasaulio rinkas. Ekonomikos konkuravo išlaikydamos mažas darbo, medžiagų, mokesčių ir infrastruktūros sąnaudas. Dažnai valstybės siekdamos išlaikyti ar didinti konkurencinį pranašumą mažindavo mokesčių tarifus ir taikydavo subsidijas infrastruktūrai.

3 lentelė. Konkurencingumo veiksniai pagal konkurencingumo raidą [47]

Lyginamasis pranašumas	Konkurencinis pranašumas	Bendradarbiavimo pranašumas
Žemės kaina	Tyrimai ir plėtra	Tinklai
Infrastruktūra	Technologijos	Pramonės klasteriai
Mokesčių sistema	Reguliavimas	Strateginiai aljansai
Darbo jėgos kaina	Darbo jėgos produktyvumas	Viešojo ir privati partnerystė
Atstumas iki žaliavų	Ilgūdžiai	Transporto intermodalumas
Transportas	Profesinė kompetencija	Pasitikėjimas ir įgalinimas
Kapitalo kaina	Gyvenimo kokybė	Atviras valdymas
Prekybos vietos	Socialinis kapitalas	„Protingos“ sistemos
Masto ekonomika	Apimtės ekonomika	

Konkurencinis pranašumas remiasi konkurenciniais veiksniais, kurie siejasi su kokybe ir našumu. Našumui didinti imta naudoti technologijas. Pradėjus didėti darbo užmokesčiui pereita prie technologijomis grįstos ir atsisakant darbui imlios gamybos. Imta manyti, kad darbo jėgos našumą lemia gyvenimo kokybė, socialinis kapitalas ir kompetencijos. Šalių vyriausybės ėmėsi atsakomybės ir pradėjo investuoti į naujų rinkų ir produktų mokslinius tyrimus, kad didintų šalių tarptautinį konkurencingumą.

Bendradarbiavimo pranašumo pagrindinis laikotarpio bruožas yra tas, kad šalys ima bendradarbiauti siekdamos išlaikyti konkurencinį pranašumą, o verslas kuria įvairius klasterius ir aljansus. Bendradarbiavimo konkurencingumo pagrindu tampa strategija ir organizacijų efektyvumas. Šiam laikotarpiui taip pat būdingas informacijos ir žinių dalijimasis tarp šalių ir įmonių.

Remiantis Geyeris [48] žaliajo verslo koncepcija makrolygmeniu **žaliąjį šalies konkurencingumą** galima apibrėžti kaip ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių veiksmų kuriamą konkurencingumą, kuris sumažina bendrą poveikį aplinkai. Šios idėjos ir mokslinio požiūrio bus laikomasi sudarant šalių konkurencingumo modelį bei sudarant veiksmų grupes.

Institucinė aplinka. Institucinės aplinkos įtaka šalies konkurencingumui yra labai svarbi ir turinti didelį poveikį. Institucinė aplinka didina visuomenės funkcionalumą, ypač ekonominį efektyvumą [49]. Tai yra nepakeičiama socialinio kapitalo dalis, kurios vaidmuo yra esminis ekonomikos augime ir ekonominės sėkmės pasiekime [50]. Korupcijos kontrolės (angl. Control of Corruption) veiksnio įtaka šalies konkurencingumui buvo tirta daugelyje empirinių tyrimų [51]. Vyriausybės efektyvumas (angl. Government effectiveness), pagrindinis aspektas, yra viešųjų paslaugų kokybė ir nepriklausomumas nuo politinio įsikišimo bei politikos formavimo ir įgyvendinimo. Politinio stabilumo veiksnys (angl. Political stability) Cohen ir kt. [52] leidžia daryti išvadą, kad jis yra svarbus darniam socialiniui ir ekonominiui vystymuisi. Reguliavimo kokybė (angl. Regulatory quality) - tai valdžios gebėjimas formuoti ir įgyvendinti patikimą politiką, leidžiančią ir skatinančią privataus sektoriaus plėtrą. Balso ir atskaitomybės veiksnį (angl. Rule of Law) Pasaulio Bankas laiko vienu iš svarbiausių valdymo aspektų kontroliuojant korupciją [53]. Korupcijos suvokimo indekso (angl. Corruption perceptions index) veiksnys įtraukiamas į WEF GCI (Global Competitiveness report). Korupcijos veiksnys didina

nelygybę ir skurdą, taip pat skatina nepasitikėjimą ir nestabilumą [54]. Visi aukščiau paminėti veiksniai yra įtraukiami į Pasaulio Banko šalių valdymo rodiklių indeksą (angl. *The Worldwide Governance Indicators*).

Makroekonominė aplinka. Makroekonominiams aplinkos veiksniais nagrinėti ir kaip jie veikia šalių konkurencingumą yra atlikta daugybė empirinių tyrimų. Dažniausiai į visus tyrimus įtraukiamas bendrojo vidaus produkto, tenkančio vienam gyventojui, veiksnys. Europos Centrinis bankas šalių konkurencingumo identifikavimui pasitelkia tiesioginių užsienio investicijų, namų ūkių vartojimo išlaidų, eksporto veiksnys. Pasaulio konkurencingumo metraščio (angl. *World Competitiveness Yearbook*) [40] makroekonominiai aplinkai apibūdinti įtraukia tokius veiksnys, kaip urbanizacija, verslumo ir skurdo lygis. Autorė, atsižvelgdama į magistro baigiamojo projekto žaliajo konkurencingumo koncepciją, makroaplinkai apibūdinti įtraukia aukštųjų technologijų eksporto ir IRT paslaugų eksporto veiksnys, kaip prisidedančius prie neigiamo poveikio aplinkai mažinimo.

Pagrindinė ir IT infrastruktūra. Moksliniai tyrimai atskleidžia, kad pagrindinė ir IT infrastruktūra yra svarbi šalies ir verslo įmonių vystymuisi. Infrastruktūra – viena iš regiono plėtros priemonių, o infrastruktūros politika yra regioninės plėtros priemonė, kuri negarantuoja regionų konkurencingumo, bet sukuria sąlygas konkurencingumo augimui [55]. Remiantis mokslinių šaltinių analize šiai grupei buvo pasirinkti veiksniai, apibūdinantys žaliajo konkurencingumo sąvoką, t. y. energijos dalis iš atsinaujinančių šaltinių ir verslo investicijos į IRT. Pastebėta, kad mokslininkų darbuose, nagrinėjančiuose tvarumą, didelis dėmesys skiriamas IT infrastruktūrai [56], tačiau literatūroje nėra gausu veiksnų, kurie apibūdintų informacinės technologijas. Remiantis Pasaulio banko, WEF, Pasaulio konkurencingumo metraščio pasiūlytais veiksniais buvo pasirinkta į žaliajo konkurencingumo modelį įtraukti šiuos veiksnys: plačiajuosčio interneto greitis, saugūs interneto serveriai, interneto naudotojų skaičius.

Inovacijos. Inovacijos yra iš esmės lemiantis veiksnys šalies tarptautinės rinkos konkurencingumo atžvilgiu [57]. Dėl konkurencijos ir inovacijų sąveikos svarbos, šie du aspektai yra nuolat nagrinėjami akademinio tyrimo srityje [55]. Technologijų specializacija yra pagrindinis veiksnys norint pasiekti tarptautinę konkurencinę galią. Tyrimais įrodyta, kad konkurencingumas yra susijęs su investicijomis į MTEP. Eksportas yra didesnis tose pramonės šakose, kuriuose yra intensyvios išlaidos į MTEP [58]. Žmogiškieji ištekliai mokslo ir technologijų srityje kuriant inovacijas yra bene svarbiausia dalis, jų veiklos rezultatu tampa išradimai, inovacijos. MTEP veiklos rezultatas, kaip pirmasis inovacijų ciklo žingsnis, yra patentų paraiškos.

Švietimas ir sveikata. Mokslinėje literatūroje gausu įrodymų, kad švietimas teigiamai veikia šalių konkurencingumą, didina darbo našumą, skatina verslumą bei inovacijų kūrimą. Švietimo veiksniai pasirinkti atsižvelgiant į WEF [59], OECD [60] išskiriamus šiuos svarbiausius veiksnys: jaunuoliai, anksti baigę mokyklą ir nesimokę toliau, studentų skaičius, aukštąjį išsilavinimą turinti populiacijos dalis, išlaidos švietimui. Europos komisija išskiria viso gyvenimo mokymosi svarbą šalių konkurencingumui. Šalių konkurencingumui taip pat teigiamą įtaką turi sveikos visuomenės dalis. Mažesnės išlaidos sveikatos apsaugai, didesnė dalis populiacijos, turinti gerą sveikatą, didina šalies produktyvumą. Gyvenimo trukmės rodiklis atspindi individo sveikatą. Oro taršos poveikio sveikatai rodiklis yra įtraukiamas į ES žaliąjį kursą, kaip vienas iš pagrindinių tikslų, kad iki 2030 m. CO₂ kiekis sumažėtų bent 55 proc. lyginat su 1990 m. lygiu.

Darbo rinka. Siekiant konkurencinio pranašumo darbo rinkos veiksnys ypač svarbus. Darbo rinkos efektyvumas ir lankstumas yra susijęs su ekonominiu naudingumu. Dechezlepretre ir Satas [61] darbo rinkai apibūdinti išskiria užimtumo lygio, rinkos dydžio, darbo našumo ir vidutinio darbo užmokesčio vienam gyventojui veiksnius. ES šalys susiduria su jaunimo nedarbo problema, o tai neigiamai veikia šalių ir visos ES konkurencingumą. Nelaimingų atsitikimų darbe dažniausios priežastys yra saugos ir sveikatos pažeidimai darbo vietoje, taip pat aplinkos apsaugos reikalavimų pažeidimai.

Klimatui neutrali aplinka. Šalys susiduria su klimato kaitos procesais. 2019 m. gruodžio 11 d. buvo pristatytas Europos žaliojo kurso planas. ES komisija paskelbė, kad šiuo planu bus pagerinta piliečių ir ateities kartų gerovė bei sveikata [62]. ES siekdama tapti klimatui neutraliu žemynu iki 2050 m. didelį dėmesį skiria atliekų perdirbimui, oro taršai. Bendrija siekia sumažinti su klimatu susijusius ekonominius nuostolius bei sutelkti pramonę siekiant švarios ir tvarios ekonomikos. Žiedinės ekonomikos vienas iš prioritetų – padidinti perdirbamų medžiagų panaudojimo rodiklį. Miško ploto augimo veiksnys į šalių konkurencingumo indeksą įtraukiamas, kaip turintis teigiamą įtaką klimato neutralumui.

Strateginė autonomija. Covid-19 pandemija sutrikdė visuomenės supratimą apie globalizaciją. Uždarius valstybių sienas ir nutrūkus prekių ir paslaugų tiekimui šalys susidūrė su iki tol nematytu deficitu, kuris skatino kainų augimą, mažino tam tikrų pramonės šakų ir, tame tarpe, valstybių konkurencingumą. 2020 m. Europos Komisija pradėjo taikyti naują sąvoką – strateginė autonomija. Strateginė autonomija reiškia strateginį savarankiškumą. Būtina sukurti atsparias tiekimo grandines, kurios būtų pagrindžiamos diversifikacija, pripažįstant, jog nėra galimybės šalyse visko pasigaminti [63]. Nors strateginė autonomija, apibūdinanti strateginį savarankiškumą, dar pakankamai nauja sąvoka ir su ja susijusios statistikos nėra, tačiau, baigiamojo magistro projekto autorės nuomone, šis veiksnys yra svarbus šalių konkurencingumui ir dėl šios priežasties yra įtraukiamas į šalių konkurencingumo modelį.

Bendradarbiavimas. Tradicinis bendradarbiavimas ir vystymosi pagalba iki šiol nedavė jokių rezultatų, nes ir šiandien susiduriama su tarptautiniu nestabilumu, badu ir skurdu. Neabejotina, kad tarptautinis bendradarbiavimas tarp šalių keičiasi. Šiuos pasikeitimus veikia kariniai konfliktai, ypač Rusijos agresija Ukrainoje, Kinijos ekonominė galia bei sveikatos, klimato, migracijos ir finansų krizės. Iš šių įvykių matyti, kad šalių bendradarbiavimas keičiasi, jau dabar matomi ženklai, kurie rodo, kad šalys persiorientuoja į vidinės ekonomikos stiprinimą ir mažina tarptautinį bendradarbiavimą. Naujasis bendradarbiavimas tarp šalių paveiks šalių konkurencingumą. Pasak Signe ir kt. [60], atsižvelgiant į besikeičiantį bendradarbiavimą tarp šalių, kuris, be jokios abejonės, keičia šalių konkurencingumą, reikėtų atkreipti dėmesį į geopolitikos, skolos – infrastruktūros ir tvarumo ryšių, grėsmės saugumui ir stabilumui veiksnius. Bendradarbiavimo veiksnys į šalių konkurencingumo modelį yra įtraukiamas, tačiau šios grupės veiksniai nėra įtraukiami į empirinį tyrimą dėl statistikos trūkumo.

1.5. Naujasis požiūris į šalies konkurencingumą: žaliasis konkurencingumas

Augant konkurencingumo sąvokos svarbai plečiasi ir sąvokos turinys. Konceptija pradėjo apimti vis daugiau veiksnių. Konkurencingumo koncepcijos evoliucija prasidėjo nuo tvirto ryšio su industrializacija, infrastruktūros plėtra, inovacijomis ir technologijomis, papildant intelektualiniu kapitalu ir kūrybinės ekonomikos bei tinklų kūrimo ir bendradarbiavimo vaidmeniu. Keičiasi konkurencingumo

sampratos akcentai bei misija. Pasak Stiglitzo [2] ir Schwabo [24], nuo grynosios ekonomikos pagrindinis dėmesys perkeliamas prie holistinio požiūrio, t. y. gerovės ir tvarumo. Ekonomikoje terminas *darnus* reiškė gamtos išteklių trūkumo nebuvimą. Pastaruoju metu šį terminą įprasta vartoti kalbant apie darnų konkurencingumą. Pirmą kartą darnaus vystymosi sąvoka paminėta 1987 m. WEF ataskaitoje „Mūsų bendra ateitis. Darnus vystymasis buvo apibrėžiamas, kaip „plėtra, kuri turi tenkinti dabartinius poreikius, tačiau tuo pačiu metu nesumažinamos ateities kartų galimybės patenkinti savo poreikius“. Vėliau darnaus vystymosi sąvoką pakeitė darnus konkurencingumas, apimantis produktyvumą, socialinį ir aplinkos tvarumą. 2020 m. WEF darnų konkurencingumą apibrėžė kaip „institucijų, politikos kryptių ir veiksmų, kurie daro įtaką tautos produktyvumui ilguoju laikotarpiu, kartu užtikrinant socialinį ir aplinkos tvarumą“. Darnus konkurencingumas skatina tautas ne tik patenkinti šiuolaikinių kartų poreikius, bet ir užtikrinti tvarų nacionalinio turto išsaugojimą bei augimą, išlaikant gamtinį ir socialinį kapitalą [59].

Atlikta konkurencingumo sampratos ir raidos literatūros analizė atskleidė, kad konkurencingumo sąvoka yra nevienalytė, kintanti su laikmečiais. Galima teigti, kad šalių konkurencingumas šiuo metu yra 4-ajame etape (žr. 4 pav.) ir apima darnų konkurencinį pranašumą. Šis etapas pasižymi šalių gebėjimu išlaikyti konkurencingumą ir produktyvumo požiūriu.



10 pav. Konkurencingumo raida

Terminas *darnus konkurencingumas* yra platesnė sąvoka ir apima ne tik ekonomiką, kuri tapatinama su produktyvumu [64]. Užsienio autoriai Thore ir Tarverdy [65] nagrinėję darnaus konkurencingumo sampratą kėlė klausimą ar įmanoma susieti konkurencingumą, socialinę gerovę ir aplinkos apsaugą. Vis daugiau tyrimų darnumą vertina, kaip tarptautinio konkurencingumo rezultata. Darnumo vaidmuo formuojant šalių konkurencingumą dažniausiai buvo analizuojamas aplinkos ir socialinio tvarumo aspektu [66]. Analizuojant mokslinę literatūrą paaiškėjo, kad daugelyje tyrimų aplinkosauginis veiksmingumas buvo įtrauktas į tarptautinio konkurencingumo vertinimo rodiklių skaičiavimą.

Sgambati ir kt. [67] įrodė, kad ryšys tarp miesto konkurencingumo ir gebėjimo spręsti ateities iššūkius kaip gebėjimas prisitaikyti prie išorės pokyčių itin svarbus kuriant konkurencinį pranašumą ir grėsmes paverčiant galimybėmis. Gyvenimo kokybės gerinimas ir darnaus vystymosi tikslai yra dominuojantys visose šalyse, o ypač ES. Dvi glaudžiai susijusios sąvokos – darnus konkurencingumas ir žaliasis konkurencingumas – kelia mokslininkams susidomėjimą. Darnus konkurencingumas apima platesnę sampratą, kurioje nagrinėjami konkurencingumo, ekonomikos, socialiniai ir aplinkosauginiai aspektai bei atsakingas valdymas, siekiant ilgalaikio ir tvaraus vystymosi. Tuo tarpu žaliasis konkurencingumas yra pirmiausia orientuotas į ekonomiką ir aplinką, skiriant ypatingą dėmesį CO₂ išmetimo mažinimui. Remiantis Porterio hipoteze manoma, kad valstybės, kurios laikosi išteklių švaistymo politikos ir atsisako aplinkosaugos standartų, nes jie yra „per brangūs“, taps nekonkurencingos [68]. Atlikti mokslininkų empiriniai tyrimai parodė, kad yra teigiamas inovacijų poveikis verslo rezultatams ir įmonių pelningumui, tačiau trūksta tyrimų, kurie įrodytų, kad šis pranašumas lemia konkurencingumo didėjimą ilguoju laikotarpiu. Politika, kuri skatina ekologišką augimą turi būti pagrįsta ekologišką augimą lemiančių veiksmų ir kompromisų supratimu [23]. Galima apibrėžti žaliąjį konkurencingumą kaip šalies gebėjimą tiekti prekes ir paslaugas, kurios patenkina žmonių poreikius ir

gerina gyvenimo kokybę, tačiau tuo pačiu metu mažina anglies dioksido išmetimą ir natūralių išteklių naudojimą. [69]. Geyeris [48] žaliojo verslo sąvoką aiškina pridėdamas „neto žalias“. Grynai žalio verslo veikla yra tuomet, jei ji sumažina bendrą poveikį aplinkai. Pritaikius sąvoką „grynai žalias“ makrolygmeniu, **žaliąją šalies konkurencingumą** galima apibrėžti kaip ekonominių, socialinių ir aplinkosauginių veiksmų kuriamą konkurencingumą, kuris sumažina bendrą poveikį aplinkai.

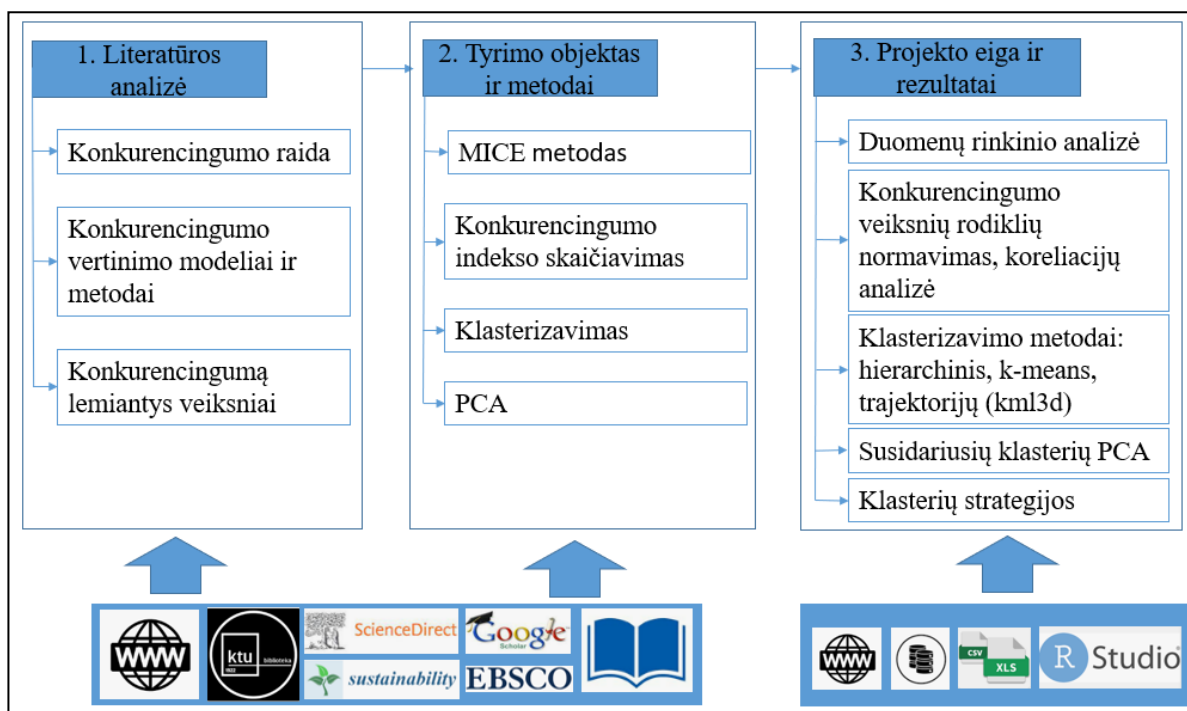
Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad šalių konkurencingumo samprata bei turinys kinta priklausomai nuo laiko. Šalių poreikis išlikti konkurencingomis dinamiškai besikeičiančiame pasaulyje didina visuomenės, mokslininkų ir politikų dėmesį konkurencingumo klausimui. Literatūroje gausu konkurencingumo vertinimo modelių, tačiau pastebėta, kad veiksniai, įtraukiami į juos, yra skirtingi. Modelių gausa ir skirtingumas tik parodo šios temos svarbą ir aktualumą. Pasaulio konkurencingumo reitingas, Pasaulio konkurencingumo indeksas, Europos regionų tvarumo indeksas ir kiti šiame darbe nagrinėti modeliai rodo, kad šalių konkurencingumas yra apskaičiuojamas indeksu. ES žaliasis klimato kursas veikia ne tik klimato klausimą, bet ir šalių konkurencingumą. Remiantis ES žaliojo kurso idėja ir mokslinė literatūra, projekto autorė sudarė šalių konkurencingumo vertinimo modelį, kurį sudaro institucinė aplinka, makroaplinka, pagrindinė ir IT infrastruktūra, inovacijos, švietimas ir sveikata, klimatui neutrali aplinka, strateginė autonomija ir bendradarbiavimas. Remiantis žaliojo konkurencingumo samprata ir atsižvelgiant į statistikos prieinamumą buvo atrinkta 50 veiksmų, kurie sugrupuoti į veiksmų rinkinius.

2. Tyrimo objektas ir metodai

Šiame baigiamojo studijų magistro projekto skyriuje pateikiama viso projekto architektūra. Pristatomi ES-24 šalių konkurencingumui įvertinti naudojami metodai, jų chronologija. Pateikiama informacija apie projekte naudotą programinę įrangą.

2.1. Projekto architektūra

Studijų magistro baigiamąjį projektą sudaro trys dalys. Pirmojoje yra atliekama mokslinės literatūros analizė, antrojoje – aprašomi tyrimui atlikti naudoti metodai ir programinė įranga. Trečiojoje dalyje – pateikiama projekto eiga ir rezultatai (žr. 11 pav.).



11 pav. Projekto architektūra

Magistro baigiamajam projektui įgyvendinti naudojama *MS Excel* ir *R Studio* programinė įranga. Pradinei duomenų matricai sutvarkyti naudojama *MS Excel* programinė įranga. *R Studio* programinė įranga skirta matematiniams skaičiavimams ir gautų rezultatų grafiniam atvaizdavimui. Naudotos šios bibliotekos: *readxl*, *janitor*, *tidyverse*, *mice*, *ggplot2*, *ggcorrplot*, *ggrepel*, *reshape2*, *klm*, *kml3d*, *NbClust*, *Factoextra*, *purrr*, *Cluster*, *plotly*, *FactoMineR*, *corrplot* ir kt.

2.2. MICE – trūkstamų reikšmių užpildymas

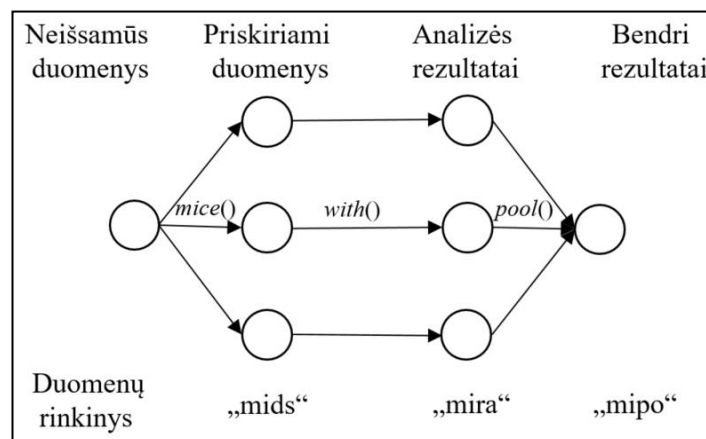
Trūkstamų reikšmių užpildymo problemą duomenų matricoje galima spręsti trūkstamas reikšmes pakeičiant vidurkiu, prognozuojant regresinės analizės metodu ar pašalinant kintamąjį iš duomenų rinkinio. Daugialypis priskyrimas (angl. *multiple imputation*) (MI) yra vienas pažangiausių trūkstamų reikšmių užpildymo metodų, kuris bus naudojamas šiame baigiamajame magistro projekte. Pagrindiniai daugkartinio priskyrimo etapai: įvestis, analizė ir apjungimas (žr. 12 pav.). Kiekvieno žingsnio rezultatai yra saugomi konkrečioje klasėje: „mids“, „mira“ ir „mipo“. Analizė pradedama nuo „stebėjimo“, neišsamaus duomenų rinkinio (duomenų rinkinys su trūkstamomis reikšmėmis) *Y* stebėjimų.

Daugkartinis priskyrimas – metodas, kuris priskiria kelias duomenų versijas, t. y. trūkstamos reikšmės yra pakeičiamos tikėtinomis duomenų reikšmėmis. Tikėtinos reikšmės yra paimamos iš sumodeliuoto skirstinio už kiekvieną trūkstamą įrašą, vadinasi, kiekviena trūkstama reikšmė turės jai priskirtą skirstinį. Tai atlieka funkcija MICE (žr. 12 pav.). Paveiksle pateikta $m = 3$ priskirti duomenų rinkiniai $Y(1), \dots, Y(3)$. Visi trys duomenų rinkiniai yra identiški ir užpildyti tikromis stebėjimų reikšmėmis, skirtumas tas, kad skiriasi tik naujai užpildytos stebėjimų reikšmės. Susidaręs skirtumas tarp naujai užpildytų stebinių tampa neapibrėžtumu, kokią reikšmę pasiimti. Daugialypiai priskirti duomenų rinkiniai saugojami „mids“ klasėje.

Antrasis žingsnis yra įvertinti Q kiekviename priskirtame duomenų rinkinyje. Tai paprasta, nes duomenų rinkiniuose nėra trūkstamų reikšmių. Modelis $Y(1), \dots, Y(m)$ yra identiškas. Įverčiai $Q^{\wedge}(1), \dots, Q^{\wedge}(m)$ skiriasi vienas nuo kito, nes duomenys rinkiniuose yra skirtingi (užpildyti nauji). Iš čia kyla neapibrėžtumas, kokią duomenų vertę pasirinkti. Šio etapo analizės rezultatai yra saugomi „mira“ klasėje.

Trečiasis žingsnis yra sujungti m įverčius $Q^{\wedge}(1), \dots, Q^{\wedge}(m)$ į vieną įvertį Q^{-} ir apskaičiuoti bei įvertinti jo dispersiją. Jei Q yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, tuomet galima apskaičiuoti vidurkį virš $Q^{\wedge}(1), \dots, Q^{\wedge}(m)$ ir apskaičiuoti dispersiją duomenų rinkinio viduje ir tarp duomenų rinkinių. Apjungimo funkcijos rezultatai yra saugomi „mipo“ klasėje.

Mice metodas pasižymi šiomis savybėmis: apskaito laiko trukmę skirtą duomenų sukūrimui, išsaugo ryšius tarp duomenų, ir tarp jų išsaugo neapibrėžtumą.



12 pav. Pagrindiniai žingsniai duomenų užpildyme su MICE [70]

Iškeliamą hipotezę, kad duomenyse nėra trūkstamų reikšmių, o Y yra dalinė atsitiktinė imtis iš daugiamačio skirstinio $P(Y|\theta)$. Daroma prielaida, kad Y daugiamačiame skirstinyje nėra trūkstamų reikšmių ir Y nurodoma kaip vektorius su nežinomais parametrais. Tada sprendžiama problema, kaip surasti daugiamačio θ pasiskirstymą. MICE algoritmas remiasi turimomis θ stebėjimų reikšmėmis iš sąlyginių skirstinių.

$$P(Y_1|Y_{-1}, \theta_1), \quad (4)$$

$$P(Y_p|Y_{-p}, \theta_p), \quad (5)$$

čia $\theta_1, \dots, \theta_p$ – sąlyginiai tankiai, kurie negali būti išreikšti kaip bendrojo skirstinio $P(Y|\theta)$ tikimybės pasiskirstymo sandauga.

Duomenų rinkinyje esančios trūkstamos reikšmės yra pradedamos užpildyti nuo marginaliųjų skirstinių, kur t -toji grandinių lygčių iteracijai naudojama Gibbs'o atranka, leidžianti užpildyti trūkstamas reikšmes.

$$\theta_1^{*(t)} \sim P(\theta_1 | Y_1^{stebėjimas}, Y_2^{(t-1)}, \dots, Y_p^{(t-1)}), \quad (6)$$

$$Y_1^{*(t)} \sim P(Y_1 | Y_1^{stebėjimas}, Y_2^{(t-1)}, \dots, Y_p^{(t-1)}, \theta_1^{*(t)}), \quad (7)$$

$$\theta_p^{*(t)} \sim P(\theta_p | Y_p^{stebėjimas}, Y_1^{(t)}, \dots, Y_{p-1}^{(t)}), \quad (8)$$

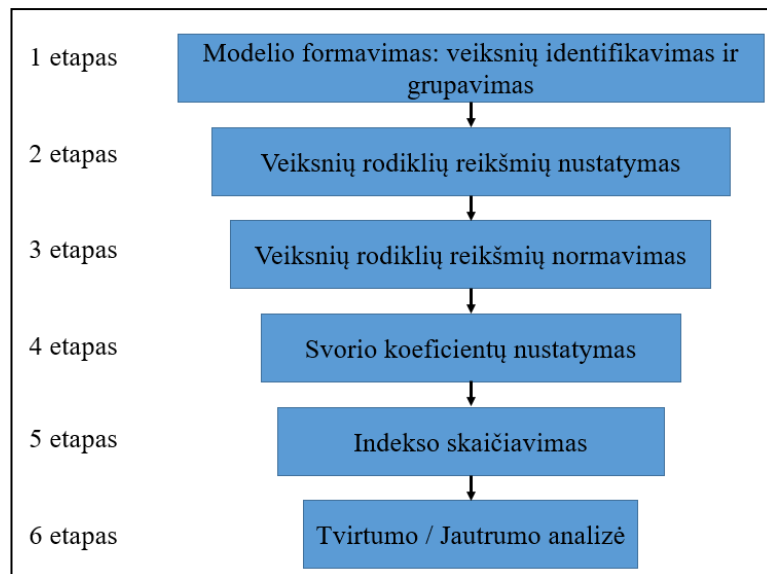
$$Y_p^{*(t)} \sim P(Y_p | Y_p^{stebėjimas}, Y_1^{(t)}, \dots, Y_{p-1}^{(t)}, \theta_p^{*(t)}). \quad (9)$$

čia $Y_j^{*(t)} = (Y_j^{stebėjimas}, Y_j^{*(t)})$ yra j -tasis užpildytas kintamasis per t -tąją iteraciją.

Būtina paminėti, kad užpildant ankstesnes trūkstamas reikšmes $Y_j^{*(t-1)}$ yra įtraukti tik į $Y_j^{*(t)}$ netiesiogiai, bet per ryšį su kitais kintamaisiais. Dėl šios priežasties konvergencija yra gana greita, skirtingai nei kitų MCMC (Markovo grandinių Monte Karlo) metodų. Literatūroje nurodoma, kad dažniausiai iteracijų skaičius yra gana mažas ir siekia 10-20 iteracijų. Šiame magistro projekte pasirinkta naudoti „pmm“ metodą (angl. *predictive mean matching*).

2.3. Indekso sudarymas – šalių konkurencingumui įvertinti

Lietuvos ir užsienio mokslininkai šalių konkurencingumą siūlo vertinti sudarant konkurencingumo indeksą. Indeksą dažnu atveju sudaro nuo kelių iki keliasdešimt kintamųjų. Indekso skaičiavimo etapai (žr. 13 pav.).



13 pav. Indekso skaičiavimo etapai [33]

1. Modelio formavimas: veiksmų identifikavimas ir grupavimas. Pirmajame etape identifikuojamos ir nustatomos veiksmų grupės, apibūdinančios konkurencingumą. Kiekvieną veiksmų grupę sudaro nuo kelių iki keliolikos subfaktorų. Vėliau veiksmų grupės apjungiamos į konkurencingumo indeksą.

2. Veiksmų rodiklių reikšmių nustatymas. Indekso skaičiavimo rezultatų tikslumas yra priklausomas nuo duomenų rinkinio kokybės. Duomenys turėtų atitikti šiuos kokybinius reikalavimus:

- 1) tinkamumas – duomenys turi reprezentuoti nagrinėjamo veiksmo grupę;
- 2) pasiekiamumas – duomenys tinkami ir prieinami visu analizuojamu laikotarpiu, visuose į analizę įtrauktuose valstybėse ar regionuose;
- 3) patikimumas – duomenys gauti iš patikimų ir tinkamų šaltinių;
- 4) aktualumas – duomenys gauti iš konkretų laikotarpį atspindinčio šaltinio;
- 5) palyginamumas – duomenys turi būti palyginami tarp šalių ar regionų.

3. Veiksmų rodiklių reikšmių normavimas. Šalių – regionų konkurencingumas yra daugiamatis ir daugialypis reiškinys, jį lemia daugybė veiksmų, kuriuos tarpusavyje yra sudėtinga palyginti. Siekiant palyginti skirtingas rodiklių reikšmes reikalingas rodiklių reikšmių normavimas. Literatūroje randama, kad dažniausiai ekonominėms problemoms spręsti ir konkurencingumo indeksui skaičiuoti naudojamas atstumo nuo maksimalios ir minimalios reikšmės normavimo metodas. Darbe siekiant atlikti teigiamos įtakos rodiklių normavimą naudosime formulę 10.

$$I_{qc}^{(+t)} = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t_0})}{\max_c(x_q^{t_0}) - \min_c(x_q^{t_0})}, \quad (10)$$

čia I_{qc}^t – normuota q-tojo rodiklio reikšmė c-tosios šalies t-tuoju laikotarpiu;
 x_{qc}^t – nenormuota q-tojo rodiklio reikšmė c-tosios šalies t-tuoju laikotarpiu.

Neigiamos įtakos rodikliams normuoti naudosime formulę 11.

$$I_{qc}^{(-t)} = 1 - \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t_0})}{\max_c(x_q^{t_0}) - \min_c(x_q^{t_0})}, \quad (11)$$

čia I_{qc}^t – normuota q-tojo rodiklio reikšmė c-tosios šalies t-tuoju laikotarpiu;
 x_{qc}^t – nenormuota q-tojo rodiklio reikšmė c-tosios šalies t-tuoju laikotarpiu.

4. Svorio koeficientų nustatymas. Skaičiuojant konkurencingumo indeksą veiksmams arba veiksmų grupėms yra suteikiami svorio koeficientai, nuo šių dydžio priklauso įtaka pačiam indeksui ir bendras indekso dydis. Dažniausiai koeficientai nustatomi remiantis autorių nuomone, ekonominiais tyrimais, valdžios institucijų nustatytais prioritetais arba matematiniais metodais. Nagrinėjant lietuvių ir užsienio autorių mokslinius darbus pastebėta, kad dažnu atveju rodikliams ar rodiklių grupėms suteikiami vienodi svorio koeficientai. Skirtingi veiksmų ar veiksmų grupių koeficientai suteikiami tuo atveju, jei nagrinėjama konkreti problema ir norima, kad konkretus veiksnys ar veiksmų grupė turėtų didesnę svorį. Šiame darbe bus naudojami vienodi svoriai, nes siekiama objektyvumo palyginimui tarp šalių. Pasak autorių [71], [72], [73], svorių suteikimas gali iškreipti rezultatus ir palyginimas tarp šalių gali tapti komplikuotas.

5. Indekso skaičiavimas. Indekso skaičiavimui sudaroma indekso skaičiavimo funkcija. Dažniausiai taikomas sumos arba kitaip adityvinis būdas.

6. Tvirtumo / Jautrumo analizė. Atliekant indekso patikimumo analizę naudojama koreliacijų analizė tarp indekso veiksnių. Atliekant analizę tarp indekso reikšmių naudojamas – Pirsono koreliacijos koeficientas, jei skaičiavimuose būtų naudojami rangai, tada skaičiuojama Kendalo koreliacija.

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}, \quad (12)$$

čia r – Pirsono koreliacijos koeficientas;

x ir y veiksnių (rodiklių) reikšmės;

n – porų skaičius.

2.4. Klasterinė analizė

Klasterinė analizė – vienas iš aprašomosios statistikos metodų, o klasterizavimas – metodas, skirtas sugrupuoti duomenis pagal jų panašumus arba skirtumus į iš anksto nežinomas grupes. Klasterinė analizė dažnai naudojama biologijoje, marketinge, miestų planavime, klimato kaitos ir ekonomikos bei socialiniuose moksluose. Klasterizavimo metodų yra daug, tačiau pastebėta, kad taikant skirtingus klasterizavimo metodus tam pačiam duomenų rinkiniui gaunamas skirtingas rezultatas. Būtent dėl šios priežasties klasterizavimas, o, ypač, gautų klasterių interpretavimas tampa sudėtinga užduotimi.

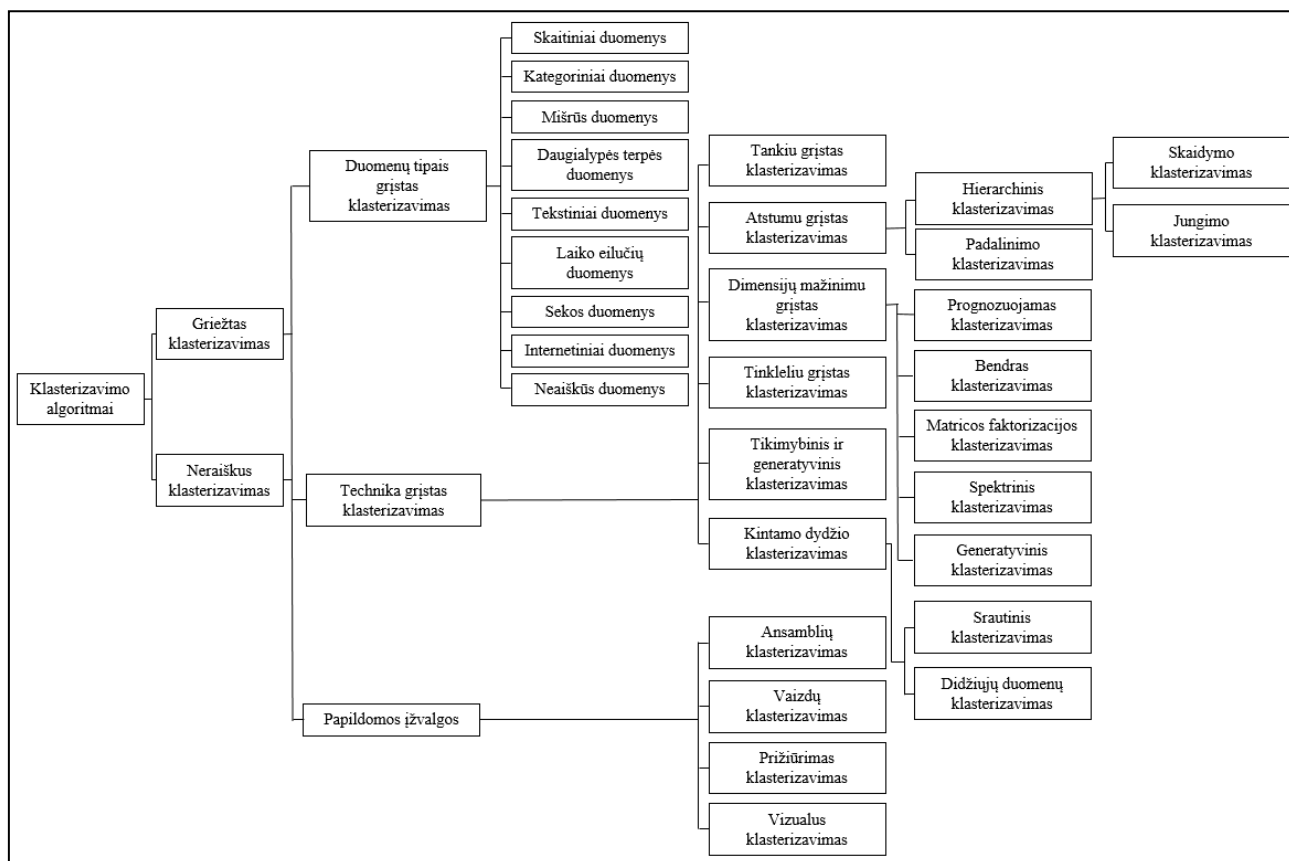
2.4.1. Klasterizavimo algoritmų klasifikavimas

Klasterizavimo metodas skirtas duomenų homogeniškumui ir skirtumams nustatyti [74]. Klasterizavimo metodo esmė – sugrupuoti duomenis į grupes ar klasterius, kad toje pačioje grupėje esantys objektai būtų labai panašūs, t. y. skirtumas klasterio viduje būtų kuo mažesnis, tačiau tarp skirtingų grupių arba klasterių skirtumai būtų kuo didesni. Klasterizavimo metodo esmė – padalinti duomenis į kuo panašesnių grupių rinkinius [75]. Bendru atveju klasterizavimo ar grupavimo struktūra gali būti aprašyta formule. S poaibių $S_1, S_2, S_3, \dots, S_k$ – tai reiškia, kad bet kuris atvejis S ($S_1, \dots, S_k$) priklauso tiksliai vienam ir nepriklauso jokiame kitam poaibiui.

$$S_1 \cap S_2 \cap S_3, \dots, S_k = \emptyset. \quad (13)$$

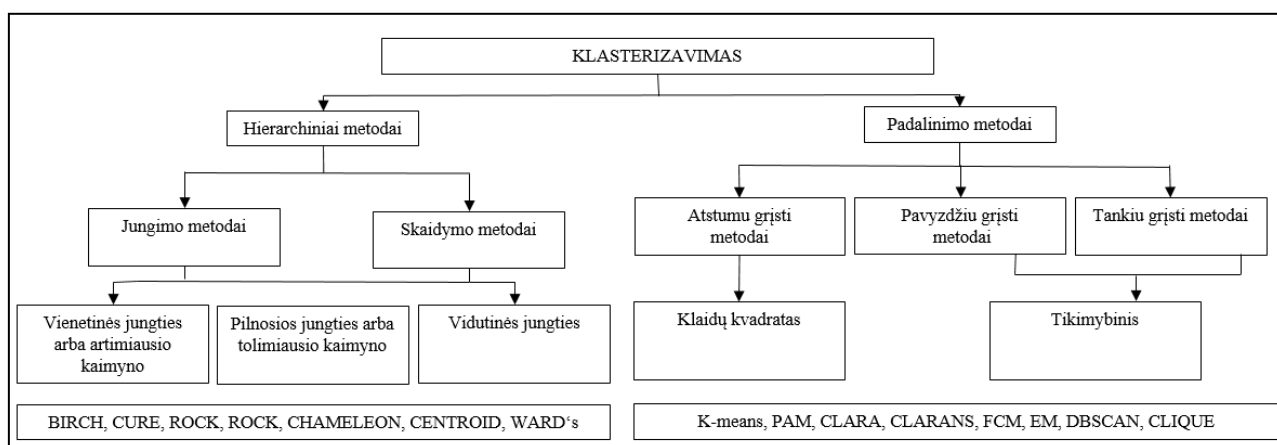
Metodas dažnu atveju naudojamas informacijos, taisyklių ir modelių gavimui bei atpažinimui, mašiniam mokymuisi ir vaizdų analizei. Klasterizavimo metodai taikomi daugelyje mokslo sričių: socialiniuose, gamtos, medicinos, informatikos, politikos mokslo šakose. Būtina paminėti, kad analizuojamas metodas gali būti pritaikytas tarpiniams tyrimo žingsniams atlikti, kaip pvz.: klientų segmentavimui, duomenų apibendrinimui, tendencijų aptikimui, medicininei diagnostikai, socialinių tinklų ir tekstinei analizei atlikti. Dėl šios priežasties klasterizavimo metodai dažnai grupuojami, (žr. 14 pav.). Klasterizavimas ir klasterių interpretavimas yra sudėtinga klasterinės analizės problema ir tai priklauso nuo kelių veiksnių, pvz. taikomo metodo, duomenų imties sudėtingumo, vektorių sklaidos [76]. Analizuojant mokslinę literatūrą pastebėta, kad klasterizavimo algoritmai dažnu atveju yra klasifikuojami skirtingai. Vieni mokslininkai linkę algoritmus klasifikuoti suskirstant metodus į

smulkias grupes, kiti, anaip tol, išskiria tik pagrindines metodų grupes.



14 pav. Klasterizavimo algoritmų klasifikavimas [77]

Populiariausi ir plačiausiai socialinių ir ekonominių mokslų tyrimuose dažniausiai taikomi hierarchiniai ir padalinimo klasterizavimo metodai, jų klasifikacija pateikiama 15 paveiksle.

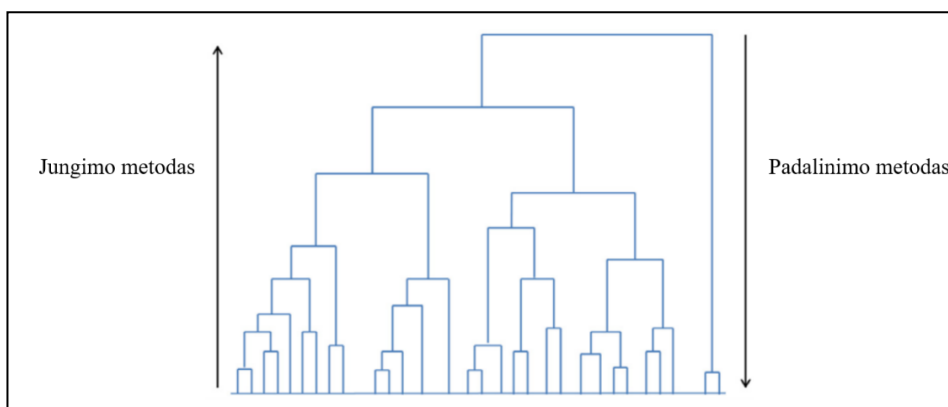


15 pav. Populiariausių klasterizavimo metodų klasifikacija [78]

Baigiamajame magistro projekte naudojami hierarchiniai, padalinimo ir trajektorijų klasterizavimo metodai.

2.4.2. Hierarchiniai klasterizavimo metodai

Hierarchiniai klasterizavimo metodai dažniausiai skaidomi į du pogrupius: tai jungimo ir skaidymo metodai. Jungimo metodo esmė – apjungti objektus, turinčius panašius požymius, pradedant nuo vieno objekto ir jungiant vis į didesnes grupes, kol sudaromi klasteriai ir yra įvykdomos nutraukimo sąlygos. Skaidymo metodo esmė yra visiškai priešinga jungimo metodui. Skaidymo metodas veikia skaidant duomenų klasterį į mažesnius klasterius, kol įvykdomos nutraukimo sąlygos. Mokslinėje literatūroje, dažnu atveju, skaidymo metodas dar vadinamas iš „viršaus į apačią“, o jungimo – „iš apačios į viršų“ metodu. Taikant hierarchinius metodus susidaro dendogramos (žr. 16 pav.).



16 pav. Hierarchinis klasterizavimo metodas. Dendograma [78]

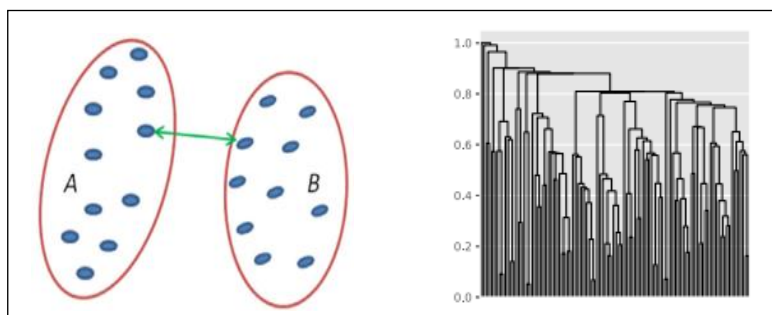
Hierarchinių klasterizavimo metodų trūkumas, kad skaičiavimams yra naudojama atstumų matrica – dėl šios priežasties metodas netaikomas didelėms duomenų aibėms klasterizuoti. Pasak Bilevičienės ir kt., hierarchinio klasterizavimo metodo taikymo reikėtų atsakyti, kai $n > 200$, čia n - klasterizuojamų objektų skaičius [74]. Kiti mokslininkai pažymi, kad pagrindinis metodo trūkumas yra skaičiavimo ilgumas, kuris yra proporcingas n^2 [79]. Hierarchiniai klasterizavimo metodai gali būti sugrupuoti pagal panašumo matavimus.

Vienetinės jungties arba artimiausio kaimyno klasterizavimo metodas

Atstumas tarp dviejų klasterių nustatomas kaip atstumas tarp vienos elementų poros (poros elementai priklauso skirtingiems klasteriams) pagal artimiausią atstumą, (žr. 17 pav.). Atstumas tarp dviejų klasterių u ir v yra mažiausias atstumas tarp kiekvienos poros objekto, aprašomas formule:

$$u[i], v[j], \quad (14)$$

$$\text{čia } D(u, v) = \min_{(i,j)} \{D(u[i], v[j])\}$$



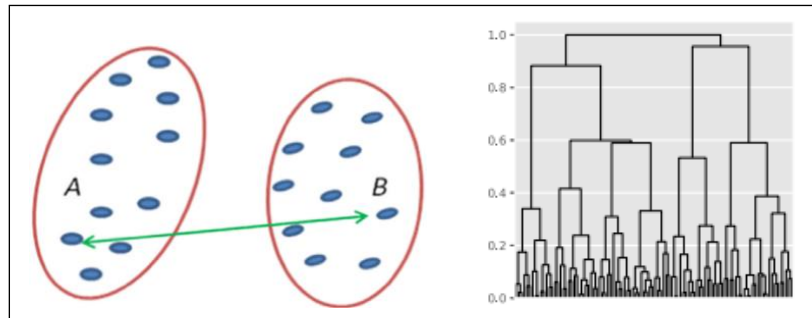
17 pav. Vienetinės jungties klasterizavimas [78], [76]

Pilnosios jungties arba tolimiausio kaimyno klasterizavimo metodas

Atstumas tarp dviejų klasterių nustatomas kaip maksimalus atstumas tarp vienos poros elementų (poros elementai priklauso skirtingiems klasteriams) pagal tolimiausią atstumą (žr. 18 pav.). Atstumas tarp dviejų klasterių u ir v yra didžiausias atstumas tarp kiekvienos poros objekto, aprašomas formule:

$$u[i], v[j], \quad (15)$$

$$\text{čia } D(u, v) = \max_{(i,j)} \{D(u[i], v[j])\}.$$



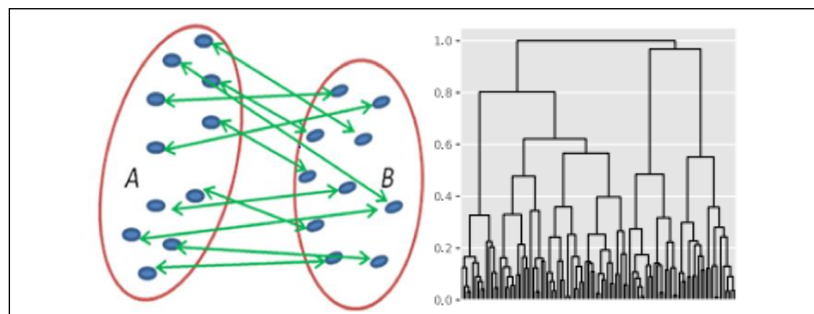
18 pav. Pilnos jungties klasterizavimas [78], [76]

Vidutinės jungties klasterizavimo metodas

Vidutinės jungties klasterizavimo metodas apibrėžiamas kaip visų galimų klasterio objektų porų tarpusavio atstumas. Dažnu atveju šis metodas yra pranašesnis už prieš tai aprašytus vienetinės jungties ar pilnos jungties klasterizavimo metodus, nes yra naudojama informacija apie atstumus tarp visų klasterio porų, o ne tik apie artimiausią ar tolimiausią. Atstumas tarp dviejų klasterių u ir v yra vidurkio atstumas tarp kiekvienos poros objekto, aprašomas formule:

$$u[i], v[j], \quad (16)$$

$$\text{čia } D(u, v) = \sum_{ij} \frac{D(u[i], v[j])}{|u||v|}.$$



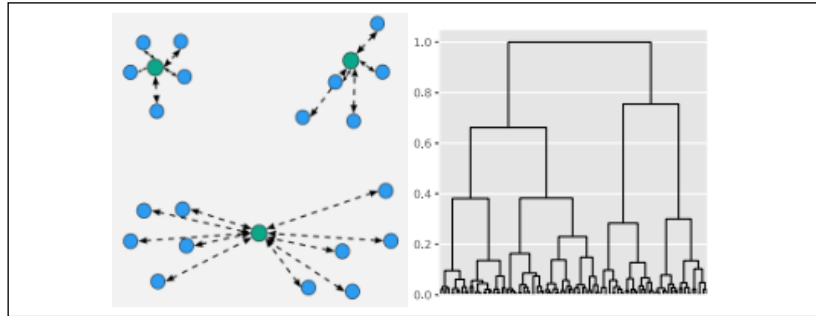
19 pav. Vidutinės jungties klasterizavimo metodas [80], [76]

Vordo klasterizavimo metodas

Vordo klasterizavimo metodas yra vienintelis hierarchinis klasterizavimo metodas, kuris remiasi klasikinio kvadratų sumos kriterijumi, taip suskirstydamas objektus į klasterius, kad klasterio viduje būtų sumažinta dispersija.

$$D(u, v) = \sqrt{\frac{|v|+|s|}{T} D(v, s)^2 + \frac{|v|+|t|}{T} D(v, t)^2 - \frac{|v|}{T} D(s, t)^2}, \quad (17)$$

čia $T = |v| + |s| + |t|$.



20 pav. Vordo klasterizavimo metodas [76], [80]

Atstumo parinkimas klasterinėje analizėje yra vienas svarbiausių uždavinių, nes nuo šio mato priklauso panašumo ar skirtumo grupavimas į klasterius. Nors dažniausiai praktikoje sutinkami euklidinio atstumo naudojimo atvejai, būtina paminėti, kad įvertinant nagrinėjamus duomenis gali būti pasirenkami ir šie atstumo matai: Minkovskio, Čebyševio, Kosinuso, Manchateno, Pirsono koreliacijos koeficientas, Euklido atstumo kvadratas [74].

k-vidurkių klasterizavimo metodas

Dažniausiai mokslinėje literatūroje aprašomas ir taikomas k-vidurkių klasterizavimo metodas. Metodas veikia k centroidų sukūrimo principu, kai k atitinka klasterių n reikšmių vidurkį, kai $k < n$. Tada funkcija vis tikrina, kuriam klasteriui koks objektas turėtų būti priskirtas, ir kur turėtų būti patys klasterių centrai. Objektų skirstymuisi stabilizavusis gaunamas klasteris. Tikslo funkcija J gaunama, kai:

$$\text{Minimize } J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i^{(j)} - c_j\|^2, \quad (18)$$

čia $\|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ yra pasirinktas atstumų matas tarp klasterių $x_i^{(j)}$ ir klasterio centrų c_j .

Kaip pagrindinis trūkumas k-vidurkių klasterizavimo metodo yra įvardijimas jautrumas išskirtims, reikia nurodyti pageidaujamą klasterių skaičių ir jų pradinius centrus, nėra tinkami skirtingo dydžio ir tankio klasteriams [81].

2.4.3. Trajektorijų klasterizavimas naudojant klm3d algoritmą

KmL ir KmL3d – tai nauji metodai, skirti analizuoti tęstinius (angl. *longitudinal*) duomenis. Šie metodai naudoja klasterizavimo metodą, paremtą k-vidurkių algoritmu. Algoritmas yra įdiegtas R programinėje įrangoje. Algoritmas aprašomas taip:

tegul S yra n subjektų aibė. Kiekvienam subjektui m rezultato kintamieji $Y_{...A}, Y_{...B}, \dots, Y_{..N}$ matuojamas t skirtingu laiku. $Y_{...A}$ laikoma viena kintamojo trajektorija. Tuo pačiu momentu nagrinėjamos kelios kintamųjų trajektorijos $Y_{...A}, Y_{...B}, \dots, Y_{..N}$ yra vadinamos bendrosiomis kintamųjų trajektorijomis. Subjekto i atveju reikšmė $Y_{...A}$ laike j yra žymima y_{ijA} . Seka $y_{i,A} = (y_{i1A}, y_{i2A}, \dots, y_{itA})$ vadinama – trajektorija. Kelios pavienės trajektorijos yra vadinamos bendrosiomis kintamųjų trajektorijomis:

$$y_i = \begin{pmatrix} y_{iA} \\ y_{iB} \\ \dots \\ y_{iN} \end{pmatrix}, \quad (19)$$

čia y_i gali būti apibrėžiama kaip matrica.

$$y_i = \begin{pmatrix} y_{i1A} & y_{i2A} & \dots & y_{itA} \\ y_{i1B} & y_{i2B} & \dots & y_{itB} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{i1N} & y_{i2N} & \dots & y_{itN} \end{pmatrix}, \quad (20)$$

čia eilė yra viena kintamųjų trajektorija. Jeigu j yra fiksuotas, seka vadinama individo būseną laike j stulpelis matricos y_i .

$$y_{ij} = \begin{pmatrix} y_{ijA} \\ y_{ijB} \\ \dots \\ y_{ijN} \end{pmatrix}. \quad (21)$$

Pagrindinis klasterizavimo tikslas yra padalinti S aibę į k homogeninius pogrupius.

Atstumo tarp trajektorijų nustatymas

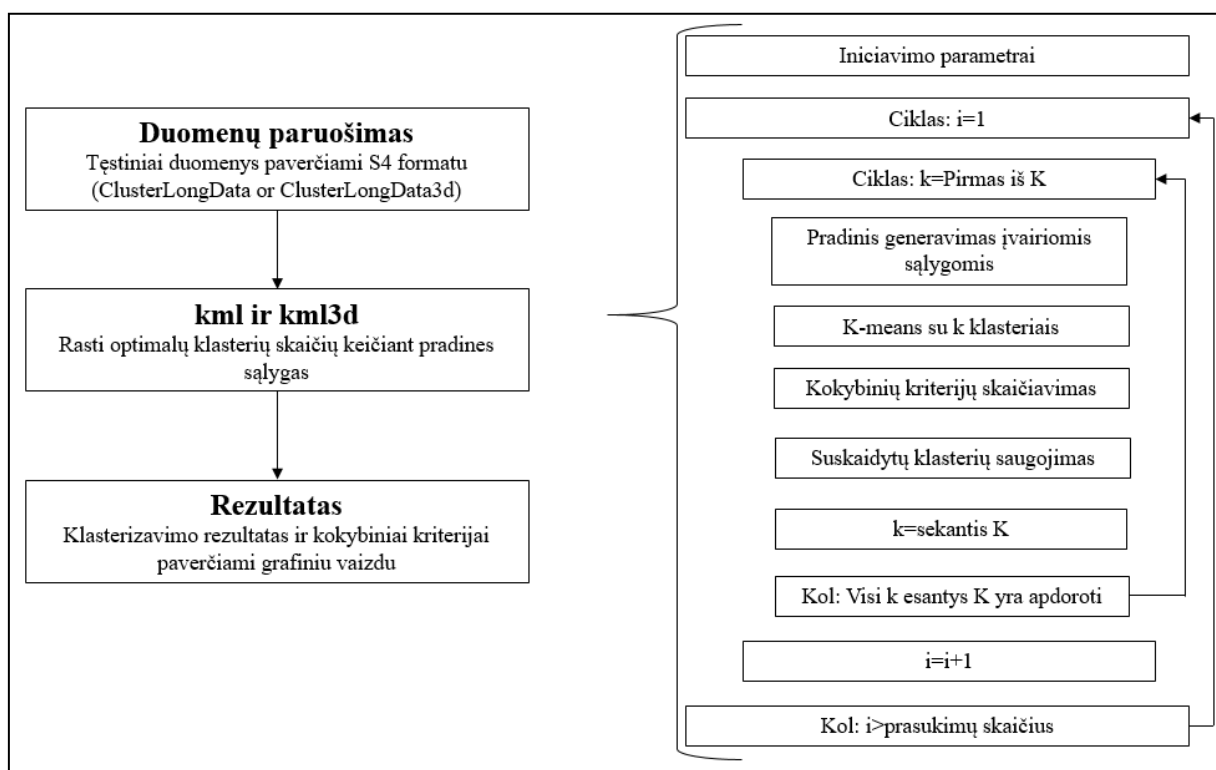
K-vidurkių naudojami metriniai atstumo matai: Euklido, Manheteno, Minkovskio ir daugelio kitų. Analizuojant tęstinius duomenis susiduriama su klausimu, kokiais atstumo matais remtis, kai dirbama su bendrosiomis kintamųjų trajektorijomis. Dviejų individų $y_{1...}$, ir $y_{2...}$, bendra trajektorija siekiama apibrėžti atstumą $d(y_{1...}, y_{2...})$ tarp $(y_{1...}, \text{ ir } y_{2...})$ kitaip tariant, tai yra atstumai tarp dviejų matricų. Pirmiausia, reikia apskaičiuoti atstumus tarp dviejų matricų j stulpelių porų. Antra, apskaičiuojami atstumai tarp dviejų matricų eilučių porų m . Gauti atstumai sujungiami naudojant funkciją, kuri sujungia linijų atstumus. Rezultatas yra t atstumų vektorius.

$$(d_1(y_{11}, y_{21}), d_2(y_{12}, y_{22}), \dots, d_t(y_{1t}, y_{2t})). \quad (22)$$

Tada t sujungiamas normuojant atstumų vektorių. Atstumas tarp $y_{1...}$, ir $y_{2...}$, yra aprašomas.

$$d(y_1, \dots, y_{2t}) = \|(d_1(y_{11}, y_{21}), d_2(y_{12}, y_{22}), \dots, d_t(y_{1t}, y_{2t}))\|. \quad (23)$$

kml ir kml3d programiniame pakete yra naudojamas euklidinis atstumas pagal nutylėjimą, tačiau čia gali būti naudojami maksimalus, Manheteno, Camberos, Binarus, Minkovskio ir Frechet atstumai.



21 pav. kml ir kml3d klasterizavimo algoritmai [82]

Vienas iš kml ir kml3d klasterizavimo algoritmų pranašumų yra tai, kad yra įsimenamos visos rastos klasterių grupės. S4 duomenų formatas – tai struktūrizuoti duomenys *ClusterLongData* ir *ClusterLongData3d*. Pavyzdžiui, *ClusterLongData* turi du pagrindinius laukus: “traj”, kuriame saugomos trajektorijos ir “cluster”, kuriame yra visų klasterių sąrašas. R pakete tai atlieka funkcija *cld()*.

Numatytieji kml ir kml3d algoritmai paleidžia k-vidurkių metodą, padalydami duomenų rinkinį į $k=2,3,4,5,6$, kiekvieną prasukant po 20 iteracijų. Gauti klasterizavimo rezultatai ir kokybiniai kriterijai yra eksportuojami į atskirus failus.

2.4.4. Klasterizavimo rezultatų validacija

Klasterizavimo rezultatų validacija – viena iš problemų, su kuria susiduriama taikant klasterizavimo metodus. Galima taikyti įvairias procedūras ir kriterijus validuojant klasterizavimo rezultatus. Literatūroje [83] išskiriama, kad klasterizavimo rezultatų validacija padeda nustatyti optimalų klasterių skaičių, klasterizavimo metodus ir taikytinus parametrus, įvertinti klasterizavimosi tendencijas, gautų klasterių kokybę. Klasterizavimo rezultatų validacija gali būti skirstoma į 2 grupes: vidinę validaciją (naudoja tik vidinę informaciją) ir išorinę validaciją (gautiems klasterizavimo rezultatams pagrįsti naudojama išorinė informacija). Šiame magistro baigiamajame projekte klasterizavimo rezultatai patvirtinami vidine validacija. Optimalus klasterių skaičiaus nustatymas yra gana subjektyvus veiksmas, dažnu atveju taikomos statistikos ar metodai priklauso nuo pasirinkto klasterizavimo metodo. Toliau pateiktos statistikos ar kriterijai, kurie naudojami magistro baigiamajame projekte: Atotrūkio statistika, alkūnės metodas, silueto koeficientas ir Bajeso informacinis kriterijus – jie naudoti k-vidurkių

ir hierarchiniui klasterizavimo metodui. Hierarchiniui klasterizavimo metodui dar taikomas grafinis vaizdavimas – dendograma. Kml ir kml3d metodams optimaliam klasterių skaičiui nustatyti yra taikoma: Calinski ir Harabatzio, Ray ir Turi bei Davieso ir Bouldini kriterijai.

Atotrūkio statistika

$$Gap_n(k) = E_n(\log W_k) - \log W_k, \quad (24)$$

čia W_k – klasterio kompaktiškumo matas, apibūdinantis klasterio viduje esančią kvadratinių klaidų sumą;

E_n – lūkesčiai pagal n dydį iš ataskaitinio skirstinio.

Alkūnės metodas

Optimalaus klasterių skaičiaus nustatymo metodas labiausiai paplitęs ir dažniausiai naudojamas. Metodas paremtas vidinių kvadratinių klaidų apskaičiavimu prie skirtingų klasterių skaičiaus. Pasirenkamas tas klasterių skaičius, kurio vidinių kvadratinių klaidų pokytis pirmiausia pradeda mažėti.

Silueto koeficientas

$$S_{(i)} = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}, \quad (25)$$

čia $b(i)$ – mažiausias vidutinis taško i atstumas iki bet kurio kito klasterio taško tame pačiame klasteryje;

$a(i)$ – vidutinis i atstumas nuo kitų klasterio taškų, kai i klasteriui nepriklauso.

Bajeso informacinis kriterijus

$$BIC = (k * \ln(n)) - (2\ln(L)), \quad (26)$$

čia L – maksimali modelio tikimybės funkcijos reikšmė;

k – parametrų skaičius;

n – įrašų skaičius.

Dendograma

Dendograma- tai hierarchiniam klasterizavimo metodui taikoma grafinė vaizdavimo forma. Kiekvienas klasterio taškas laikomas atskiru klasteriu, o taškai pradedami sujungti su klasteriais hierarchiniu būdu atsižvelgiant į atstumus tarp atskirų taškų - klasterių. Dendogramoje galime matyti klasterių sujungimo arba padalijimo sekas.

Calinski – Harabasz'o indeksas

$$c(k) = \frac{Trace(B)n-k}{Trace(W)k-1}, \quad (27)$$

čia B – dispersijos matrica;

W – dispersijos matrica klasterio viduje;

n – individų skaičius;

k – grupių skaičius.

Ray ir Turi kriterijus

$$r(k) = \frac{DW}{DB}, \quad (28)$$

čia DW – atstumas klasterio viduje ($\sum_i$ atstumas (i (centro(i)));

DB – atstumas $DB = \min_{i \neq j}$ atstumas (centro(i), centro(j)).

Davieso ir Bouldino kriterijus

$$d(k) = \text{Mean} \left(\text{Proximity} \left(\text{cluster}(i), (\text{cluster}(j)) \right) \right), \quad (29)$$

čia atstumas (i, j) = (atstumas klasterio viduje(i) + atstumas klasterio viduje(j)) / (atstumas tarp klasterių(i, j)).

Pastaba. Kml3D klasterizavimo metode naudojama metrika – klasterio viduje skaičiuojamas vidutinis atstumas iki klasterio centro ir skaičiuojamas atstumas tarp klasterių [82].

2.5. Pagrindinių komponentių analizė

Pagrindinių komponentių analizė (PCA) – statistinis metodas. Šis metodas įprastai naudojamas daugiačių duomenų dimensijų mažinimui kitaip dar vadinamas tiesine duomenų transformacija. PCA metodo esmė – rasti kryptį, kur dispersija būtų didžiausia, t. y. maksimizuoti kintamųjų tiesines kombinantes.

PCA pirmoji pagrindinė komponentė apibrėžiama, kaip dvimatis atsitiktinis dydis,

$$X = (x_1, \dots, x_d)^T, \quad (30)$$

Tiesinė kombinacija,

$$a_1^T X, \quad (31)$$

čia a_1 dispersija maksimali pagal visus vektorius

$$\|a_1\|=1. \quad (32)$$

PCA antroji komponentė apibrėžiama, kaip tiesinė kombinacija,

$$a_2^T X, \quad (33)$$

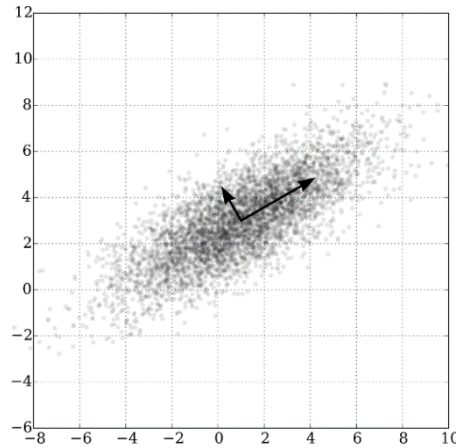
čia a_2 parenkama, kad antrosios pagrindinės komponentės dispersija būtų maksimali pagal vektorius,

$$\|a_2\| = 1. \quad (34)$$

Pagrindinės komponentės – tiesinės kombinacijos –

$$a_1^T X, \dots, a_d^T X, \quad (35)$$

Pagrindinių komponentių vektoriai arba pagrindinių komponentių kryptys – $a_1, \dots, a_d$.



22 pav. Pirmoji ir antroji komponentės sklaidos diagramoje [84]

Pagrindinių komponentių paieška

Stebėjimai aprašomi n -mačiu vektoriumi $(x_1, \dots, x_n)$, šie duomenys yra išsibarstę apie savo vidurkį (naudojamas paslinktasis vidurkis),

$$Mx = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n x_k. \quad (36)$$

Vienmačiu atveju sklaida apie vidurkį charakterizuojama – dispersija. Daugiamačiu atveju – **kovariacijų matrica**.

$$\Sigma = M[(x - Mx)(x - Mx)^T], \quad (37)$$

Kovariacijos matricos pagrindinės savybės.

Kovariacijų matricos pagrindinės įstrižainės elementai yra vektoriaus komponentių dispersijos. Komponentės x_i dispersija

$$\sigma_{ii} = cov(x_i, x_i) = var(x_i), \quad (38)$$

Tiesinį ryšį tarp komponentių x_i ir x_j parodo likusieji matricos Σ elementai:

$$\sigma_{ij} = cov(x_i, x_j), \quad (39)$$

Kovariacijų matrica Σ yra simetrinė. Kovariacijos reikšmė pažymi ryšį tarp komponentių x_i ir x_j , kuo kovariacijos reikšmė didesnė, tuo ryšys tarp komponentių stipresnis. Vadinasi, x_j komponentė yra pašalinė, ji neatskleidžia informacijos.

Taikant PCA analizės metodą atliekamas **Kaiser'io – Meyer'io – Oklin'o (KMO) testas**. Testo rezultatas yra koreliacinės matricos tinkamumo PCA analizei matas. Šis matas skirtas nustatyti ar kintamuosius galima sumažinti iki mažesnio pagrindinių veiksnių skaičiaus. KMO reikšmės svyruoja intervale nuo 0 iki 1. $KMO > 0,6$ rodo tinkamą koreliacijos matricą faktorių analizei.

$$MO_j = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} u_i'} \quad (40)$$

čia $R = [r_{ij}]$ koreliacijų matrica;

$U = [u_{ij}]$ dalinė kovariacijų matrica.

Kartu su **Kaiser'io – Meyer'io – Oklin'o (KMO) testu** dažnai atliekamas ir **Bartletto sferiškumo testas**, vertinantis koreliacinės matricos tinkamumą PCA analizei. Bartletto testas naudojamas norint ištirti nulinę hipotezę, kad kintamųjų aibės koreliacijos matrica yra tapatumo matrica. Tapatumo matrica apibrėžiama kaip matrica, kurios įstrižainėje yra 1, o kitur 0. Jei atmetama nulinė hipotezė, vadinasi, koreliacijos matrica turi reikšmingų koreliacijų ir yra tinkama faktorinei analizei.

2.6. Ilgio ir krypties tarp dviejų kintamųjų nustatymas

Tarp dviejų kintamųjų ilgio ir krypties nustatymui naudojami matematiniai metodai: Minkovskio, Čebyševio, Manchateno atstumai, tačiau konkurencingumo problematiką analizuojančioje literatūroje dažniausiai naudojamas Euklido atstumo metodas (žr. 41 formulę).

$$d(X, Y) = \|X - Y\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2}, \quad (41)$$

čia m – požymių matas.

Analizuojamų rodiklių pokyčių tempui apskaičiuoti naudosime dinamikos analizę. Skačiuosime rodiklių pokyčius skirtingais laikotarpiais (žr. 42 formulę).

$$\Delta X = \frac{(X_t - X_{t-1})}{X_{t-1}}, \quad (42)$$

čia X – rodiklio reikšmė;

t – laikotarpis.

Vidutinio metinio rodiklio pokyčio tempo skaičiavimui atlikti naudosime aritmetinio vidurkio formulę (žr. 43 formulę).

$$M(x) = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (43)$$

čia n – reikšmių skaičius;

x_i – atsitiktinio dydžio reikšmės.

Kintamųjų tarpusavio ryšys nustatomas Pirsono koreliacijos koeficientu.

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}, \quad (44)$$

čia r – Pirsono koreliacijos koeficientas;

x ir y veiksnių (rodiklių) reikšmės;

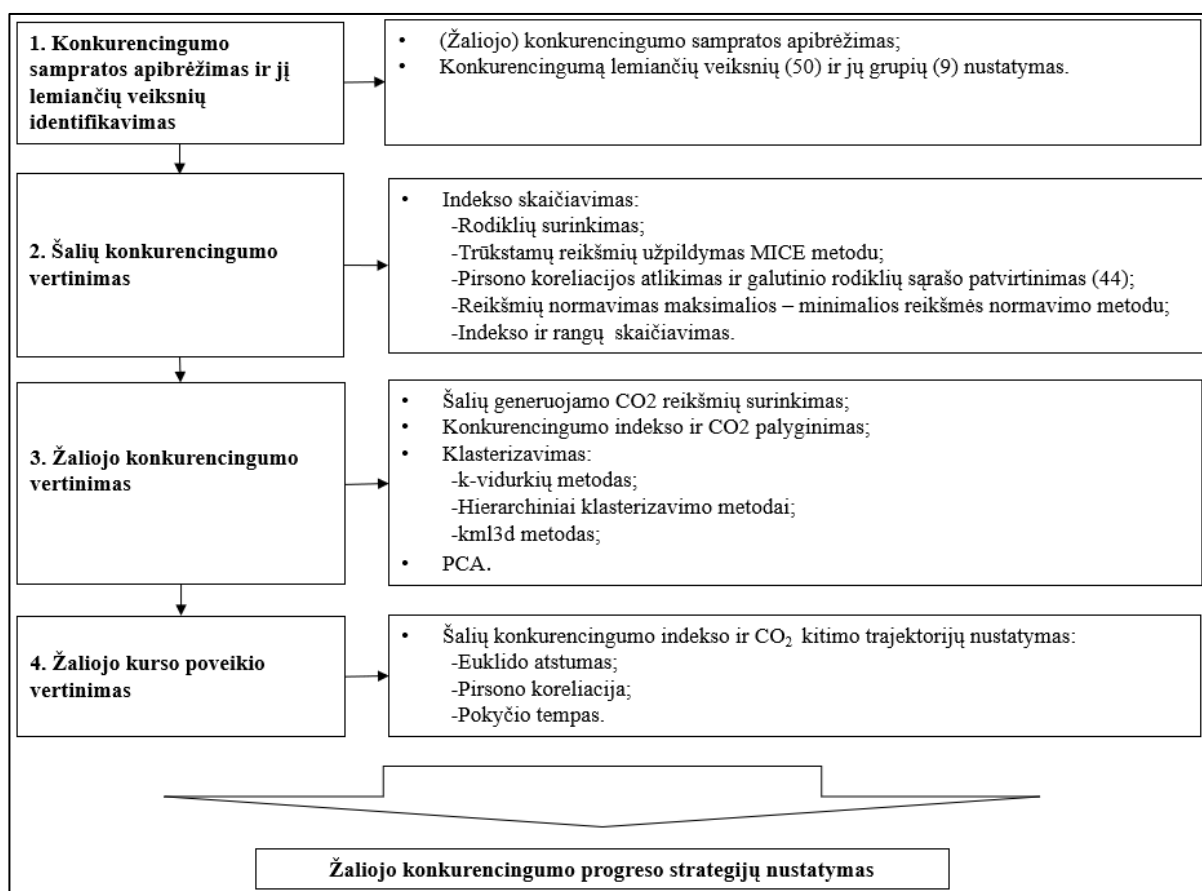
n – porų skaičius.

Susisteminius ekonomikos ir matematikos mokslinę literatūrą sudaroma žaliojo kurso poveikio šalių konkurencingumui vertinimo metodologija. Sudarytos metodologijos vizualizacija yra pateikiama 3 skyriaus pradžioje, joje detalizuojama viso empirinio tyrimo eiga ir struktūra.

Antrajame skyriuje aprašyta ir pateikta tyrimo – Europos žaliojo kurso įtaka šalių konkurencingumui, tyrimo metodologija. Duomenų matricos trūkstamų reikšmių užpildymui bus naudojamas MICE metodas – „pmm“. Statistinį ryšį tarp konkurencingumo veiksnių apskaičiuosime Pirsono koreliacijos koeficientu. Indekso skaičiavimą atliksime maksimalios – minimalios reikšmės normavimo metodu. Gautas reikšmes sudėsime pagal šalių ir metų požymį. Šalių konkurencingumo indekso ir šalies ekonomikos generuojamo CO₂ palyginimui naudosime klasterizavimo metodus: k- vidurkių, hierarchinius ir kml3d algoritmą. Optimalus klasterių skaičius darbe bus nustatomas remiantis: alkūnės metodu, silueto koeficientu, atotrūkio statistika, Bajeso informaciniu kriterijumi, dendograma ir eksperetine nuomone. Kml3d algoritmo optimalus klasterių skaičius nustatomas remiantis Calinski – Harabasz'o indeksu. PCA metodas naudojamas susidariusių klasterių (kml3d algoritmo) nustatymui. KMO ir Barletto sferiškumo testai atliekami norint nustatyti koreliacinės matricos tinkamumą PCA analizei. Antrajame skyriuje pateikta tyrimo metodologija yra taikoma šiame magistro baigiamajame projekte, trečiajame skyriuje „Projekto eiga ir rezultatai“.

3. Projekto eiga ir rezultatai

Trečiojoje baigiamojo magistro projekto dalyje aprašoma empirinio tyrimo eiga ir gauti rezultatai. Žaliojo konkurencingumo vertinimo metodologija pateikiama 23 paveiksle. Metodologiją sudaro 4 etapai. Pirmajame etape apibrėžiama žaliojo konkurencingumo samprata bei nustatomi konkurencingumą lemiantys veiksniai ir jų grupės. Antruoju etapu atliekamas šalių konkurencingumo vertinimas. Šiame etape skaičiuojamas šalių konkurencingumo indeksas. Surenkamos, pirmajame etape identifikuotų konkurencingumą lemiančių veiksnių, rodiklių reikšmės, trūkstamų duomenų reikšmės užpildomos MICE metodu, aukštą koreliacijos koeficientą turintys rodikliai šalinami iš galutinio rodiklių sąrašo. Atlikus rodiklių reikšmių normavimą apskaičiuojami šalių konkurencingumo indeksai ir rangai. Trečiuoju etapu atliekamas žaliojo konkurencingumo vertinimas. Šį etapą sudaro šalių generuojamo CO₂ reikšmių surinkimas, konkurencingumo indekso ir CO₂ reikšmių palyginimas, klasterizavimas bei PCA analizė. Ketvirtajame etape atliekamas žaliojo konkurencingumo poveikio vertinimas. Šiame etape nustatomos konkurencingumo indekso ir CO₂ kitimo trajektorijos pagal šalis.



23 pav. Žaliojo konkurencingumo vertinimo metodologija

Keturi žaliojo konkurencingumo vertinimo metodologijos etapai leidžia nustatyti žaliojo konkurencingumo progreso strategijas. Šiame etape nenaudojami jokie matematiniai metodai, remiamasi ekspertine tyrėjo nuomone. Trečiajame skyriuje pateikiamos atliekamų gautų empirinių rezultatų interpretacijos ir išvados.

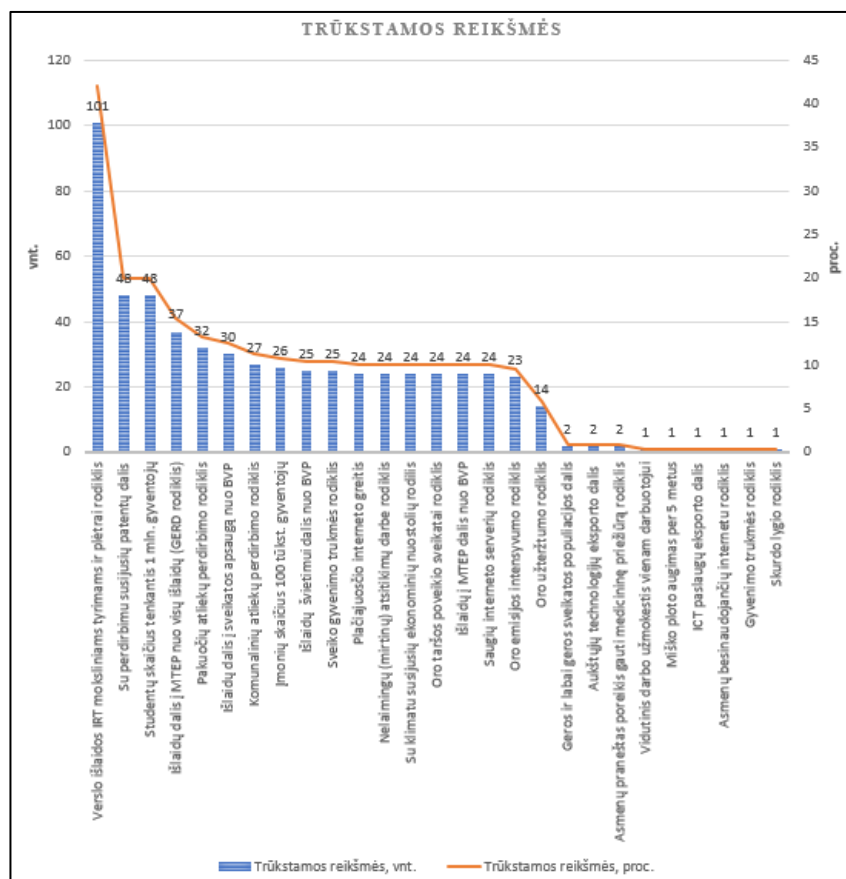
3.1. Duomenų analizė ir paruošimas tyrimui

Atlikta šalies konkurencingumo temos literatūros analizė leido sudaryti šalių konkurencingumo indeksą, kuris vertina Europos žaliojo kurso įtaką. Identifikuotos 9 grupės veiksnių, kurias sudaro 50

subveiksnių. Strateginė autonomija ir bendradarbiavimo grupės yra įtraukiamos į konkurencingumo indekso modelį, tačiau šiuo metu prieinamos statistikos dar nėra ir empiriškai negalima įvertinti. 50 veiksnių yra sujungiami į vieną bendrą duomenų matricą panelinių duomenų principu. Duomenų matricos paruošimui naudojama MS Excel programinė įranga. Empirinis tyrimas atliekamas analizuojant 24 Europos Sąjungos valstybes: Lietuvą, Vengriją, Nyderlandus, Austriją, Lenkiją, Daniją, Vokietiją, Estiją, Airiją, Belgiją, Bulgariją, Čekiją, Graikiją, Ispaniją, Prancūziją, Kroatiją, Italiją, Latviją, Portugaliją, Rumuniją, Slovėniją, Slovakiją, Suomiją, Švediją. Likusios trys šalys – Liuksemburgas, Malta ir Kipras – nebuvo įtrauktos į tyrimą. Jungtinių Tautų organizacija šias valstybes dėl jų dydžio ir / arba gyventojų skaičiaus priskiria nykštukinėms valstybėms. Įtraukus šias valstybes į empirinį tyrimą gauti rezultatai tampa sunkiai interpretuojami ir palyginami. Tyrimo laikotarpis apima 10 metų – nuo 2012 m. iki 2021 m.

3.1.1. Trūkstatų reikšmių užpildymas MICE metodu

Empirinio tyrimo pradžioje atliekama žvalgomoji duomenų analizė. Sudarytoje veiksnių matricoje yra 12000 elementų iš kurių 592 elementai yra trūkstamos reikšmės. Trūkstamos reikšmės sudaro 4,93 proc.



24 pav. Šalies konkurencingumo rodiklių matricos trūkstamos reikšmės vnt., proc.

Trūkstamos reikšmės yra 27 subveiksniuose. Daugiausia trūkstamų reikšmių yra *Verslo išlaidos IRT moksliniams tyrimams ir plėtrai* subveiksnyje – 101 kartai tai sudaro 42,08 proc. Nuspręsta atsakyti šio veiksnio dėl didelio trūkstamų reikšmių kiekio. Likusiųjų 26 veiksnių trūkstamų reikšmių kiekis svyruoja nuo 0,42 iki 20 proc. Trūkstamų reikšmių dalis kiekviename veiksnio pateikta 24 paveiksle. Šalies konkurencingumo rodiklių trūkstamos reikšmės užpildytos MICE metodu. Trūkstamų reikšmių skaitinės charakteristikos yra pateikiamos lentelėje prieš ir po užpildymo MICE metodu. 2 priede

yra pateikiamos statistinės charakteristikos: minimali ir maksimali reikšmė bei vidurkis. Pastebėta, kad statistinės charakteristikos minimali ir maksimali reikšmės nėra pakitusios prieš ir po užpildymo. Vadinasi, galima teigti, kad duomenų užpildymo metodas MICE yra tinkamas ir galima tęsti baigia-
majį magistro projektą su tinkamai paruošta duomenų matrica. Pašalinus vieną kintamąjį dėl per di-
delio kiekio trūkstamų reikšmių toliau tyrimas tęsiamas su 49 šalių konkurencingumą apibūdinančiais
veiksniais.

3.1.2. Duomenų matricos koreliacijos analizė

Šiame poskyryje tęsiant tyrimą yra atliekama koreliacijų analizė. Kaip aprašyta 2.3 poskyryje „In-
dekso sudarymas – šalių konkurencingumui įvertinti“, reikia atlikti koreliacijų analizę. Tiriant pasi-
rinkta taikyti Pirsono koreliacijos koeficientą. Laikytina, kad stiprų koreliacinį ryšį turintys kintamieji
yra pašalinami iš duomenų matricos. Stipriu koreliacijos ryšiu laikoma, kai Pirsono koreliacijos koe-
ficientas yra tarp $(-1) - (-0,8)$ ir $(0,8 - 1)$.

Pradedama iš šalies konkurencingumo rodiklių matricos šalinti po vieną kintamąjį stebint koreliacijos
koeficientą. Pirmiausia pašalinamas korupcijos kontrolės rodiklis, žr. 4 lentelę.

4 lentelė. Korupcijos kontrolės ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas

Vyriausybės efektyvumo rodiklis	0,9386
Reguliavimo kokybės rodiklis	0,9063
Korupcijos suvokimo indeksas	0,9519
Eksporto rinkos pokytis per 5 metus, proc.	0,9889

Toliau tęsiamas tyrimas ir tikrinama koreliacijų matrica, koreliacijos koeficientai tarp kintamųjų. Ko-
rupcijos suvokimo indekso koreliacijų reikšmės tarp kintamųjų pateiktos 5 lentelėje. Šis rodiklis pa-
šalinamas iš duomenų matricos.

5 lentelė. Korupcijos suvokimo indeksas ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas

Vyriausybės efektyvumo rodiklis	0,9270
Balso ir atskaitomybės rodiklis	0,9000
Reguliavimo kokybės rodiklis	0,9428

Dar vienas veiksnys, kuris turi aukštą koreliacijos koeficiento reikšmę su kitais šalių konkurencin-
gumą apibūdinančiais veiksniais, yra reguliavimo kokybės rodiklis. Šis taip pat šalinamas iš duomenų
matricos. Šio rodiklio koreliacijos reikšmės pateiktos 6 lentelėje.

6 lentelė. Reguliavimo kokybės rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas

Vyriausybės efektyvumo rodiklis	0,8760
Oro taršos poveikis sveikatai	0,8167
Balso ir atskaitomybės rodiklis	0,9040

Balso ir atskaitomybės rodiklis šalinamas iš duomenų matricos dėl taip pat aukštų koreliacijos koe-
ficientų reikšmių. Veiksnių koreliacijos koeficiento reikšmės pateiktos 7 lentelėje.

7 lentelė. Balso ir atskaitomybės rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas

Vyriausybės efektyvumo rodiklis	0,9557
Oro taršos poveikis sveikatai	0,8167
Vidutinis darbo užmokestis vienam gyventojui	0,8115

8 lentelėje pateiktos koreliacijos koeficiento reikšmės veiksnio patentai, tenkantys 100 tūkst. gyventojų rodikliui. Šis veiksnys dėl stiprios koreliacijos šalinamas iš duomenų matricos.

8 lentelė. Patentai tenkantys 100 tūkst. gyventojų rodiklis ir n-ojo nario koreliacijos koeficientas

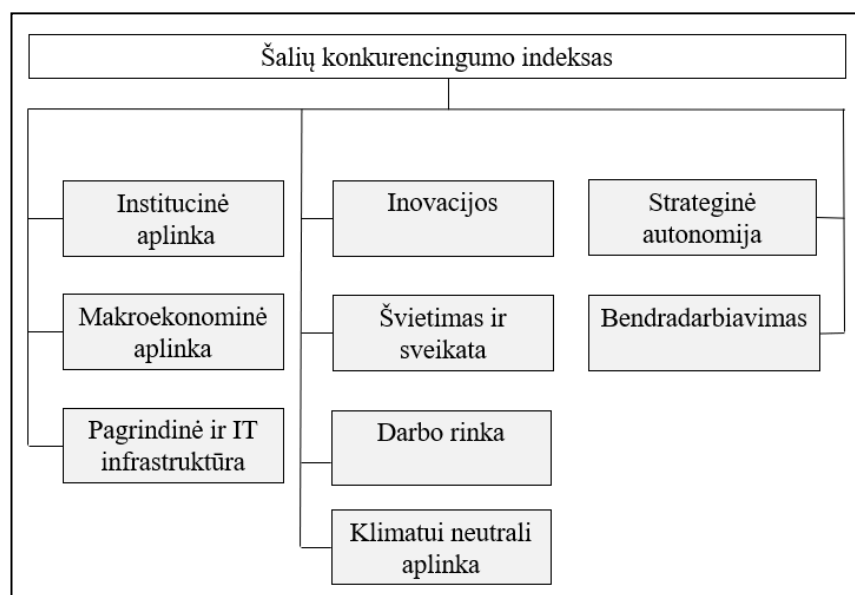
Vyriausybės efektyvumo rodiklis	0,8146
BVP tenkantis vienam gyventojui rodiklis	0,8517
MTEP investicijų dalis nuo BVP rodiklis	0,8382

Koreliacijų matrica prieš ir po duomenų matricos koreliacijų analizės pateikiama priede Nr.3. Koreliacijos koeficientai, esantys labai arti stiprios koreliacijos, pvz. 0,7999 arba (-0,7999), yra paliekami šalių konkurencingumo veiksmų matricoje. Pastebėta, kad BVP, tenkantis vienam gyventojui rodiklis dažnu atveju yra labai arti aukštos koreliacijos.

Iš šalių konkurencingumą apibūdinančio subveiksnių sąrašo (49 subveiksniai) išbraukus dėl stipraus koreliacinio ryšio 5 kintamuosius, toliau tyrimas tęsiamas su 44 veiksniais. Šalių konkurencingumo veiksmų matricą sudaro 10560 vnt. elementų.

3.2. Šalių konkurencingumo indekso sudarymas

Remiantis pirmajame skyriuje atlikta mokslinės literatūros analize sudarytas šalių konkurencingumo vertinimo modelis, kurio pagrindu atliekamas šalių konkurencingumo vertinimas indeksu. Sudarytas šalių konkurencingumo modelis pateiktas 25 paveiksle.



25 pav. Šalių konkurencingumo veiksmų modelis

Pirmiausia, visi 44 veiksniai yra normuojami. Normavimas atliekamas pagal kalendorinius metus ir šalių konkurencingumą apibūdinantį rodiklį. Normavimo metodas plačiau aprašytas poskyryje 2.3 „Indekso sudarymas – šalių konkurencingumui įvertinti“. Būtina paminėti, kad normavimui naudojamos dvi formulės. Neigiamos įtakos veiksniams normuoti naudojama 11 formulė. Tokių veiksmų baigiamajame magistro projekte yra 9. Šie veiksniai yra: skurdo lygis, jaunuoliai anksti baigę mokyklą ir nesimokę toliau, informacija apie asmenų poreikį gauti medicininę priežiūrą, oro taršos poveikis sveikatai, jaunimo nedarbas, nelaimingi atsitikimai darbe, su klimatu susiję ekonominiai nuos-

toliai, oro taršos rodiklis ir pramonės išmetamų teršalų intensyvumo rodiklis. Tuomet visos normuotos rodiklių reikšmės yra sudedamos pagal šalį ir analizės metus. Iš viso gaunami 240 šalių konkurencingumo rodikliai. Europos žaliojo kurso šalių konkurencingumo indeksą galime aprašyti formule:

$$EGD_{CI} = W_1IA + W_2MA + W_3PII + W_4I + W_5\check{S}S + W_6DR + W_7KNA + W_8SA + W_9B, \quad (45)$$

čia EGD_{CI} – Europos žaliojo kurso šalies konkurencingumo indeksas;

IA – institucinė aplinka;

MA – makroekonominė aplinka;

PII – pagrindinė ir IT infrastruktūra;

I – inovacijos;

$\check{S}S$ – švietimas ir sveikata;

DR – darbo rinka;

KNA – klimatui neutrali aplinka;

SA – strateginė autonomija;

B – bendradarbiavimas;

W_n – svorių koeficientai, $W_1 = W_n = 1$.

Remiantis moksline literatūra svorių koeficientai gali būti nepriskiriami konkrečiai veiksmų grupei, jei siekiama objektyviai šalį palyginti tarp kitų šalių ir nėra nagrinėjama konkreti problema.

Strateginės autonomijos ir bendradarbiavimo veiksmų grupės yra įtraukiamos tik į EGD_{CI} modelį, tačiau skaičiavimuose šių grupių nėra, nes šiuo metu dar nėra prieinamos statistikos.

Apskaičiavus Europos žaliojo kurso šalies konkurencingumo indeksus 24 valstybėms, laikotarpiu 2012-2021 m., rezultatai pateikiami 26 paveiksle. Maksimali indekso reikšmė gali būti **44**. Šalių konkurencingumo indeksų reikšmės yra pateiktos priede Nr.5. 2021 m. pagal šalių konkurencingumo indeksą pirmaujančios šalys yra šios: 1-oje vietoje – **Olandija**, 2-oje vietoje – **Danija**, 3-oje vietoje – **Švedija**, 4-oje vietoje – **Airija**. Prasčiausiai 2021 m. indeksu vertinamos šios šalys: 21-oje vietoje – **Graikija**, 22-oje vietoje – **Kroatija**, 23-oje vietoje – **Bulgarija**, 24-oje vietoje – **Rumunija**.

Atskirai vertinant šalių konkurencingumo indeksą tiriamojo laikotarpio pradžioje ir pabaigoje galime šalis suskirstyti į grupes: šalių konkurencingumo indekso didėjimą, konkurencingumo indekso sumažėjimą, nepakitusį konkurencingumo indeksą.

Pirmoje grupėje atsirado šalys, padidinusios savo konkurencingumo indeksą: Austrija, Belgija, Danija, Estija, Airija, Latvija, Lenkija, Portugalija, Slovėnija. Šios šalys sudaro 37,5 proc. tiriamų ES valstybių.

Antroje grupėje yra šalys, kurios neišlaikė savo turėtos konkurencingumo pozicijos 2012 m. ir 2021 m. ir matomas indekso sumažėjimas: Suomija, Prancūzija, Vokietija, Italija, Slovakija, Ispanija, Švedija. Tai sudaro 29,2 proc. tyrime analizuojamų ES šalių.

Trečioje grupėje – šalys, kurių konkurencingumo indeksas laikotarpio pradžioje ir pabaigoje nepakito: Bulgarija, Kroatija, Čekija, Graikija, Vengrija, Lietuva, Olandija, Rumunija. Šios šalys sudaro trečdalį t. y. 33,3 proc. visų 24-ių ES konkurencingumą nagrinėjamų šalių.

Didžiausią šuolį konkurencingumo prasme padarė šios valstybės: Latvija iš 19-tos vietos pakilo į 16-ąją, Lenkija iš 20-tos vietos pašoko į 17-ąją, Slovėnija 11-ąją poziciją pakeitė į 8-ąją. Vienintelė šalis, kurios konkurencingumo indekso pozicija padidėjo net per 4 vietas, yra Portugalija. Ši valstybė iš 17-tos pozicijos pakilo 13-ąją indeksų rangų lentelėje.

Šalys	Metai									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Austrija	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
Belgija	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
Bulgarija	23	23	24	23	23	23	23	23	23	23
Kroatija	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Čekija	12	12	11	10	10	10	11	11	10	12
Danija	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Estija	10	11	10	11	13	11	10	12	9	9
Suomija	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
Prancūzija	9	9	9	9	9	9	9	9	12	11
Vokietija	7	7	7	7	7	7	7	7	7	10
Graikija	21	21	21	21	21	21	19	21	20	21
Vengrija	18	19	18	20	18	19	21	19	18	18
Airija	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Italija	16	18	17	19	19	18	17	18	21	20
Latvija	19	16	20	15	17	15	18	16	15	16
Lietuva	14	14	14	14	14	14	14	13	13	14
Olandija	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1
Lenkija	20	20	19	18	20	20	20	20	19	17
Portugalija	17	17	16	16	15	16	15	15	16	13
Rumunija	24	24	23	24	24	24	24	24	24	24
Slovakija	15	15	15	17	16	17	16	17	17	19
Slovėnija	11	10	12	12	11	12	12	10	11	8
Ispanija	13	13	13	13	12	13	13	14	14	15
Švedija	2	1	1	1	2	2	2	1	2	3

26 pav. ES šalių konkurencingumo rangai pagal šalis

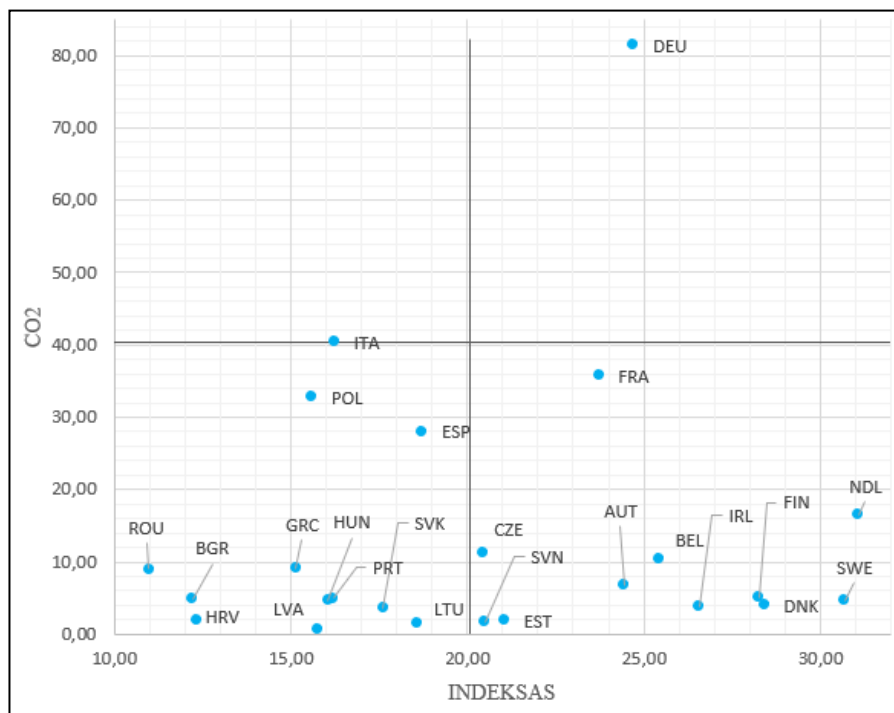
Vokietija ir Slovėnija – šalys, kurių konkurencingumas sumažėjo labiausiai. Vokietija 2012 m. buvo 7-oje vietoje, o 2021 m. jau užėmė 10-ąją vietą iš 24-ių ES nagrinėjamų valstybių. Slovakijos pozicijos pasikeitė net per 4 vietas. 2012 m. šalis pagal konkurencingumą užėmė 15-tą poziciją, o 2021 m. – 19-ąją poziciją.

Atliktas šalių konkurencingumo indekso skaičiavimas 2012–2021 m. atskleidė, kad šalys vystosi netolygiai konkurencingumo prasme. Toliau tyrimas atliekamas įvardijant esamas ES žaliojo konkurencingumo strategijas.

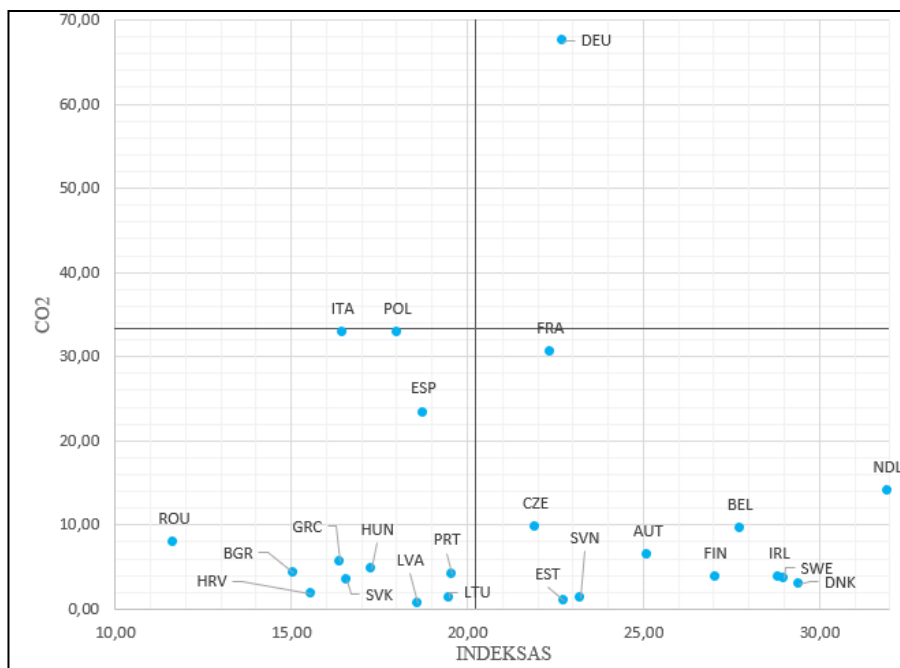
3.3. Šalių konkurencingumo ir CO₂ sąsajų nustatymas

Naujoji ES klimato kaitos politika ir žaliasis kursas yra tapatinamas su neigiamo poveikio aplinkai atsiejimu nuo ekonomikos augimo, siekiant padidinti ekonomikos konkurencingumą. Žaliasis kursas – tai ilgalaikė ES strategija, skirta CO₂ mažinimui, kai mažiau išskiriama CO₂ į aplinką ekonomikos kūrimui. Šioje darbo dalyje siekiama atskleisti, kaip žaliasis kursas veikia ES šalių konkurencingumą, ir identifikuoti žaliojo konkurencingumo strategijas. Šalių konkurencingumo indeksai yra lyginami su kiekvienos šalies išmetamu CO₂ kiekiu. Norint vizualizuoti duomenis CO₂ rodiklio vertė sumaži-

nama iki 1×10^9 t. CO₂ rodiklio sudėtyje yra sudeginto iškastinio kuro ir tiesiogiai iš pramoninių procesų gautas kiekis, į šį rodiklį nėra įtraukiamas žemės ūkyje išskiriamas anglies dvideginio kiekis, taip pat nėra atsižvelgiama į CO₂ pasikeitimą, kurį lemia naikinami miškai, dirvožemis ir augmenija. Vertinant CO₂ pokytį per pastaruosius 10 metų stebima teigiama tendencija. Visos analizuojamos ES šalys kartu anglies dvideginio kiekį sumažino 16,7 proc. Šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ ryšys pateikiamas 27 ir 28 paveiksluose.



27 pav. Šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ ryšys 2012 m.



28 pav. Šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ ryšys 2021 m.

Išanalizavus gautus rezultatus ir pritaikius Azis [85] strategijas, išskiriamos keturios žaliojo konkurencingumo strategijos 2012 m. ir 2021 m. (žr. 9, 10 lenteles).

9 lentelė. Žaliojo konkurencingumo strategijos ES šalyse 2012 m.

	aukštas konkurencingumas ir didelis poveikis klimatui Šalys: Vokietija
žemas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Šalys: Rumunija, Bulgarija, Vengrija, Latvija, Graikija, Portugalija, Lietuva, Slovakija, Lenkija, Italija, Ispanija, Kroatija	aukštas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Šalys: Prancūzija, Čekija, Estija, Slovėnija, Austrija, Suomija, Belgija, Airija, Švedija, Danija, Olandija

10 lentelė. Žaliojo konkurencingumo strategijos ES šalyse 2021 m.

	aukštas konkurencingumas ir didelis poveikis klimatui Šalys: Vokietija
žemas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Šalys: Rumunija, Bulgarija, Vengrija, Latvija, Graikija, Portugalija, Lietuva, Slovakija, Lenkija, Italija, Ispanija, Kroatija	aukštas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Šalys: Prancūzija, Čekija, Estija, Slovėnija, Austrija, Suomija, Belgija, Airija, Švedija, Danija, Olandija

Lyginat 2012 m. ir 2021 m. bendra situacija ES keičiasi teigiamai, vadinasi, ES valstybės keičia savo šalių vykdomos veiklos politiką labiau orientuotą į klimatui neutralią. Nors poveikis nėra toks greitas, kokio norėtusi, tačiau matoma teigiama tendencija, kuri yra svarbi norint sustabdyti klimato kaitą. Atlikta šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ ryšio analizė per žaliojo konkurencingumo strategijas ES šalyse parodė, kad nei viena ES šalis nepakeitė strategijos ketvirčių lyginant 2012 m. ir 2021 m. Pastebima, kad šalys pakeitė nežymiai pozicijas konkurenciniuose ketvirčiuose. Norint pamatyti bendras tendencijas tyrimas tęsiamas atliekant šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ klasterizavimą.

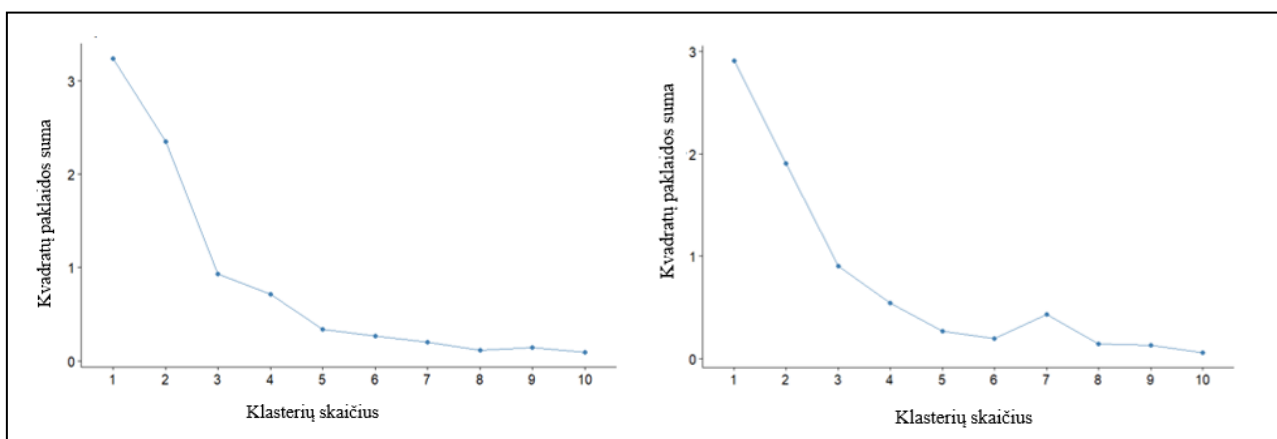
3.4. Klasterinė analizė

Klasterinės analizės rezultatai baigiamajame magistro projekte pateikiami atskiru poskyriu. Čia aprašomi gauti rezultatai klasterizuojant imtį skirtingais metodais, pateikiamos statistikos, skirtos klasterių skaičiaus nustatymui, trumpai interpretuojami gauti klasterizavimo rezultatai.

3.4.1. Klasterių skaičiaus nustatymas

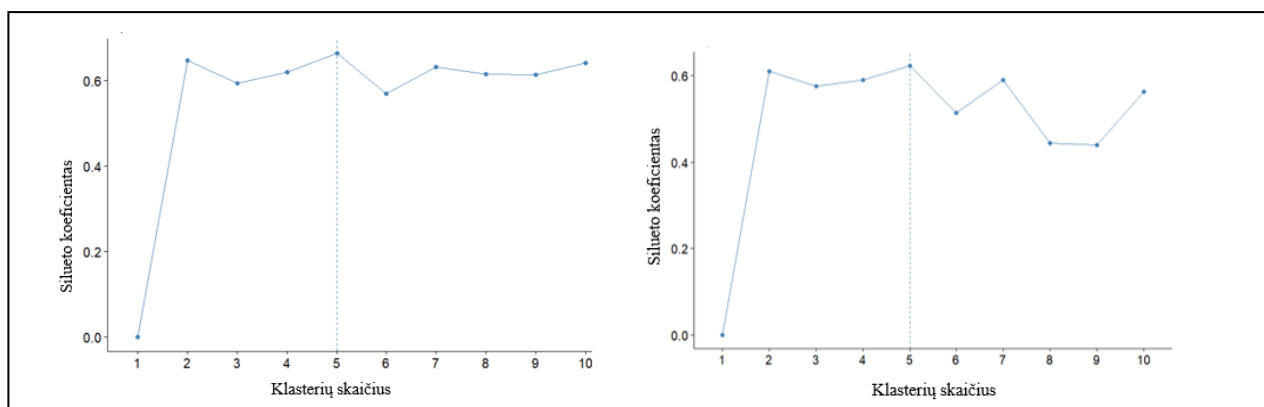
Klasterių skaičiaus nustatymas – vienas iš vidinės klasterizavimo rezultatų validacijos būdų. Šiame darbe bus naudojami 4-i metodai, kurių rezultatais remiantis priimamas sprendimas į kiek klasterių padalinti tiriamąją imtį. Naudojami metodai pateikiami ir aprašomi 2.4.4 poskyryje „Klasterizavimo rezultatų validacija“. Naudojami šie metodai: Alkūnės, Silueto ir Atotrūkio statistikos metodai bei Bajeso informacinis kriterijus. Naudotos *R Studio* programinės įrangos bibliotekos *NbClust* ir *mclust*.

Alkūnės metodas remiasi dispersijomis klasterio viduje. Pasirenkamas klasterių skaičius, kad dispersijos klasterio viduje būtų mažiausios. Kaip matyti iš 29 paveikslo optimalus klasterių skaičius būtų 5.



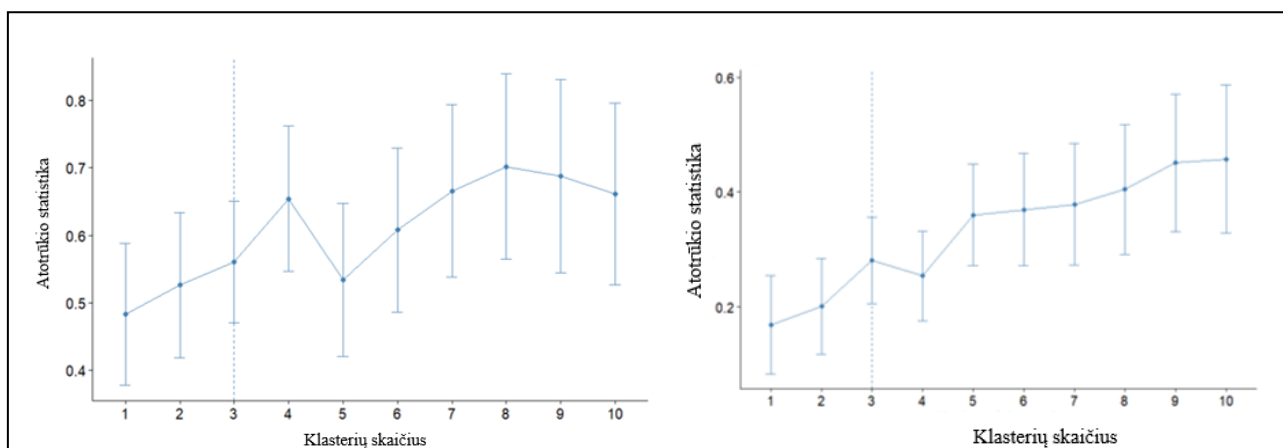
29 pav. Alkūnės metodo rezultatas 2012 m. ir 2021 m.

Siluetų metodas vertina, kaip kiekvienas klasterio objektas tinka klasteriui. Kiekvienam klasterio objektui yra apskaičiuojamas vidutinis atstumas klasterio viduje tarp kitų objektų ir vidutinis atstumas tarp kitų klasterių objektų. Kaip matyti iš 30 paveikslų 2012 m. ir 2021 m. optimalus klasterių skaičius yra 5.



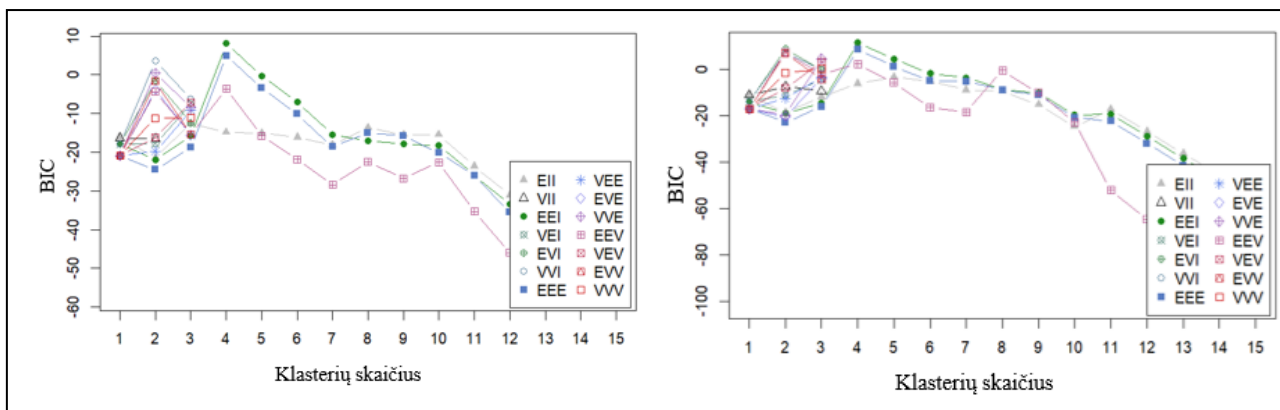
30 pav. Silueto metodo rezultatas 2012 m. ir 2021 m.

Atotrūkio statistikos rezultatas palygina bendrą dispersiją klasterių su skirtingu klasterių skaičiumi ir su dispersijomis be klasterizavimo. Kaip matyti iš pateiktų Atotrūkio statistikos rezultatų 2012 m. ir 2021 m., siūlomas optimalus klasterių skaičius yra 3 (žr. 31 pav.).



31 pav. Atotrūkio statistikos rezultatas 2012 m. ir 2021 m.

Bajeso informacinis kriterijus išskyrė po 3 modelius kiekvienais metais. 2012 m. EEI 4 klasteriai su BIC (8,081339), EEE 4 klasteriai su BIC (4,989913) ir VVI 2 klasteriai su BIC (3,631513).



32 pav. BIC statistikos rezultatas 2012 m. ir 2021 m.

2021 m. siūlomas EEI 4 klasteriai su BIC (11,286132), EVI 2 klasteriai su BIC (8,721971) ir EEE 4 klasteriai su BIC (8,408614). Skaičiavimų rezultatai su BIC statistika yra pateikiama priede Nr.6.

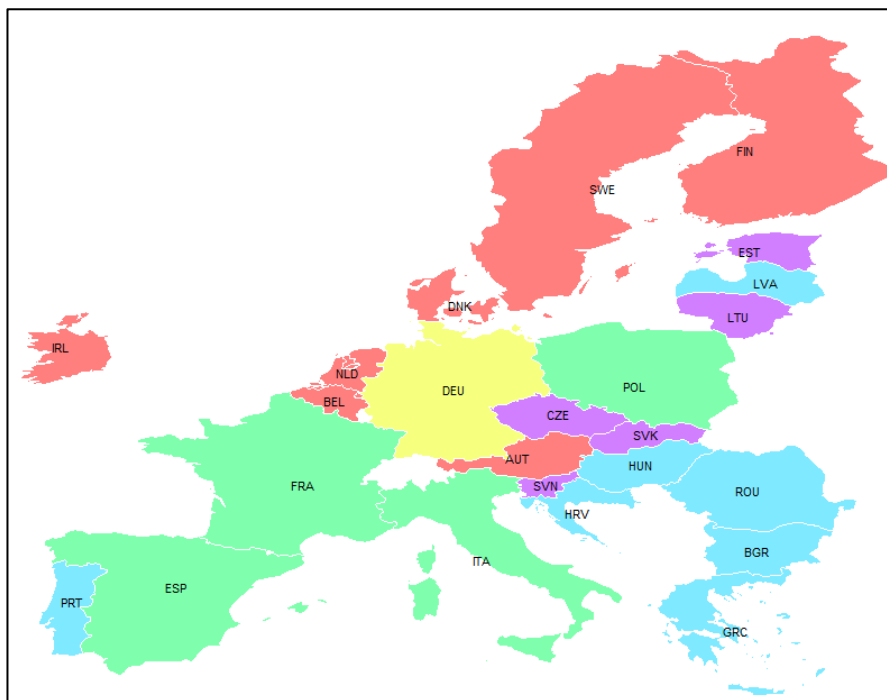
Atliktas optimalaus klasterių skaičiaus nustatymo žingsnis parodė, kad skirtingi metodai duoda skirtingus rezultatus. Optimalus klasterių skaičius gali būti 2,3,4,5. Remiantis ekspertine nuomone ir al-kūnės bei silueto metodų rezultatais priimtina, kad optimalus klasterių skaičius yra 5.

3.4.2. Klasterizavimas k-vidurkių metodu

Išanalizavus mokslinę literatūrą, kurioje buvo atliekami panašūs empiriniai tyrimai, nuspręsta hierarchinį ir k-vidurkių klasterizavimo metodus taikyti atskiriems 2012 m. ir 2021 m., nes šie metodai yra taikomi norint nustatyti susidariusius klasterius tam tikru momentu. Klasterizuojant k-vidurkių metodu buvo naudojama *kmeans* funkcija su parametru *clusters, nstart = 25*. Klasterizuojamos objektą apibūdinančios savybės: šalies konkurencingumo indeksas ir CO2.

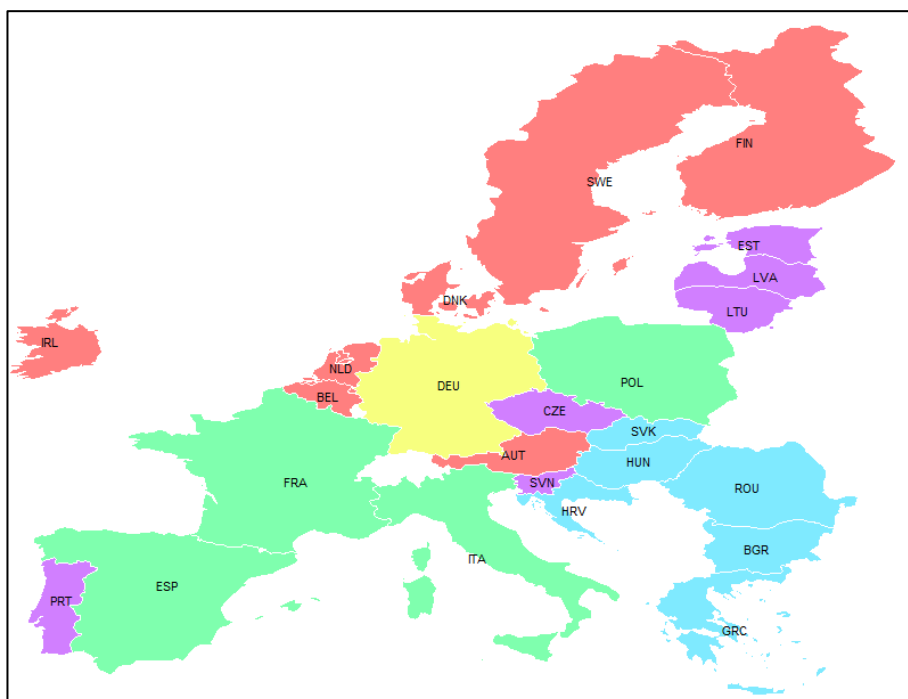
Atliekant k-vidurkių klasterizavimą 2012 m. buvo išskirti šie 5 klasteriai:

- 1-asis klasteris (raudonasis):** Airija, Olandija, Belgija, Austrija, Danija, Švedija, Suomija;
- 2-asis klasteris (mėlynasis):** Bulgarija, Kroatija, Graikija, Vengrija, Latvija, Portugalija, Rumunija;
- 3-asis klasteris (violetinis):** Čekija, Estija, Lietuva, Slovakija, Slovėnija;
- 4-asis klasteris (geltonasis):** Vokietija;
- 5-asis klasteris (žaliasis):** Prancūzija, Lenkija, Ispanija, Italija.



33 pav. 2012 m. k-vidurkių klasterizavimo rezultatai

Palyginimui kaip pasikeitė susidariusių klasterių sudėtis k-vidurkių metodu klasterizuojama 2021 m. imtis. Rezultatas pateiktas 34 paveiksle.



34 pav. 2021 m. k-vidurkių klasterizavimo rezultatai

2021 m. išskyrus klasterius pastebėta, kad klasterių sudėtis pasikeitė nežymiai. Šalys klasteriuose išsidėstė taip:

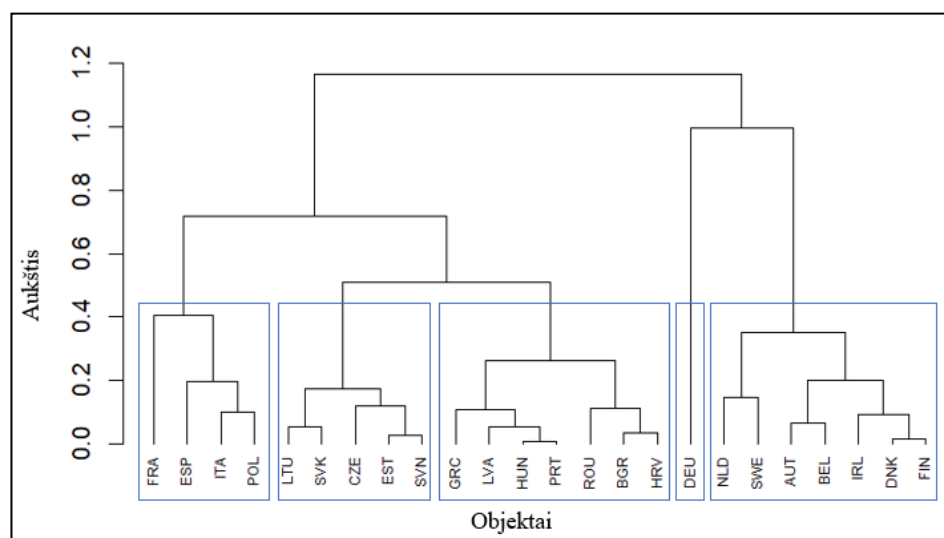
- 1-asis klasteris (raudonasis):** Airija, Olandija, Belgija, Austrija, Danija, Švedija, Suomija;
- 2-asis klasteris (mėlynasis):** Bulgarija, Kroatija, Graikija, Vengrija, Slovakija, Rumunija;

3-asis klasteris (violetinis): Čekija, Estija, Lietuva, Slovėnija, Latvija, Portugalija;
4-asis klasteris (geltonasis): Vokietija;
5-asis klasteris (žaliasis): Prancūzija, Lenkija, Ispanija, Italija.

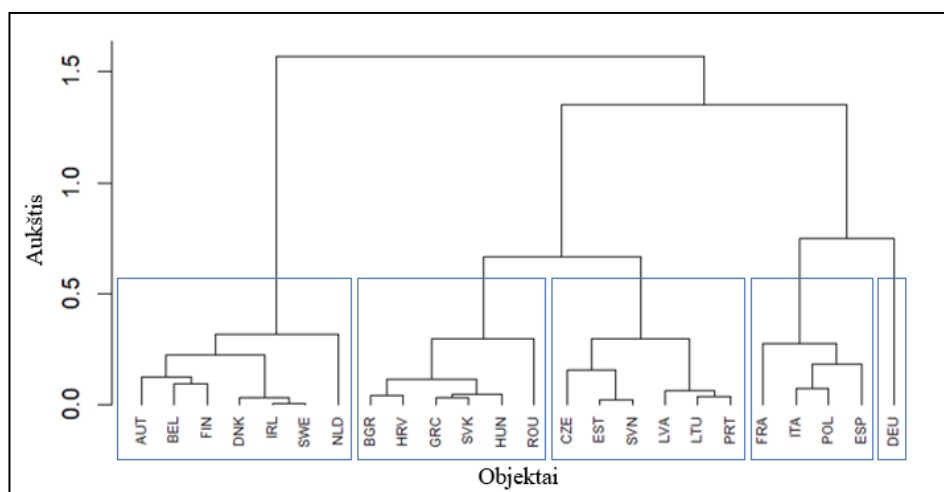
Iš antrojo klasterio, kuriame 2012 m. buvo Bulgarija, Kroatija, Graikija, Vengrija, Latvija, Rumunija, į trečiąjį perėjo šios šalys – Latvija ir Portugalija. Iš trečiojo klasterio, kurį sudarė Čekija, Estija, Slovėnija, pasitraukė Slovakija, kuri 2021 m. jau priklausė antrajam klasteriui. Pirmasis, ketvirtasis ir penktasis klasteris liko nepasikeitę.

3.4.3. Klasterizavimas hierarchiniu metodu

Klasterizuojant 2012 m. ir 2021 m. duomenis hierarchiniu metodu buvo pasirenkanti skirtingi klasterių sudarymo jungimo metodu būdai: Vordo, vienetinės, vidutinės bei pilnosios jungties metodai.



35 pav. Dendrograma, hierarchiniu klasterizavimu, pilnosios jungties metodu, 2012 m.



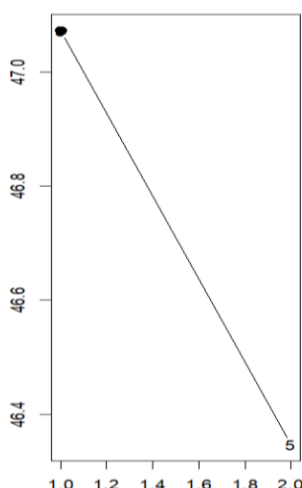
36 pav. Dendrograma, hierarchiniu klasterizavimu, Vordo metodu, 2021 m.

Klasterizavimo rezultatai pateikiami 35 ir 36 paveiksluose. 2012 m. klasterizuojant pilnosios jungties metodu su euklidiniu atstumo matu ir 2021 m. klasterizuojant duomenis Vordo metodu su euklidiniu atstumu susidarę klasteriai yra vienodos sudėties kaip ir prieš tai atlikto klasterizavimo – k-vidurkių metodu. Visų rezultatų dendogramos yra pateikiamos 7 priede.

3.4.4. Klasterizavimas klm3d metodu

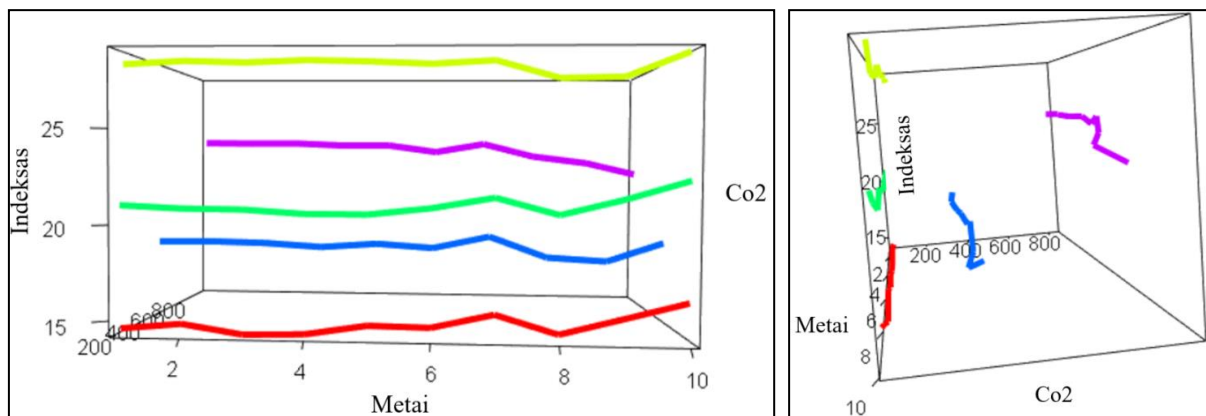
Magistro baigiamojo projekto tyrime norėta ne tik atlikti tam tikro momento klasterizavimą, kaip tai atlikta 3.3.2 ir 3.3.3 poskyriuose, bet taip pat norėta atskleisti, į kokias trajektorijas galėtų klasteriai susijungti. Trajektorijos juda 3D erdvėje: laiko ašis – apimanti 10 metų laikotarpį, CO₂ ir šalių konkurencingumo indekso ašys.

Optimaliam klasterių skaičiaus nustatymui yra naudojama Callinski Harabatz'o statistika, (žr. 36 pav.).



37 pav. Optimalus klasterių skaičius kml3d, Callinski Harabatz'o statistika

Optimalus klasterių skaičius trajektorijų klasterizavime vertinant Callinski Harabatz'o statistika yra 5.



38 pav. Trajektorijų klasterizavimo rezultatai

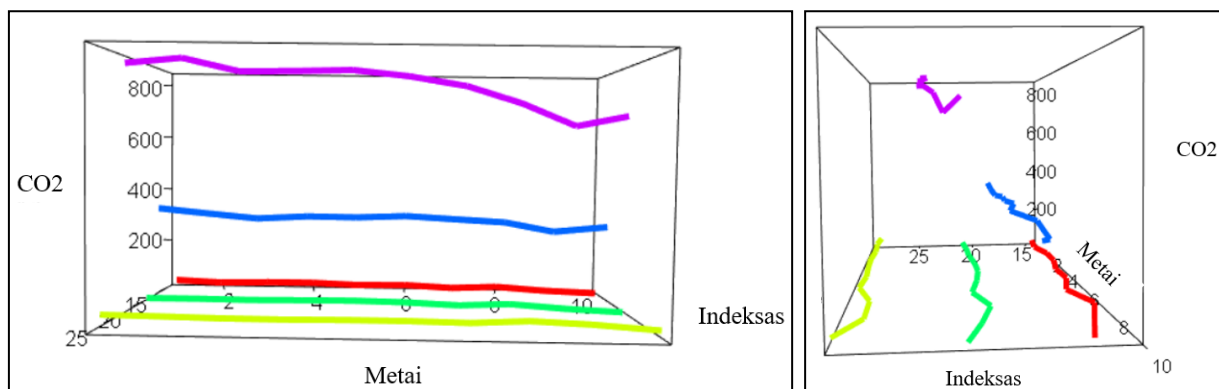
1-asis klasteris (geltonasis) arba B: Airija, Olandija, Belgija, Danija, Švedija, Suomija.

2-asis klasteris (žaliasis) arba C: Austrija, Čekija, Estija, Lietuva, Slovėnija.

3-asis klasteris (raudonasis) arba A: Bulgarija, Kroatija, Graikija, Vengrija, Latvija, Portugalija, Rumunija, Slovakija.

4-asis klasteris (violetinis) arba F: Vokietija.

5-asis klasteris (mėlynasis) arba D: Prancūzija, Lenkija, Ispanija, Italija.



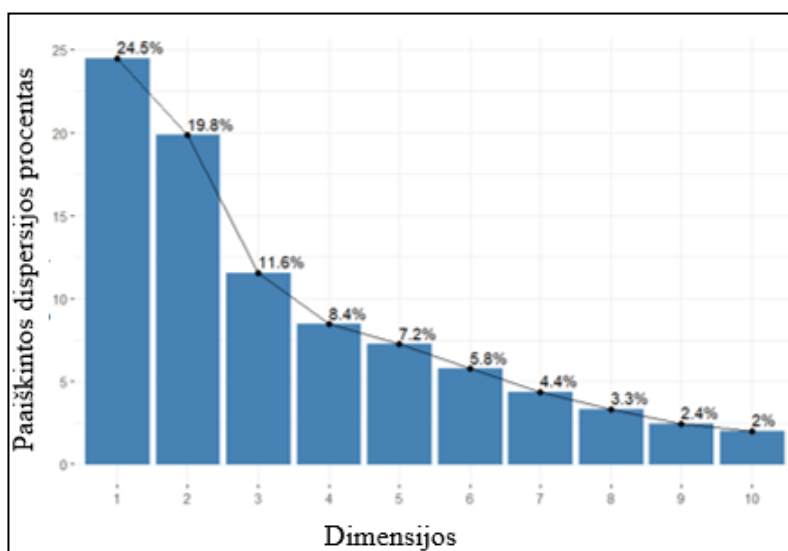
39 pav. Trajektorių klasterizavimo rezultatai

Trajektorių klasterizavimo rezultatai pateikiami 38 ir 39 paveiksluose. (Paveiksluose nurodytas 10 metų laikotarpis, 2012 m. – žymimi 1, o 2021 m. – 10, toks žymėjimas pasirinktas norint išlaikyti paveikslo informatyvumą.) Pastebėta, kad konkurencingumo indeksas mažėja nuo 2018 m., t. y. 7-aisiais tyrimo metais ir mažėja priklausomai nuo klasterio iki 2019 m., 2020 m., o vėliau pradeda didėti. Išskirti galima tik violetinį klasterį, kuriame yra viena šalis – Vokietija. Šiame klasteryje pastebima konkurencingumo indekso mažėjimo tendencija nuo 2018 m. ir vėlesniu laikotarpiu nepakeičia trajektorijos krypties. Reikėtų atkreipti dėmesį, jog visu analizuojamu laikotarpiu CO₂ lygis Vokietijoje mažėja gana ženkliai ir tik 9-aisiais tyrimo metais (2020 m.) pradeda didėti, kai tuomet kitų klasterių CO₂ tendencija yra labiau pastovi arba pokytis nėra toks drastiškas.

Tęsiant tyrimą toliau norėta išsiaiškinti, kokie veiksniai daro poveikį kiekvienam šalių klasteriui. Šiam tikslui pasiekti buvo naudojama PCA analizės metodas.

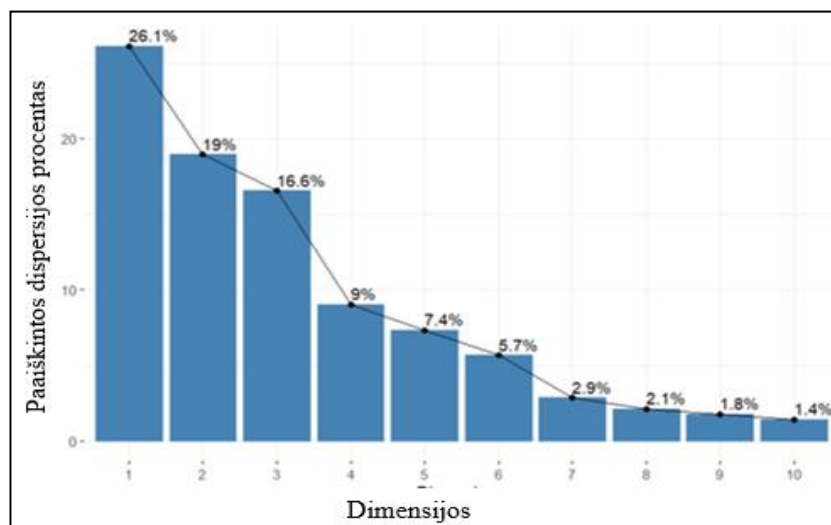
3.5. Pagrindinių komponentių metodo taikymas klasterio veiksnių įtakos nustatymui

Pagrindinių komponentių analizės (PCA) metodu nustatyti kiekvieno susidariusio klasterio (kml3d metodu) veiksniai, kurie veikia šalių konkurencingumą visu analizuojamu laikotarpiu. Atlikti KMO ir Bartletto sferiškumo testai. Gauti testų rezultatai leidžia taikyti PCA metodą. Testo rezultatai pateikiami priede Nr. 10.



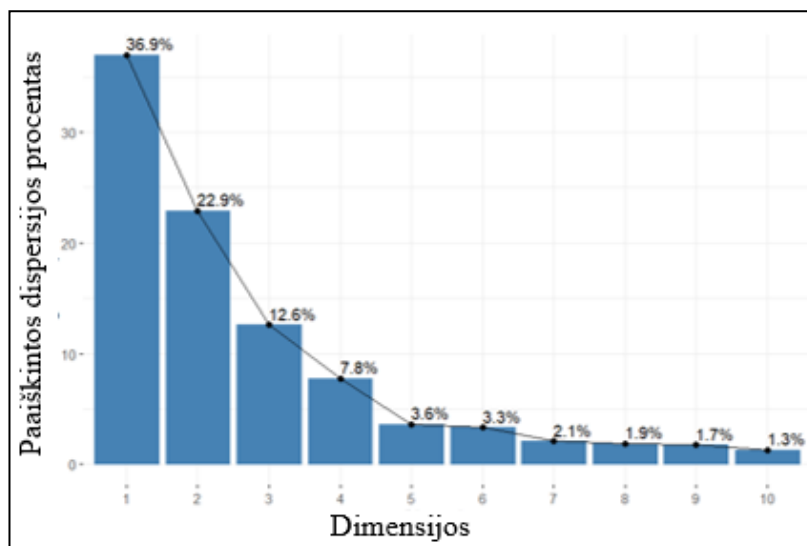
40 pav. PCA klasterio A

PCA analizė rodo, kad raudonojo klasterio (A klasterio) pirmoji ir antroji komponentė gali paaiškinti 44,3 proc., pirmoji, antroji ir trečioji komponentė paaiškina 55,9 proc. (žr. 40 pav.) klasterio informacijos. Remiantis PCA analize klasterio dominuoja mažos ar vidutinio dydžio įmonės, kurių veikla yra nukreipta į šalies vidaus rinkas. Juose dominuoja gamyba, švietimas ir, ypač, turizmas. Šio klasterio šalys pasižymi žemu BVP, tenkančiu vienam gyventojui ir aukštesniu nei kitose ES valstybėse skurdo lygiu. Jauni žmonės, nedirbantys ir nesimokantys, šiose šalyse sudaro didesnę dalį populiacijos, lyginant su kitomis ES valstybėmis. Taip pat šio klasterio šalyse dominuoja dalis gyventojų, kuri turi žemesnį nei aukštąjį išsilavinimą. Šalys šiame sektoriuje mažai dėmesio skiria klimato kaitos klausimui ir antrinių žaliavų perdirbimui ir panaudojimui. Veiksnių įtaka klasteriui pateikiama priede Nr. 11. Klasterio esančių šalių ekonominė pažanga yra palaikoma ir skatinama vyriausybės dotacijomis. Šį klasterį sudaro: Latvija, Bulgarija, Vengrija, Graikija, Rumunija, Slovakija, Portugalija, Kroatija.



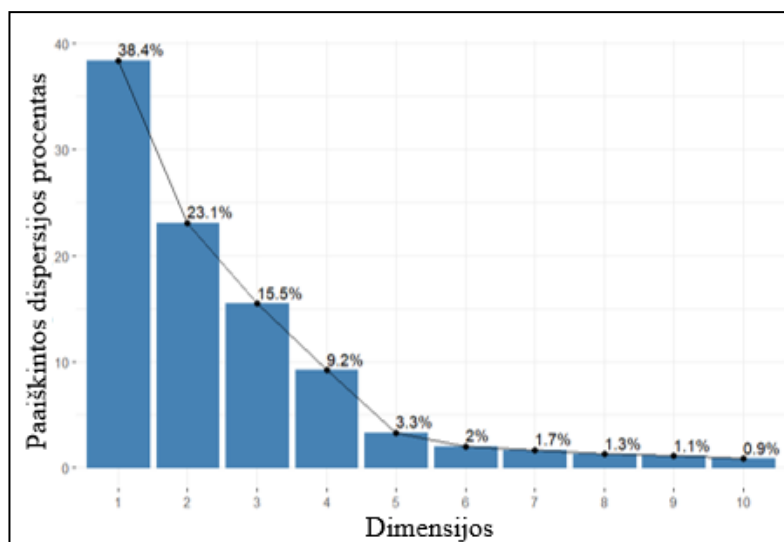
41 pav. PCA klasterio B

Klasterio B šalių ekonominė plėtra remiasi aukštosiomis technologijomis ir inovacijomis. Šiam klasteriui priklausančios šalys: Belgija, Suomija, Danija, Airija, Nyderlandai, Švedija. Klasteris pasižymi dideliu dėmesiu aplinkos apsaugai, mokslo, technologijų ir inovacijų plėtrai. Valstybių dėmesys skiriamas aukšto produktyvumo išlaikymui, diegiant ir pritaikant naujus technologinius sprendimus, inovacijų kūrimui ir plėtojimui. Klasteris taip pat pasižymi orientacija į žmogaus gyvenimo aplinkos kokybės gerinimą ir sveikos gyvensenos skatinimą. Pirmosios dvi komponentės paaiškina iki 45,1 proc. klasterio informacijos, pirmosios trys komponentės paaiškina iki 61,7 proc. informacijos (žr. 41 pav.). Veiksnių reikšmė klasteriui yra pateikiama priede Nr. 11.



42 pav. PCA klasterio C

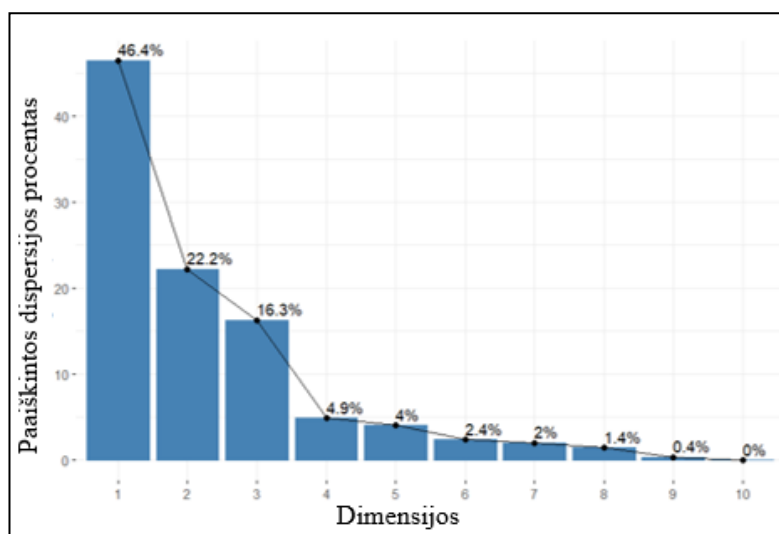
Trečiojo klasterio, kuriam priklauso Austrija, Čekija, Estija, Lietuva ir Slovėnija, ekonomikos augimas veikiamas ES ir vyriausybės finansinėmis injekcijomis. Šalių ekonomikos yra paremtos eksporto plėtra, inovacijų diegimu ir produktyvumo augimu. Šio klasterio valstybės orientuotos į darbo našumo, vidutinio darbo užmokesčio ir BVP tenkančio vienam gyventojui spartų didinimą, kas lemia augantį namų ūkio vartojimo išlaidų kiekį. Taip pat daugėja gyventojų dalis, besirūpinančių savo sveikata ir sveika gyvensena, kas didina geros ir labai geros sveikatos populiacijos dalį. Pirmosios dvi komponentės gali paaiškinti 59,8 proc. visos klasterio dispersijos. Pirmoji, antroji ir trečioji komponentė paaiškina 72,4 proc. dispersijos (žr. 42 pav.).



43 pav. PCA klasterio D

Ketvirtąjį arba D klasterį sudaro keturios valstybės: Prancūzija, Italija, Lenkija ir Ispanija. D klasterio pirmoji ir antroji komponentės leidžia apibūdinti 61,5 proc. dispersijos. Pirmoji, antroji ir trečioji apibūdina net 77 proc. dispersijos. Klasterio viduje esančių šalių ekonomika remiasi didelių vartojimu šalies vidaus rinkoje. Šio klasterio šalių ekonomikos didele dalimi yra priklausomos nuo gamybos sektoriaus, kuris šiuo metu yra perorientuojamas diegiant inovatyvias technologijas ir skaitmenizuojant procesus. Šis klasteris taip pat pasižymi aukštu urbanizacijos lygiu. Prasidėjus ES žaliajam kursui

šalių dėmesys skiriamas ekologijai, antriniam žaliavų naudojimui ir perdirbimui. Veiksnių įtaka klasteriui pateikiama priede Nr. 11.



44 pav. PCA klasterio F

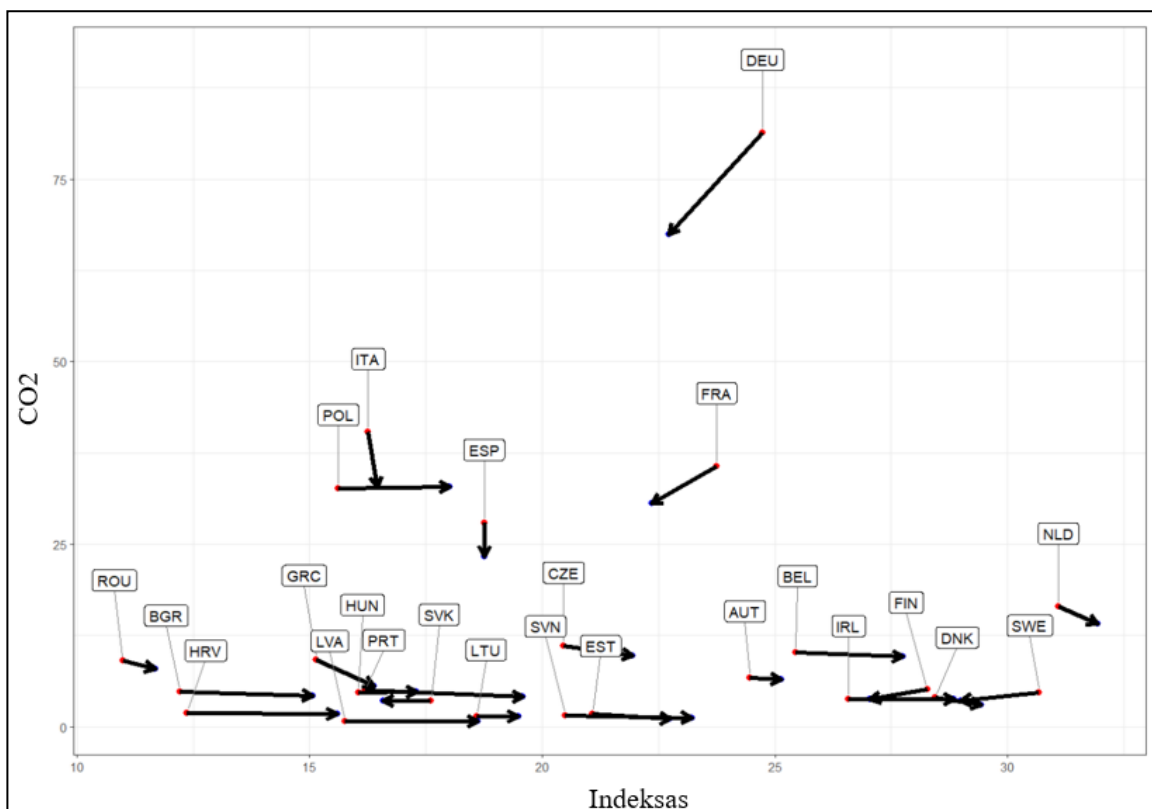
Penktąjį arba F klasterį sudaro viena valstybė – Vokietija. F klasteryje pirmosios dvi komponentės sudaro 68,6 proc. dispersijos. Pirmoji, antroji ir trečioji komponentė paaiškina iki 84,9 proc. dispersijos (žr. 44 pav.).

Šis klasteris pasižymi dideliu kiekiu išskiriamu CO₂, nes šalies vidaus ekonomika pasižymi aukštu vidaus vartojimo lygiu ir didelėmis gamybos apimtims. F klasteris rodo išskirtinę tendenciją CO₂ mažinime, vadinasi, žaliasis Europos kursas veikia šalies ūkį ir šis yra pertvarkomas, ieškant naujų konkurencinių pranašumų. Šalies gamybos sektorius nukreiptas ir skatinamas diegti skaitmeninius ir inovatyvius sprendimus, kurie ateityje leis mažinti taršą. Pirmoje pagrindinėje komponentėje dominuoja veiksniai, susiję su atsinaujinančia energetika, interneto sklaida ir kokybe, švietimu. Veiksnių įtaka klasteriui pateikiama priede Nr. 11.

Atliktos PCA analizės rezultatai rodo, kad šalių klasteriams daro įtaką skirtingi veiksniai, tai tik įrodo, kad ES šalys konkurencingumo prasme vystosi nevienodai. Nustačius klasterių konkurencinius veiksnius ir remiantis ekspertine nuomone bei statistiniais metodais sudaromos šalių konkurencingumo progreso strategijos.

3.6. Šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ kitimo trajektorijų nustatymas ir žaliojo kurso poveikio vertinimas

Tyrimas tęsiamas sudarant šalių konkurencingumo progreso strategijas. Šioms sudaryti naudojama koreliacinė analizė tarp kiekvieno klasterio generuojamo CO₂ ir šalių konkurencingumo indekso 2012-2019 m. laikotarpiu, eliminavus Covid-19 pandemijos laikotarpį. Kiekvienos šalies trajektorijos atvaizduojamos Euklido atstumu. Raudonas taškas žymi 2012 m. ir tyrimo pradžią, o mėlynas taškas žymi 2021 m. – tyrimo pabaigą. Galima matyti šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ kitimo trajektorijas viso empirinio tyrimo metu.



45 pav. ES šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ kitimo trajektorijos 2012 – 2021 m. (Euklido atstumas)

Remiantis (žr.45 pav.) ES šalių trajektorijomis, koreliacijų analize ir CO₂ bei konkurencingumo indekso pokyčio tempais pateikiamos žaliojo konkurencingumo progreso strategijos.

11 lentelė. Žaliojo konkurencingumo progreso strategijos ES šalyse

	aukštas konkurencingumas ir didelis poveikis klimatui Progreso strategija: potencialo turintis žaliojo konkurencingumo augimas arba grėsminga žaliojo konkurencingumo stagnacija Šalys: Prancūzija, Italija, Lenkija, Ispanija, Vokietija
žemas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Progreso strategija: atsiliekantis žaliojo konkurencingumo didėjimas arba šokinis žaliojo konkurencingumo augimas vėliau transformuojantis į tolygumą. Šalys: Portugalija, Graikija, Kroatija, Vengrija, Rumunija, Slovakija, Bulgarija, Austrija, Čekija, Estija, Lietuva, Latvija, Slovėnija	aukštas konkurencingumas ir mažas poveikis klimatui Progreso strategija: įkvepiančio tolygaus žaliojo konkurencingumo augimas Šalys: Belgija, Suomija, Danija, Airija, Olandija, Švedija

A klasterio, kurį sudaro Bulgarija, Graikija, Vengrija, Latvija, Rumunija, Portugalija, Slovakija, Kroatija, koreliacijos koeficientas tarp konkurencingumo indekso ir CO₂ – (-0,27). Vidutiniškai šalių konkurencingumo indeksas augo – 0,001612, o CO₂ augimo tempas buvo 0,0178. Šie pokyčiai rodo, kad klasterioje esančių šalių konkurencingumo indeksas didėja mažesniais tempais nei CO₂. Šalių žaliojo konkurencingumo progreso strategija – **atsiliekantis žaliojo konkurencingumo didėjimas.**

B klasterio arba kitaip, geltonojo klasterio, koreliacijos koeficientas yra 0,66. Vidutiniškai šalių konkurencingumas kasmet padidėja 0,00366 vienetais, o CO₂ pokyčio tempas yra 0,01281. Šalių konkurencingumo progreso strategija – **įkvepiančio tolygaus žaliojo konkurencingumo augimas**. Šiame klasterio narystėje yra: Suomija, Danija, Belgija, Nyderlandai, Švedija ir Airija.

Klasteryje C, kurį sudaro Lietuva, Austrija, Estija, Čekija, Slovėnija, konkurencingumo indekso ir CO₂ koreliacija – 0,37. Vidutiniškai šalių konkurencingumo indeksas kinta – 0,00185, o CO₂ – 0,01086. Silpna koreliacija ir pokyčio tempas parodo, kad šalių konkurencingumui didėjant mažais tempais, CO₂ mažėja didesne sparta. Šalių konkurencingumo progreso strategija – **šokinis žaliojo konkurencingumo augimas vėliau transformuojantis į tolygumą**.

D klasterio šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ rodiklio koreliacija – 0,31. Vidutinis šalių konkurencingumo indekso pokyčio tempas – 0,00434, CO₂ – 0,01498. Rodikliai mažėja netolygiai. Įvertinant esamą klasterio strategiją, šalių konkurencingumo progreso strategija gali būti įvardijama, kaip **grėsminga žaliojo konkurencingumo stagnacija**. Šiam klasteriui priklauso šios šalys: Prancūzija, Italija, Lenkija, Ispanija.

E klasterio sudėtyje tik vienintelė šalis – Vokietija. Kintamųjų koreliacijos koeficientas – 0,86. Konkurencingumo indekso vidutinis pokyčio tempas yra 0,00494, o CO₂ – 0,01942. Stebimas ženklus CO₂ mažėjimas. Šalių konkurencingumo progreso strategija: **potencialo turintis žaliojo konkurencingumo augimas**.

Atlikta koreliacinė ir konkurencingumo indekso bei CO₂ pokyčio tempo analizė leidžia įsitikinti, kad ES valstybės narės netolygiai įgyvendina ES klimato politiką ir žaliojo kurso reikalavimus. Stebima, kad valstybės, kurios anksčiau investavo į tvarią ekonomiką šiandien gali būti konkurencingos bei greitesniu tempu mažinti CO₂ kiekį. ES šalys vėluojančios prisitaikyti prie ES klimato politikos ateityje galimai susidurs su sunkumais ir iš esmės tai mažins bendrą ES šalių žaliojo kurso tikslo pasiekimą. Keičiamos gamybos technologijos ir strategijos, procesų skaitmenizavimas, technologijų diegimas, žaliavų perdirbimas, investicijos į žmogiškųjų išteklių ugdymą, žaliosios energijos naudojimas gali šalims tuo pačiu metu didinti šalių konkurencingumą ir klimato neutralumą. Strategijų identifikavimas leidžia nustatyti kiekvienos šalies konkurencingumo didinimo tempus, tai ypač aktualu ES mastu įgyvendinant klimato kaitos politiką. Rekomenduojama valstybėms skatinti inovacijas, technologijų diegimą. Siūloma didinti investicijas moksliniams tyrimams, skatinant inovacijų ir verslumo ekosistemos plėtrą. ES valstybėms narėms būtina užtikrinti žaliojo kurso principų įgyvendinimą, adaptuoti esamas šalies strategijas bei kasmet atlikti žaliojo konkurencingumo stebėseną – monitoringą. Patariama supažindinti politikus ir strategus su žaliojo konkurencingumo koncepcija.

Išvados

1. Atlikta literatūros analize ir remiantis Geyerio [48] žaliojo verslo sąvoka apibrėžiamas Europos Sąjungos žaliasis konkurencingumas kaip šalies gebėjimas tiekti prekes ir paslaugas, kurios atitinka žmonių poreikius ir tobulina jų gyvenimo kokybę, tačiau tuo pat metu mažina anglies dioksido išmetimą ir natūralių išteklių naudojimą. Europos žaliojo kurso kontekste sudarytas konkurencingumo indeksas siekiant įvertinti šalių konkurencingumą. Šio indekso sudėtis apima devynias veiksnių grupes, įskaitant institucinę aplinką, makroaplinką, bendrąją ir IT infrastruktūrą, inovacijas, švietimą ir sveikatą, darbo rinką, klimato neutralią aplinką, strateginę autonomiją ir bendradarbiavimą.
2. Empiriniam tyrimui įgyvendinti buvo sukurta metodologija, kurios sudėtyje yra žvalgomoji duomenų analizė, trūkstamų reikšmių užpildymas MICE metodu, indekso skaičiavimo metodologija. Šalių konkurencingumo ir CO₂ ryšiui nustatyti pritaikomi klasterizavimo metodai: k-vidurkių, hierarchiniai ir testinių duomenų. Pagrindinių komponentų analizės metodika taikoma siekiant identifikuoti veiksnus, kurie turėjo įtakos kiekvieno klasterio formavimui. Remiantis Azis[85], sudaroma dviejų dimensijų strategijų matrica, žaliojo kurso poveikis apskaičiuojamas vidutiniu augimo tempu.
3. Remiantis nustatytais žaliojo konkurencingumo veiksniais, buvo apskaičiuotas šalių konkurencingumo indeksas 24 Europos Sąjungos šalims 10 metų laikotarpiui. Maksimalus galimas balas šalių konkurencingumo indeksui – 44. Empirinis tyrimas atskleidė, kad konkurencingiausia šalis yra Olandija (2021 m. 31,93 konkurencingumo balas), mažiausiai konkurencinga – Rumunija (2021 m. 11,68 konkurencingumo balas). Lyginat 2012 m. su 2021 m. galima teigti, kad 37,5 proc. šalių pagerino savo konkurencingumą, 29,2 proc. šalių konkurencingumas sumažėjo, likusi dalis – 33,3 proc. konkurencingumas kitų šalių atžvilgiu nekito.
4. Europos Sąjungos žaliojo konkurencingumo ir CO₂ bendrų tendencijų įžvalgai atlikta klasterinė analizė. K-vidurkių ir hierarchiniais metodais atlikta 2012 m. ir 2021 m. (tam tikro laiko momento) šalių klasterizacija. Klasterizavimo rezultatai abiem naudotais metodais buvo identiški, tik 2012 m. grupavimas atliktas pilnosios jungties metodu, o 2021 m. – Vordo. kml3d metodu klasterizuoti 10 metų 24 šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ duomenys. Optimalus klasterių skaičius remiantis alkūnės, silueto, Callinski Harabatz statistika yra 5. kml3d klasterizavimo rezultatai:
 - pirmasis klasteris: Airija, Olandija, Belgija, Danija, Švedija, Suomija;
 - antrasis klasteris: Austrija, Čekija, Estija, Lietuva, Slovėnija;
 - trečiasis klasteris: Bulgarija, Kroatija, Graikija, Vengrija, Latvija, Portugalija, Rumunija, Slovakija;
 - ketvirtasis klasteris: Vokietija;
 - penktasis klasteris: Prancūzija, Lenkija, Ispanija, Italija.
5. Sudarytos Europos Sąjungos šalių konkurencingumo indekso ir CO₂ trajektorijos rodo įvairią žaliojo kurso pažangą tarp šalių. Pastebėta, jog klimato neutralumo dimensijos įtraukimas į konkurencingumo vertinimą eliminuoja konkurencinio pranašumo, pagrįsto geografiniu artumu, aspektą. Remiantis šalių trajektorijomis, koreliacijų analize ir indekso bei CO₂ pokyčių tempais identifikuotos trys žaliojo konkurencingumo progreso strategijos. Prancūzija, Italija, Lenkija, Ispanija ir Vokietija – šalys, turinčios aukštą konkurencingumą ir didelį poveikį klimatui. Šioms šalims priskiriama progreso strategija - potencialo turintis žaliojo konkurencingumo augimas arba grėsminga žaliojo konkurencingumo stagnacija. Žemą konkurencingumą ir mažą poveikį klimatui turinčios šalys: Portugalija, Graikija, Kroatija, Vengrija, Rumunija, Slovakija, Bulgarija, Austrija,

Čekija, Estija, Lietuva, Latvija, Slovėnija. Progreso strategijos - atsiliekantis žaliojo konkurencingumo didėjimas arba šokinis žaliojo konkurencingumo augimas vėliau transformuojantis į tolygumą. Įkvėpiančio tolygaus žaliojo konkurencingumo augimas numatomas Belgijai, Suomijai, Danijai, Airijai, Olandijai ir Švedijai. Šios šalys pasižymi aukštu konkurencingumu ir mažu poveikiu klimatui. Tyrimu nustatyta, kad Europos Sąjungoje nėra valstybių, kurios būtų priskiriamos žemam konkurencingumui ir turėtų didelį neigiamą poveikį klimatui.

Literatūros sąrašas

1. World Economic Forum. *Beyond the EquityEfficiency Trade-Off: Practical Ideas for Inclusive Growth and Competitiveness in Europe*. [interaktyvus]. 2015. Prieiga per: https://www3.weforum.org/docs/WEF_EUROPE-LAB.pdf.
2. STIGLITZ, Joseph E. The Current Economic Crisis and Lessons for Economic Theory. *Eastern Economic Journal* [interaktyvus]. 2009, vol. 35, no. 3. p. 281-296 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 0094-5056. Prieiga per: doi:10.1057/eej.2009.24.
3. KETELS, Christian ir Michael E. PORTER. Rethinking the Role of the EU in Enhancing European Competitiveness. *Competitiveness Review: An International Business Journal* [interaktyvus]. 2021, vol. 31, no. 2. p. 189-207 [žiūrėta 2023 m. sausio 18 d.]. ISSN 1059-5422. Prieiga per: doi:10.1108/CR-08-2020-0100.
4. BENIUŠIENĖ, Ineta ir Giedrė SVIRSKIENĖ. Konkurencingumas: Teorinis Aspektas. *Ekonomika Ir Vadyba: Aktualijos Ir Perspektyvos* [interaktyvus]. 2008, vol. 4(13). p. 32-40 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 1648-9098. Prieiga per: <https://epublications.vu.lt/object/elaba:6110231/>.
5. VALODKIENĖ, Gitana ir Vytautas SNIEŠKA. Tarptautinis konkurencingumas ir jį lemiantys veiksniai ekonomikos nuosmukio laikotarpiu. *Economics and Management* [interaktyvus]. 2012, vol. 2(17). p. 602-608 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 2029-9338. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.5755/j01.em.17.2.2188>.
6. SNIEČKA, Vytautas ir Jurgita BRUNECKIENĖ. Measurement of Lithuanian Regions by Regional Competitiveness Index. *Inžinerinė Ekonomika* [interaktyvus]. 2009, vol. 66, no. 1. p. 45-57 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 1392-2785. Prieiga per: <https://etalpykla.lituanistika.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2009~1367168617711/>.
7. BRUNECKIENĖ, Jurgita ir Akvilė KILIJONIENĖ. Lietuvos regionų konkurencingumo klasterinė analizė. *Vadybos mokslas ir studijos–kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai* [interaktyvus]. 2011, no. 1 (25). p. 60-69 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 15 d.]. ISSN 2345-0355. Prieiga per: <https://vb.ku.lt/object/elaba:2512198/>.
8. VILPIŠAUSKAS, Ramūnas. Tarptautinis konkurencingumas ir Lietuvos eksporto politika. *Pinigų Studijos* [interaktyvus]. 2004, no. 1. p. 54-69 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 15 d.]. ISSN 1392-2637. Prieiga per: <https://etalpykla.lituanistika.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2004~1367159540607/>.
9. SABONIENĖ, Asta. Lietuvos pramonės politika tarptautinio konkurencingumo požiūriu. *Inžinerinė Ekonomika* [interaktyvus]. 2003, vol. 4 (35). p. 41-46 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 15 d.]. ISSN 1392-2785. Prieiga per: <https://etalpykla.lituanistika.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2003~1367186047387/>.
10. DUMČIUVIENĖ, Daiva, Evelina MEILIENĖ ir Vytautas SNIEŠKA. Konkurencingumo ir sanglaudos ryšiai Europos Sąjungos politikos kontekste [interaktyvus]. 2005, vol. 13. p. 64-73 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 1648-2603. Prieiga per: <https://repository.mruni.eu/handle/007/13556>.
11. PORTER, Michael E. New Global Strategies for Competitive Advantage. *Planning Review* [interaktyvus]. 1990, vol. 18, no. 3. p. 4-14 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 0094-064X. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.1108/eb054287>.
12. KRUGMAN, Paul. Growth on the Periphery: Second Wind for Industrial Regions. *The Allander Series* [interaktyvus]. 2003 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 05 d.].

13. KITSON, Michael, Ron MARTIN ir Peter TYLER. Regional Competitiveness: An Elusive Yet Key Concept?. *Regional Studies* [interaktyvus]. 2004, vol. 38, no. 9. p. 991-999 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 0034-3404. Prieiga per: doi:10.1080/0034340042000320816.
14. HUGGINS, Robert, Hiro IZUSHI ir Piers THOMPSON. Regional Competitiveness: Theories and Methodologies for Empirical Analysis. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal* [interaktyvus]. 2013, vol. 6, no. 2. p. 155-172 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. Prieiga per: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2332832.
15. PRASETYO, P., A. SETYADHARMA ir N. KISTANTI. The Role of Institutional Potential and Social Entrepreneurship as the Main Drivers of Business Opportunity and Competitiveness. *Uncertain Supply Chain Management* [interaktyvus]. 2022, vol. 10, no. 1. p. 101-108 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 2291-6830. Prieiga per: doi:10.5267/j.uscm.2021.10.006.
16. RAKAUSKIENĖ, Giedrė ir Rima TAMOŠIŪNIENĖ. Šalies konkurencingumą lemiantys veiksniai. *Verslas: Teorija Ir Praktika* [interaktyvus]. 2013, vol. 14, no. 3. p. 177-187 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 6480-627. Prieiga per: doi:10.3846/btp.2013.19.
17. LAHAYE, Laura. *Mercantilism*. The New Palgrave Dictionary of Economics. London: , 2008. Prieiga per: doi:10.1057/978-1-349-95121-5_838-2.
18. BOUDREAUX, Donald J. *Comparative Advantage*. [interaktyvus]. Econlib, 2008. Prieiga per: <https://www.econlib.org/library/Enc/ComparativeAdvantage.html>
19. VOINESCU, Razvan ir Cristian MOISOIU. Competitiveness, Theoretical and Policy Approaches. Towards a More Competitive EU. *Procedia Economics and Finance* [interaktyvus]. 2015, vol. 22. p. 512-521 [žiūrėta 2023 m. sausio 4 d.]. ISSN 2212-5671. Prieiga per: doi:10.1016/S2212-5671(15)00248-8.
20. KRUGMAN, Paul. Making Sense of the Competitiveness Debate. *Oxford Review of Economic Policy* [interaktyvus]. 1996, vol. 12, no. 3. p. 17-25 [žiūrėta 2023 m. sausio 6 d.]. Prieiga per: doi:10.1093/oxrep/12.3.17.
21. SIEBERT, Horst. Locational Competition: A Neglected Paradigm in the International Division of Labour. *World Economy* [interaktyvus]. 2006, vol. 29, no. 2. p. 137-159 [žiūrėta 2023 m. sausio 18 d.]. ISSN 0378-5920. Prieiga per: doi:10.1111/j.1467-9701.2006.00775.
22. ANNONI, Paola ir K. KOZOVSKA. *EU Regional Competitiveness Index (RCI) 2010*. [interaktyvus]. 2010. Prieiga per: doi:10.2788/88040.
23. OECD. *Towards Green Growth: Monitoring Progress OECD Indicators*. , 2011. ISBN 978-92-64-11135-6.
24. SCHWAB, Klaus. World Economic Forum. *Global Competitiveness Report (2014-2015)* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta žiūrėta]. Prieiga per: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global-CompetitivenessReport_2014-15.pdf.
25. PRAHALAD, C. K. ir Gary HAMEL. The Core Competence of the Corporation. *International Library of Critical Writings in Economics* [interaktyvus]. 2003, vol. 163. p. 210-222 [žiūrėta žiūrėta]. ISSN 1931-7204. Prieiga per: doi: 10.1080/08956308.1993.11670940.
26. ŻMUDA, Małgorzata. Towards a Taxonomy of International Competitiveness. *Central European Management Journal* [interaktyvus]. 2017, vol. 25, no. 3. p. 97-116 [žiūrėta žiūrėta]. ISSN 2450-7814. Prieiga per: doi:10.7206/jmba.ce.2450-7814.204.
27. BUZZIGOLI, L. ir VIVIANI, A. *Firm and System Competitiveness: Problems of Definition, Measurement and Analysis*. Firenze University Press Firenze, 2009. ISBN 978-88-6453-936-6.

28. BALKYTĖ, Audronė ir Manuela TVARONAVIČIENĖ. The Inclusion of Sustainable Development Dimension into the Competitiveness Theory. *Business, Management and Education* [interaktyvus]. 2010, vol. 18. p. 1-9 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. ISSN 2029-6169. Prieiga per: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=265a4b27650c6bb0c930d01daa5ee4803d3055b3>.
29. LE, Viet, Xuan-Binh (Benjamin) VU ir Son NGHIEM. Technical Efficiency of Small and Medium Manufacturing Firms in Vietnam: A Stochastic Meta-Frontier Analysis. *Economic Analysis and Policy* [interaktyvus]. 2018, vol. 59. p. 84-91 [žiūrėta 2022 m. lapkričio 5 d.]. ISSN 0313-5926. Prieiga per: doi:10.1016/j.eap.2018.03.001.
30. KOLASIŃSKI, Tomasz W. Devious Competitiveness Paths of SMEs in Sub-Saharan Africa: Selected Issues. *Management and Business Administration. Central Europe* [interaktyvus]. 2012, vol. 20, no. 5. p. 83-99 [žiūrėta 2023 m. sausio 20 d.]. Prieiga per: doi:10.7206/mba.ce.2084-3356.30.
31. CASTELLACCI, Fulvio. Innovation in the Competitiveness of Industries: Comparing the Mainstream and the Evolutionary Approaches. *Technological Forecasting and Social Change* [interaktyvus]. 2008, vol. 75, no. 7. p. 984-1006 [žiūrėta 2023 m. sausio 7 d.]. Prieiga per: doi:10.1016/j.techfore.2007.09.002.
32. MOMAYA, K. Evaluating International Competitiveness at the Industry Level. *Vikalpa* [interaktyvus]. 1998, vol. 23, no. 2. p. 39-46 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. Prieiga per: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0256090919980206>.
33. Bruneckienė Jurgita. *Regionų Plėtros Vertinimas Indeksui*. Technologija, 2013. ISBN 978-609-02-0826-7.
34. KORNITA, Sri Endang, Ria ETTIKA ir Dahlan TAMPUBOLON. Analysis of Regional Competitiveness in the Context of Socio-Economics and Infrastructure. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research* [interaktyvus]. 2022, vol. 3, no. 1. p. 1 [žiūrėta 2023 m. sausio 20 d.]. ISSN 2774-5368. Prieiga per: doi:10.11594/ijmaber.03.01.15.
35. CHO, Dong-Sung. From National Competitiveness to Bloc and Global Competitiveness. *Competitiveness Review: An International Business Journal* [interaktyvus]. 1998, vol. 8, no. 1. p. 11-23 [žiūrėta 2022 m. spalio 11 d.]. ISSN 1059-5422. Prieiga per: doi:10.1108/eb046358.
36. GARCÍA-SÁNCHEZ, Antonio, David SILES ir María DE MAR VÁZQUEZ-MÉNDEZ. Innovation, Competitiveness and Prosperity: A Factor Analysis of Innovation Indicators in Spain. *Management* [interaktyvus]. 2018, vol. 6, no. 5. p. 375-383 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 18 d.]. Prieiga per: doi:10.17265/2328-2185/2018.05.006.
37. PORTER, Michael E. The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review* 1990, vol. 68, no. 2. p. 73.
38. CHO, Dong-Sung. A Dynamic Approach to International Competitiveness: The Case of Korea. *Asia Pacific Business Review* [interaktyvus]. 1994, vol. 1, no. 1. p. 17-36 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. Prieiga per: doi:10.1080/13602389400000002.
39. BALKYTE, Audrone ir Manuela TVARONAVIČIENE. Perception of Competitiveness in the Context of Sustainable Development: Facets of “sustainable Competitiveness”. *Journal of Business Economics and Management* [interaktyvus]. 2010, vol. 11, no. 2. p. 341-365 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 18 d.]. ISSN 2029-4433. Prieiga per: doi:10.3846/jbem.2010.17.

40. WCY. *IMD World Competitiveness Ranking 2022*. [interaktyvus]. 2022. Prieiga per: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>.
41. World Economic Forum. *The Global Competitiveness Report 2012-2013*. [interaktyvus]. World Economic Forum. 2013. Prieiga per: https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf.
42. World Economic Forum. *The Global Competitiveness Report 2018*. [interaktyvus]. World Economic Forum. 2018. Prieiga per: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018/>.
43. BILBAO-TEROL, Amelia, Mar ARENAS-PARRA ir Vitali ONOPKO-ONOPKO. Measuring Regional Sustainable Competitiveness: A Multi-Criteria Approach. *Operational Research* [interaktyvus]. 2019, vol. 19. p. 637-660 [žiūrėta 2022 m. spalio 23 d.]. Prieiga per: doi:10.1007/s12351-017-0367-9.
44. D'URSO, Pierpaolo, Livia DE GIOVANNI, Riccardo MASSARI ir Francesca GM SICA. Cross Sectional and Longitudinal Fuzzy Clustering of the Nuts and Positioning of the Italian Regions with Respect to the Regional Competitiveness Index (RCI) Indicators with Contiguity Constraints. *Social Indicators Research* [inter]. 2019, vol. 146. p. 609-650 [žiūrėta 2023 m. sausio 7 d.]. Prieiga per: doi:10.1007/s11205-019-02134-8.
45. GONZÁLEZ CATALÁN, Sergio. Regional Competitiveness in Latin America: A Comparative Study of the Key Elements for Regional Performance. *Investigaciones Regionales = Journal of Regional Research* [interaktyvus]. 2021, no. 50. p. 125-146 [žiūrėta 2022 m. lapkričio 3 d.]. ISSN 2340-2717. Prieiga per: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8012426>.
46. SolAbility. *Achieving Sustainable Competitiveness*. [interaktyvus]. 2013. Prieiga per: https://sustainability.com/wp-content/uploads/2015/11/Sustainable_Competitiveness_Index_Achieving_sustainable_competitiveness.pdf.
47. CHOE, Kyeong Ae ir ROBERTS, B.H. *Competitive Cities in the 21st Century: Cluster-Based Local Economic Development*. Asian Development Bank, 2011. ISBN 978-92-9092-431-9.
48. GEYER, Roland. *The Business of Less: The Role of Companies and Households on a Planet in Peril*. New York: Routledge, 2021. ISBN 978-1-003-16306-0.
49. LINCÉNYI, Marcel ir Jaroslav ČÁRSKY. Research of Citizens Behavior in a Political Campaign in Searching for and Monitoring Political Advertising in the Slovak Republic. *Insights into Regional Development* [interaktyvus]. 2021, vol. 3, no. 1. p. 29 [žiūrėta 2023 m. sausio 22 d.]. ISSN 2669-0195. Prieiga per: doi:10.9770/IRD.2021.3.1(2).
50. MAZZANTI, Massimiliano, Matteo MAZZARANO, Andrea PRONTI ir Marco QUATROSI. INSIGHTS INTO REGIONAL DEVELOPMENT Publisher FISCAL POLICIES, PUBLIC INVESTMENTS AND WELLBEING: MAPPING THE EVOLUTION OF THE EU *. *Insights into Regional Development* [interaktyvus]. 2020, vol. 2, no. 4. p. 725-749 [žiūrėta 2023 m. sausio 23 d.]. ISSN 2669-0195. Prieiga per: doi:10.9770/IRD.2020.2.4(1).
51. SAMANTA, Subarna K. ir Rajib N. SANYAL. National Competitiveness and Perception of Corruption. *Journal of Competitiveness Studies* [interaktyvus]. 2010, vol. 18, no. 1/2. p. 89 [žiūrėta 2023 m. sausio 23 d.]. Prieiga per: <https://www.proquest.com/docview/749790725?pq-orig-site=gscholar&fromopenview=true>.
52. COHEN, Scott A., Girish PRAYAG ir Miguel MOITAL. Consumer Behaviour in Tourism: Concepts, Influences and Opportunities. *Current Issues in Tourism* [interaktyvus]. 2014, vol. 17, no.

10. p. 872-909 [žiūrėta 2023 m. sausio 23 d.]. ISSN 1368-3500. Prieiga per: doi:10.1080/13683500.2013.850064.
53. MENDONÇA, Helder ir André FONSECA. Corruption, Income, and Rule of Law: Empirical Evidence from Developing and Developed Economies. *Revista De Economia Política* [interaktyvus]. 2012, vol. 32. p. 305-314 [žiūrėta 2023 m. sausio 16 d.]. Prieiga per: doi:10.1590/S0101-31572012000200009.
54. ULMAN, Simona-Roxana. The Impact of the National Competitiveness on the Perception of Corruption. *Procedia Economics and Finance* [interaktyvus]. 2014, vol. 15. p. 1002-1009 [žiūrėta 2023 m. sausio 20 d.]. ISSN 2212-5671. Prieiga per: doi:10.1016/S2212-5671(14)00660-1.
55. PALEY, Tatiana. Assessing the Impact of Infrastructure on Economic Growth and Global Competitiveness. *Procedia Economics and Finance* [interaktyvus]. 2015, vol. 23. p. 168-175 [žiūrėta 2023 m. sausio 24 d.]. ISSN 9789-811213397. Prieiga per: doi:10.1016/S2212-5671(15)00322-6.
56. ČINČIKAITĖ, Renata ir Ieva KAVALIAUSKIENĖ M. Sustainability an Integrated Assessment of the Competitiveness of a Sustainable City within the Context of the COVID-19 Impact. *Sustainability* [interaktyvus]. 2022, vol. 14, no. 13 [žiūrėta 2023 m. sausio 24 d.]. ISSN 2071-1050. Prieiga per: doi:10.3390/su14137575.
57. DEL OLMO-GARCÍA, Francisco, Fernando CRECENTE ir María SARABIA. Macroeconomic and Institutional Drivers of Early Failure among Self-Employed Entrepreneurs: An Analysis of the Euro Zone. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* [interaktyvus]. 2020, vol. 33, no. 1. p. 1830-1848 [žiūrėta 2023 m. sausio 23 d.]. ISSN 1331-677X. Prieiga per: doi:10.1080/1331677X.2020.1754268.
58. AKIS, Elife. Innovation ir Competitive Power. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2015, vol. 195. p. 1311-1320 [žiūrėta 2023 m. sausio 18 d.]. ISSN 1877-0428. Prieiga per: doi:10.1016/j.sbspro.2015.06.304.
59. SCHWAB, Klaus. *The Global Competitiveness Report 2019*. [interaktyvus]. World Economic Forum. 2020. Prieiga per: https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf.
60. SIGNÉ, Landry. Development Strategies in a Changing Global Political Economy [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023 m. kovo 1 d.]. Prieiga per: doi:10.1787/bdba0621-en.
61. SATO, M. ir A. DECHEZLEPRÊTRE. The Impacts of Environmental Regulations on Competitiveness. *Policy Brief* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2023 m. sausio 21 d.]. Prieiga per: doi:10.1086/342808.
62. CONSTANZE FETTING. The European Green Deal. *European Sustainable Development Network (Esdn)* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2023 m. sausio 17 d.]. Prieiga per: https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN_Reports/ESDN_Report_2_2020.pdf.
63. JACOBS, Thomas, Niels GHEYLE, Ferdi DE VILLE ir Jan ORBIE. The Hegemonic Politics of 'Strategic Autonomy' and 'Resilience': COVID-19 and the Dislocation of EU Trade Policy. *Journal of Common Market Studies* [interaktyvus]. 2022, vol. 61, no. 1. p. 3-19 [žiūrėta 2023 m. sausio 24 d.]. ISSN 0021-9886. Prieiga per: doi:10.1111/jcms.13348.
64. CORRIGAN, Gemma, Roberto CROTTI, Margareta DRZENIEK and Cecilia SERIN. Assessing Progress Toward Sustainable Competitiveness. *The Global Competitiveness Report 2014–2015* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2023 m. sausio 17 d.]. Prieiga per: https://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/GCR_Chapter1.2_2014-15.pdf.

65. THORE, Sten ir Ruzanna TARVERDYAN. The Sustainable Competitiveness of Nations. *Technological Forecasting and Social Change* [interaktyvus]. 2016, vol. 106. p. 108-114 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 18 d.]. ISSN 0040-1625. Prieiga per: doi:10.1016/j.techfore.2016.02.017.
66. DOYLE, Eleanor ir Mauricio PEREZ-ALANIZ. From the Concept to the Measurement of Sustainable Competitiveness: Social and Environmental Aspects. *Entrepreneurial Business and Economics Review* [interaktyvus]. 2017, vol. 5, no. 4. p. 35-60 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 2353-8821. Prieiga per: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=596145>.
67. SGAMBATI, Sabrina ir Carmela GARGIULO. The Evolution of Urban Competitiveness Studies Over the Past 30 Years. A Bibliometric Analysis. *Cities* [interaktyvus]. 2022, vol. 128. p. 103811 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 0264-2751. Prieiga per: doi:10.1016/j.cities.2022.103811.
68. PORTER, Michael E. ir Claas van der LINDE. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives* [interaktyvus]. 1995, vol. 9, no. 4. p. 97-118 [žiūrėta 2022 m. gruodžio 10 d.]. Prieiga per: doi:10.1257/jep.9.4.97.
69. PARLIAMENT, European. *New Circular Economy Action Plan | Legislative Train Schedule*. [Interaktyvus]. 2023 Prieiga per: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-new-circular-economy-action-plan>
70. BUUREN van Stef ir Groothuis O. KARIN. Mice: Multivariate Imputation by Chained Equations in R. *Journal of Statistical Software* [interaktyvus]. , vol. 45, no. 3. p. 1-67 [žiūrėta 2023 m. vasario 10 d.]. Prieiga per: doi:10.18637/jss.v045.i03.
71. DOLGE, Kristiāna, Anna KUBULE ir Dagnija BLUMBERGA. Composite Index for Energy Efficiency Evaluation of Industrial Sector: Sub-Sectoral Comparison. *Environmental and Sustainability Indicators* [interaktyvus]. 2020, vol. 8. p. 100062 [žiūrėta 2023 m. sausio 20 d.]. ISSN 2665-9727. Prieiga per: doi:10.1016/j.indic.2020.100062.
72. BARRERA-ROLDÁN, Adrián and Américo SALDÍVAR-VALDÉS. Proposal ir Application of a Sustainable Development Index. *Ecological Indicators* [interaktyvus]. 2002, vol. 2, no. 3. p. 251-256 [žiūrėta 2023 m. sausio 3 d.]. ISSN 1470-160X. Prieiga per: doi:10.1016/S1470-160X(02)00058-4.
73. GAN, Xiaoyu, . When to use what: Methods for Weighting and Aggregating Sustainability Indicators. *Ecological Indicators* [interaktyvus]. 2017, vol. 81. p. 491-502 [žiūrėta 2023 m. vasario 15 d.]. ISSN 1470-160X. Prieiga per: doi:10.1016/j.ecolind.2017.05.068.
74. BILEVIČIENĖ, Tatjana ir Steponas JONUŠAUSKAS. *Statistinių metodų taikymas rinkos tyrimuose*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2011. ISBN 978-9955-19-242-8.
75. AGGARWAL C.Charu ir Reddy K. CHANDAN. *Data Clustering*. Chapman and Hall/CRC, 2016. ISBN 9781315373515.
76. TOKUDA, Eric K., Cesar H. COMIN ir Luciano da F. COSTA. Revisiting Agglomerative Clustering. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* [interaktyvus]. 2022, vol. 585. p. 126433 [žiūrėta 2023 m. vasario 20 d.]. ISSN 0378-4371. Prieiga per: doi:10.1016/j.physa.2021.126433.
77. DINH, Duy-Tai, Van-Nam HUYNH ir Songsak SRIBOONCHITTA. Clustering Mixed Numerical and Categorical Data with Missing Values. *Information Sciences* [interaktyvus]. 2021, vol. 571. p. 418-442 [žiūrėta 2023 m. vasario 14 d.]. ISSN 0020-0255. Prieiga per: doi:10.1016/j.ins.2021.04.076.

78. SAXENA, Amit, . A Review of Clustering Techniques and Developments. *Neurocomputing* [interaktyvus]. 2017, vol. 267. p. 664-681 [žiūrėta 2023 m. vasario 20 d.]. ISSN 0925-2312. Prieiga per: doi:10.1016/j.neucom.2017.06.053.
79. Dasgupta Sanjoy. A Cost Function for Similarity-Based Hierarchical Clustering. *Stoc* [interaktyvus]. 2016, vol. 16. p. 118-127 [žiūrėta 2023 m. sausio 20 d.]. Prieiga per: doi:10.1145/2897518.2897527.
80. Sultana I.Shaik. *How the Hierarchical Clustering Algorithm Works*. [Interaktyvus]. 2020.
81. ZHANG, En, . Practical Multi-Party Private Collaborative K-Means Clustering. *Neurocomputing* [interaktyvus]. 2022, vol. 467. p. 256-265 [žiūrėta 2023 m. vasario 14 d.]. ISSN 0925-2312. Prieiga per: doi:10.1016/j.neucom.2021.09.050.
82. Genolini Christophe, Alacoque Xavier, Sentenac Mariane ir Arnaud Catherine. Kml and Kml3d: R Packages to Cluster Longitudinal Data. *Journal of Statistical Software* [interaktyvus]. 2015, vol. 65, no. 4. p. 1-34 [žiūrėta 2023 m. vasario 15 d.]. Prieiga per: doi:10.18637/jss.v065.i04.
83. TUFFÉRY, Stéphane. *Data Mining and Statistics for Decision Making*. John Wiley & Sons Limited, 2011. ISBN 9780470979167.
84. Guari Nicolas. *PCA Over a Bivariate Gaussian Distribution*. [interaktyvus]. 2016 Prieiga per: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GaussianScatterPCA.svg#/media/File:GaussianScatterPCA.svg>
85. AZIS, Iwan J. *Regional Economics: Fundamental Concepts, Policies, and Institutions*. World Scientific, 2020. ISBN 978-981-121-339-7.

Informacijos šaltinių sąrašas

86. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
87. <https://data.worldbank.org/>
88. <https://www.weforum.org/reports?utf8=%E2%9C%93&query=competitiveness+report>
89. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country>
90. [https://www.oecd.org/greengrowth/GGSD_2018_Competitiveness%20Issue%20Paper WEB.pdf](https://www.oecd.org/greengrowth/GGSD_2018_Competitiveness%20Issue%20Paper_WEB.pdf)
91. https://www.imd.org/wp-content/uploads/2023/02/all_criteria_list_wcy_2022.pdf
92. <https://www.transparency.org/en/cpi/2021>

Priedai

1 priedas. Šalių konkurencingumo indekso veiksniai

Nr.	Veiksny	Rodiklis	Duomenų šaltinis
Institucinė aplinka			
1	Korupcijos kontrolė	Korupcijos kontrolės rodiklis	World Bank
2	Vyriausybės efektyvumas	Vyriausybės efektyvumo rodiklis	World Bank
3	Politinis stabilumas	Politinio stabilumo rodiklis	World Bank
4	Reguliavimo kokybė	Reguliavimo kokybės rodiklis	World Bank
5	Balsas ir atskaitomybė	Balso ir atskaitomybės (Teisinės valstybės) rodiklis	World Bank
6	Korupcijos suvokimo indeksas	Korupcijos suvokimo rodiklis	Transparency International
Makroekonominė aplinka			
7	Bendrasis vidaus produktas	BVP tenkantis vienam gyventojui rodiklis	Eurostat
8	Skurdo lygis	Populiacijos dalis, kuri disponuojamos pajamos yra mažesnės už skurdo rizikos ribą, kuri yra 60% nacionalinės ekvivalentinių disponuojamų pajamų medianos dalis rodiklis	Eurostat
9	Tiesioginės užsienio investicijos	Tiesioginės užsienio investicijos vienam gyventojui	Eurostat
10	Verslumo lygis	Įmonių skaičius 100 000 gyventojų	Eurostat
11	Tarptautinė prekyba kaip BVP dalis	Tarptautinės prekybos dalis BVP rodiklis	World Bank
12	Eksporto rinkos dalis	Eksporto pokyčio per 5 metus rodiklis	Eurostat
13	Namų ūkių vartojimo išlaidos	Namų ūkių galutinių vartojimo išlaidų dalis nuo BVP rodiklis	World Bank
14	Aukštųjų technologijų eksportas	Aukštųjų technologijų eksporto dalis nuo prekių eksporto rodiklis	World Bank
15	IRT paslaugų eksportas	IRT paslaugų eksporto dalis nuo paslaugų eksporto rodiklis	World Bank
16	Urbanizacija	Gyventojų dalis gyvenanti mieste rodiklis	Eurostat
Pagrindinė ir IT infrastruktūra			
17	Verslo investicijos į IRT	Verslo investicijų dalis į IRT nuo MTEP rodiklis	Eurostat
18	Plačiajuosčio interneto greitis	Plačiajuosčio interneto greičio (Mbps) rodiklis	Eurostat
19	Energijos dalis iš atsinaujinančių energijos šaltinių	Atsinaujinančios energijos dalis visoje energijoje rodiklis	Eurostat
20	Saugūs interneto serveriai	Saugūs interneto serveriai 1 000 000 gyventojų (TLS/SSL) rodiklis	World Bank
21	Interneto naudotojai	Interneto naudotojai 1000 gyventojų	Eurostat
Inovacijos			

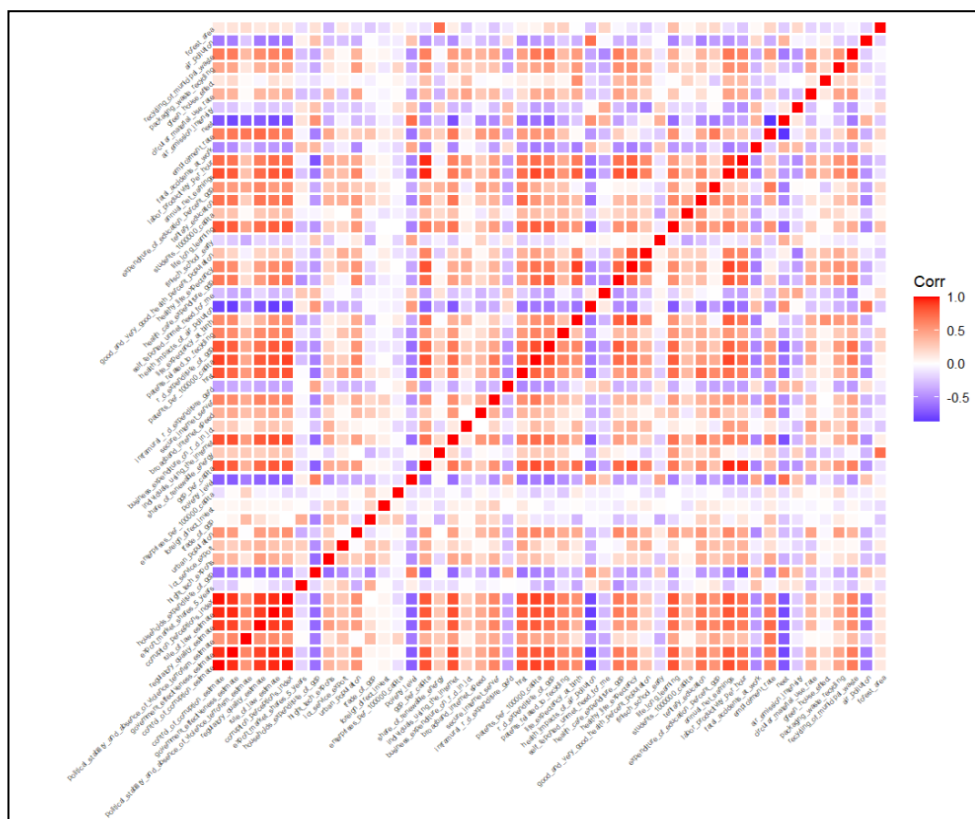
22	Visos vidaus išlaidos į MTEP	Išlaidų dalis į MTEP nuo visų išlaidų (GERD) rodiklis	Eurostat
23	Žmogiškieji ištekliai mokslo ir technologijų srityje	HRST nuo visų dirbančiųjų rodiklis	Eurostat
24	Patentų skaičius Europos Patentų Tarybai	Pateiktos patentų paraiškos Europos Patentų Tarybai tenkančios 100 000 gyventojų rodiklis	Eurostat
25	Investicijos į MTEP	Išlaidų į MTEP dalis nuo BVP rodiklis	World Bank
26	Patentai susiję su perdirbimu ir antrinėmis žaliavomis	Pateiktos patentų paraiškos Europos Patentų Tarybai susijusios su perdirbimu ir antrinėmis žaliavomis 1000 verslo įmonių rodiklis	Eurostat
Švietimas ir sveikata			
27	Jaunuoliai anksti baigę mokyklą ir nesimokę toliau	Anksti mokyklą baigusių ir nesimokusių toliau rodiklis	Eurostat
28	Viso gyvenimo mokymasis	Dalyvavimo švietime ir mokyme rodiklis	Eurostat
29	Studentų skaičius	Studentų skaičius 1 000 000 mln. gyventojų rodiklis	Eurostat
30	Aukštasis išsilavinimas	Gyventojų dalis turinti ne žemesnį nei aukštąjį išsilavinimą rodiklis	Eurostat
31	Išlaidos švietimui	BVP dalis tenkanti švietimui rodiklis	World Bank
32	Geros ir labai geros sveikatos populiacijos dalis	Geros ir labai geros sveikatos turinčių asmenų dalies populiacijoje rodiklis	Eurostat
33	Sveiko gyvenimo trukmė	Sveiko gyvenimo trukmės rodiklis	Eurostat
34	Išlaidos sveikatos apsaugai	BVP dalis tenkanti sveikatos apsaugai rodiklis	World Bank
35	Asmenų praneštas poreikis gauti medicininę priežiūrą	Asmenų praneštas poreikis gauti medicininę priežiūrą rodiklis	Eurostat
36	Oro taršos poveikis sveikatai	Ankstyvųjų mirčių dėl oro taršos rodiklis	Eurostat
37	Gyvenimo trukmė	Vidutinės gyvenimo trukmės rodiklis	Eurostat
Darbo rinka			
38	Užimtumo lygis	Dirbančių dalis visoje populiacijoje rodiklis	Eurostat
39	Rinkos dydis	Dirbančiųjų dalis darbingo amžiaus populiacijoje rodiklis	Eurostat
40	Jaunimo nedarbas	Jauni žmonės nedirbantys ir nesimokantys (NEET) rodiklis	Eurostat
41	Darbo našumas	Darbo našumas vienam dirbančiajam ir dirbtai valandai rodiklis	Eurostat
42	Vidutinis darbo užmokestis vienam gyventojui	Vidutinio darbo užmokesčio dydžio tenkančio vienam gyventojui rodiklis	Eurostat
43	Nelaimingi atsitikimai darbe	Nelaimingi atsitikimai darbe tenkantys 100 000 dirbančių rodiklis	Eurostat
Klimatui neutrali aplinka			
44	Su klimatu susiję ekonominiai nuostoliai	Ekonominiai nuostoliai susiję su klimatu tenkantys vienam gyventojui, eur	Eurostat, EEA

45	Pakuočių atliekų perdirbimas	Perdirbtų pakuočių rodiklis	Eurostat
46	Komunalinių atliekų perdirbimas	Perdirbtų komunalinių atliekų rodiklis	Eurostat
47	Oro tarša	Oro taršos kietosiomis dalelėmis rodiklis	Eurostat, EEA
48	Pramonės išmetamų taršalų intensyvumas	Pramonės sektoriaus kietųjų dalelių išmetimas tenkantis BVP rodiklis	Eurostat
49	Perdirbamų medžiagų panaudojimo rodiklis	Perdirbtų medžiagų dalis visuose panaudojimuose medžiagose rodiklis	Eurostat
50	Miško ploto augimas	Miško hektarų pokytis per 5 metus rodiklis	World Bank

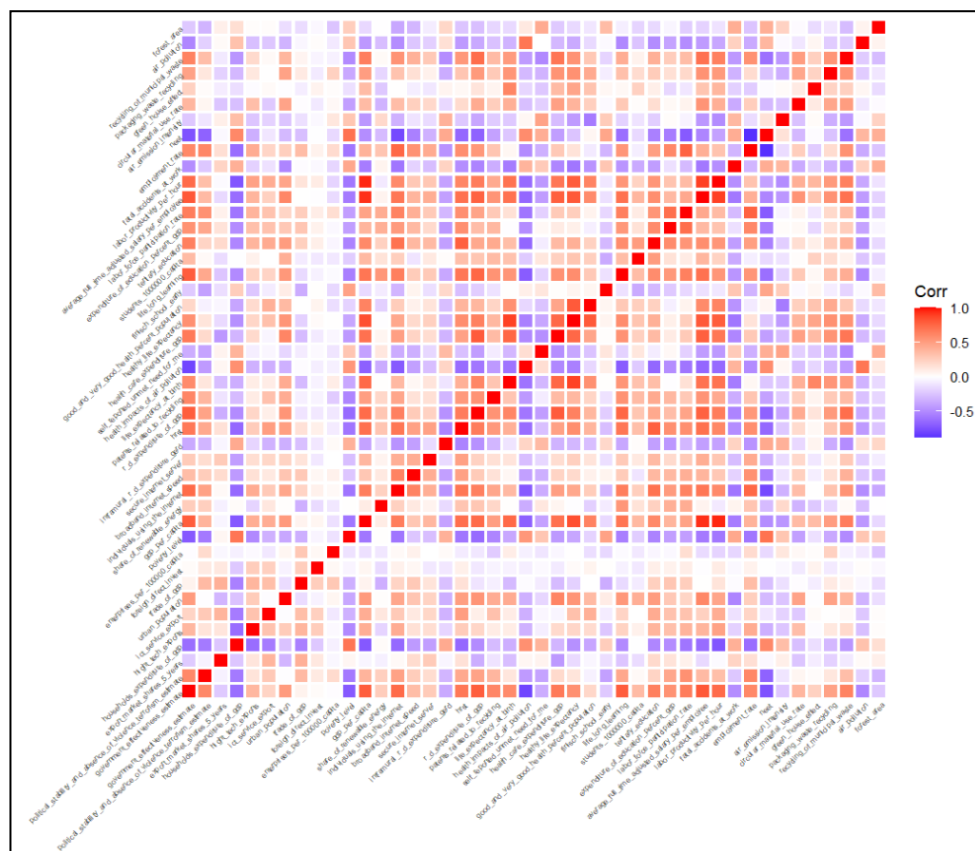
2 priedas. Duomenų reikšmės prieš ir po tuščių reikšmių užpildymo

Šalies konkurencingumo rodiklis		Prieš duomenų užpildymą			Po duomenų užpildymo		
		Minimali reikšmė	Vidurkis	Maksimali reikšmė	Minimali reikšmė	Vidurkis	Maksimali reikšmė
1	Su perdirbimu susijusių patentų dalis	0,0000	0,6914	3,2400	0,0000	0,6678	3,2400
2	Studentų skaičius tenkantis 1 mln. gyventojų	2534	4185	7510	2534	4168	7510
3	Išlaidų dalis į MTEP nuo visų išlaidų (GERD rodiklis)	17,80	33,52	53,30	17,80	33,26	53,30
4	Pakuočių atliekų perdirbimo rodiklis	36,10	64,17	85,30	36,10	63,44	85,30
5	Išlaidų dalis sveikatos apsaugai nuo BVP	4,730	8,588	12,820	4,730	8,534	12,820
6	Komunalinių atliekų perdirbimo rodiklis	10,30	37,57	68,30	10,30	37,51	68,30
7	Įmonių skaičius 100 tūkst. gyventojų	2122	5552	9980	2122	5381	9980
8	Išlaidų švietimui dalis nuo BVP	7,157	11,045	18,744	7,157	11,096	18,744
9	Sveiko gyvenimo trukmės rodiklis	60,30	70,80	78,70	60,30	70,85	78,70
10	Plačiajuosčio interneto greitis	0,40	58,66	98,50	0,40	59,54	98,50
11	Nelaimingų (mirtinų) atsitikimų darbe rodiklis	0,270	2,211	5,780	0,270	2,177	5,780
12	Su klimatu susijusių ekonominių nuostolių rodiklis	20,60	75,71	138,80	20,60	74,34	138,80
13	Oro taršos poveikio sveikatai rodiklis	1,00	65,15	219,00	1,00	64,98	219,00
14	Išlaidų į MTEP dalis nuo BVP	0,3816	1,7120	3,5272	0,3816	1,7297	3,5272
15	Saugių interneto serverių rodiklis	131,4	22346,3	277330,6	131,4	23084,2	277330,6
16	Oro emisijos intensyvumo rodiklis	0,010	0,176	1,020	0,010	0,170	1,020
17	Oro užterštumo rodiklis	4,80	14,46	29,30	4,80	14,56	29,30
18	Geros ir labai geros sveikatos populiacijos dalis	42,80	65,59	84,10	42,80	65,65	84,10
19	Aukštųjų technologijų eksporto dalis	4,493	13,991	32,833	4,493	13,994	32,833
20	Asmenų praneštas poreikis gauti medicininę priežiūrą rodiklis	0,000	3,315	16,400	0,000	3,307	16,400
21	Vidutinis darbo užmokestis vienam darbuotojui	5266	27425	72247	5266	27415	72247
22	Miško ploto augimas per 5 metus	-0,09676	0,6066	0,53171	-0,09676	0,6066	0,53171
23	ICT paslaugų eksporto dalis	2,444	12,690	58,950	2,444	12,688	58,950
24	Asmenų besinaudojančių internetu rodiklis	45,88	79,69	98,87	45,88	79,69	98,87
25	Gyvenimo trukmės rodiklis	71,40	79,50	84,00	71,40	79,50	84,00
26	Skurdo lygio rodiklis	13,20	23,15	38,20	13,20	23,15	38,20

3 priedas. Koreliacijų matricos

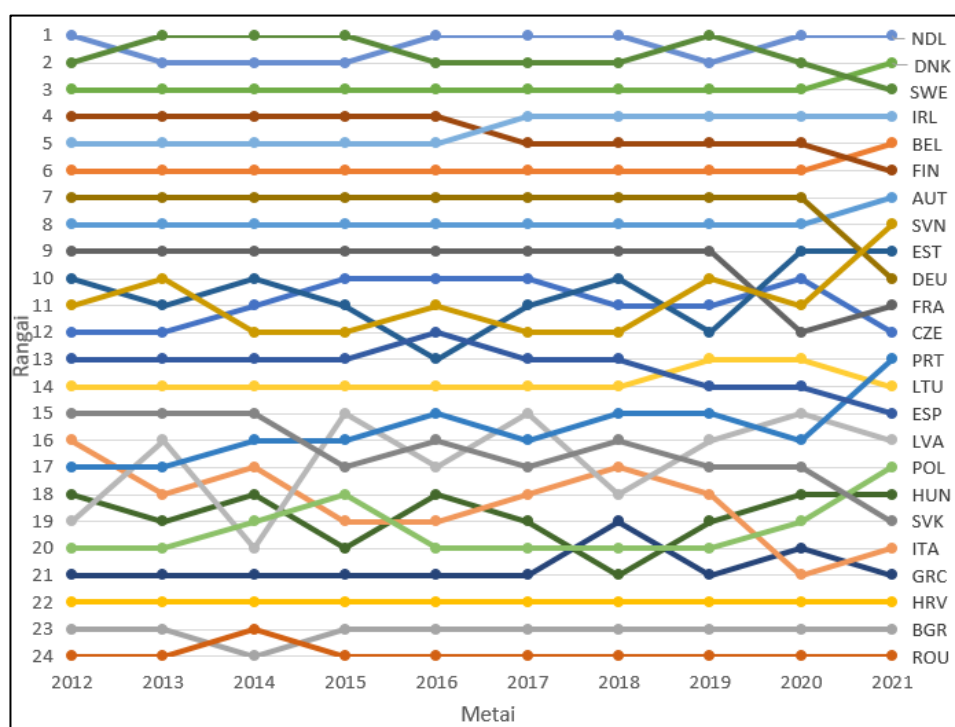


Koreliacijų matrica prieš koreliacijų analizę.



Koreliacijų matrica po koreliacijos analizės, pašalinus stiprų koreliacijos koeficientą turinčias reikšmes.

4 priedas. Šalių konkurencingumo indekso rangai



5 priedas. Šalių konkurencingumo indeksų skaičiavimo rezultatai

Šalys	Metai									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Austrija	24,46	24,12	24,53	24,13	23,77	23,52	24,03	23,01	22,86	25,13
Belgija	25,44	25,29	25,55	25,41	25,34	25,03	25,58	24,76	25,52	27,74
Bulgarija	12,22	12,37	11,28	11,69	12,03	12,99	13,68	12,67	12,88	15,06
Kroatija	12,35	12,68	13,21	13,26	13,66	13,56	14,70	13,10	13,70	15,59
Čekija	20,46	20,29	20,33	20,80	21,17	21,03	21,49	20,53	21,67	21,94
Danija	28,43	29,07	29,42	29,49	29,79	28,58	29,48	27,98	28,30	29,43
Estija	21,08	20,59	20,94	20,00	19,22	20,87	21,56	20,21	22,38	22,75
Suomija	28,28	28,11	28,08	27,88	27,63	27,73	27,67	26,73	26,51	27,04
Prancūzija	23,75	23,86	23,78	23,28	22,82	22,61	23,06	21,88	21,05	22,35
Vokietija	24,73	24,72	24,73	24,60	24,62	24,17	24,71	23,87	23,44	22,72
Graikija	15,15	14,91	14,72	14,23	14,58	14,24	16,34	15,31	16,52	16,39
Vengrija	16,05	16,27	15,58	15,38	16,57	15,81	15,92	15,73	16,87	17,30
Airija	26,58	26,89	26,82	27,29	27,60	27,76	28,42	27,63	26,92	28,85
Italija	16,26	16,34	16,02	15,46	16,18	16,12	17,08	15,88	15,19	16,46
Latvija	15,76	17,09	15,39	16,91	16,97	17,34	16,74	16,49	17,97	18,61
Lietuva	18,60	18,59	18,28	18,57	19,07	19,26	19,63	18,74	19,55	19,48
Olandija	31,08	30,88	30,27	30,67	30,65	31,05	30,24	29,25	29,77	31,93
Lenkija	15,62	15,10	15,55	16,01	15,76	15,56	16,30	15,59	16,57	18,01
Portugalija	16,20	16,55	16,32	16,79	17,29	17,33	18,80	17,79	17,57	19,58
Rumunija	10,99	11,21	11,33	10,60	11,25	10,72	11,15	9,86	11,02	11,68
Slovakija	17,61	17,71	16,93	16,48	17,05	16,91	17,45	16,17	17,47	16,58
Slovėnija	20,50	20,80	20,19	19,79	20,04	20,33	21,14	21,12	21,22	23,21
Ispanija	18,75	19,35	19,17	18,92	19,81	19,39	20,07	18,60	18,71	18,75
Švedija	30,68	31,28	30,80	30,94	30,26	30,35	30,13	29,74	29,35	28,99

6 priedas. Bajeso informacinio kriterijaus testo rezultatai

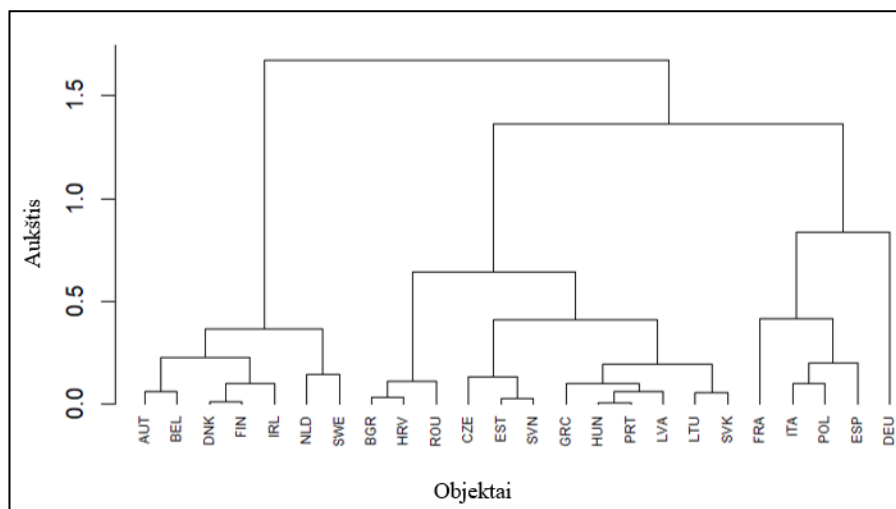
Bayesian Information Criterion (BIC):								
	EII	VII	EEI	VEI	EVI	VVI	EEE	VEE
1	-16.28519	-16.28519	-17.9148870	-17.914887	-17.914887	-17.914887	-20.878747	-20.878747
2	-21.39258	-16.53066	-21.9674686	-17.742700	-1.499375	3.631513	-24.499842	-19.710556
3	-12.51234	NA	-15.6471797	-7.378867	-12.423202	-6.171493	-18.788641	-9.110948
4	-14.82934	NA	8.0813392	NA	NA	NA	4.989913	NA
5	-15.11021	NA	-0.2931991	NA	NA	NA	-3.408848	NA
6	-16.05933	NA	-6.9333511	NA	NA	NA	-10.102637	NA
7	-18.09342	NA	-15.3821145	NA	NA	NA	-18.558539	NA
8	-13.60990	NA	-16.9604009	NA	NA	NA	-15.043417	NA
9	-15.45268	NA	-17.9095419	NA	NA	NA	-15.702636	NA
10	-15.39134	NA	-18.2203030	NA	NA	NA	-20.173759	NA
11	-23.62067	NA	-25.8752528	NA	NA	NA	-25.988641	NA
12	-31.01504	NA	-33.4032073	NA	NA	NA	-35.461006	NA
13	-38.28756	NA	-40.3838349	NA	NA	NA	-44.284827	NA
14	-47.82172	NA	-49.9180134	NA	NA	NA	-53.819367	NA
15	-48.80258	NA	-45.8189262	NA	NA	NA	-46.017692	NA
	EVE	VVE	EEV	VEV	EVV	VVV		
1	-20.878747	-20.8787469	-20.878747	-20.878747	-20.878747	-20.87875		
2	-3.846748	0.4702315	-4.435010	-16.203064	-1.650842	-11.28008		
3	-15.599980	-8.3829733	-15.380127	-7.062565	-15.425562	-11.05862		
4	NA	NA	-3.596684	NA	NA	NA		
5	NA	NA	-15.708923	NA	NA	NA		
6	NA	NA	-21.800410	NA	NA	NA		
7	NA	NA	-28.359580	NA	NA	NA		
8	NA	NA	-22.458807	NA	NA	NA		
9	NA	NA	-26.688554	NA	NA	NA		
10	NA	NA	-22.586953	NA	NA	NA		
11	NA	NA	-35.302827	NA	NA	NA		
12	NA	NA	-45.930725	NA	NA	NA		
13	NA	NA	-58.294913	NA	NA	NA		
14	NA	NA	-43.873760	NA	NA	NA		
15	NA	NA	-39.807731	NA	NA	NA		
Top 3 models based on the BIC criterion:								
EEI,4 EEE,4 VVI,2								
8.081339 4.989913 3.631513								

2012 m.

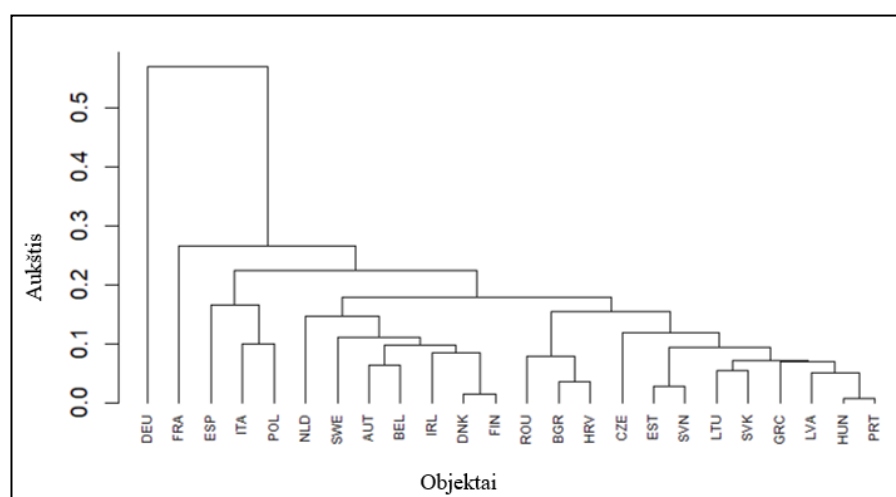
Bayesian Information Criterion (BIC):								
	EII	VII	EVI	VEI	EVI	VVI	EEE	VEE
1	-11.157742	-11.157742	-13.928223	-13.928223	-13.928228	-13.928228	-17.055681	-17.055681
2	-18.591697	-7.451468	-19.090948	-11.188355	8.7219711	6.7203207	-22.932074	-12.517066
3	-12.071468	-9.440693	-14.576430	-4.538526	-0.3175415	0.1480474	-16.034053	-3.556118
4	-6.191859	NA	11.286132	NA	NA	NA	8.408614	NA
5	-3.315115	NA	4.386510	NA	NA	NA	1.212811	NA
6	-5.213607	NA	-1.929449	NA	NA	NA	-5.007069	NA
7	-8.936359	NA	-3.710185	NA	NA	NA	-5.168029	NA
8	-9.445086	NA	-8.848157	NA	NA	NA	-8.930651	NA
9	-15.240644	NA	-10.271331	NA	NA	NA	-11.239613	NA
10	-24.775261	NA	-19.805498	NA	NA	NA	-20.773505	NA
11	-17.288327	NA	-19.353841	NA	NA	NA	-22.380990	NA
12	-26.823097	NA	-28.887624	NA	NA	NA	-31.914071	NA
13	-36.357095	NA	-38.422389	NA	NA	NA	-41.448755	NA
14	-45.314439	NA	-47.840210	NA	NA	NA	-50.679443	NA
15	-54.847780	NA	-57.370624	NA	NA	NA	-60.214282	NA
	EVE	VVE	EEV	VEV	EVV	VVV		
1	-17.055681	-17.05568	-17.0556814	-17.055681	-17.055681	-17.0556814		
2	-20.462817	-19.88810	7.2180051	-8.090927	6.693428	-1.6755415		
3	-4.093859	4.43158	-2.2856124	3.250267	-4.292021	0.1636184		
4	NA	NA	2.2660333	NA	NA	NA		
5	NA	NA	-5.8276955	NA	NA	NA		
6	NA	NA	-16.4782102	NA	NA	NA		
7	NA	NA	-18.4581715	NA	NA	NA		
8	NA	NA	-0.5189418	NA	NA	NA		
9	NA	NA	-10.1569165	NA	NA	NA		
10	NA	NA	-22.8691564	NA	NA	NA		
11	NA	NA	-51.9432546	NA	NA	NA		
12	NA	NA	-64.6549257	NA	NA	NA		
13	NA	NA	-77.3674438	NA	NA	NA		
14	NA	NA	-90.0822341	NA	NA	NA		
15	NA	NA	-102.7954866	NA	NA	NA		
Top 3 models based on the BIC criterion:								
EEI,4 EVI,2 EEE,4								
11.286132 8.721971 8.408614								

2021 m.

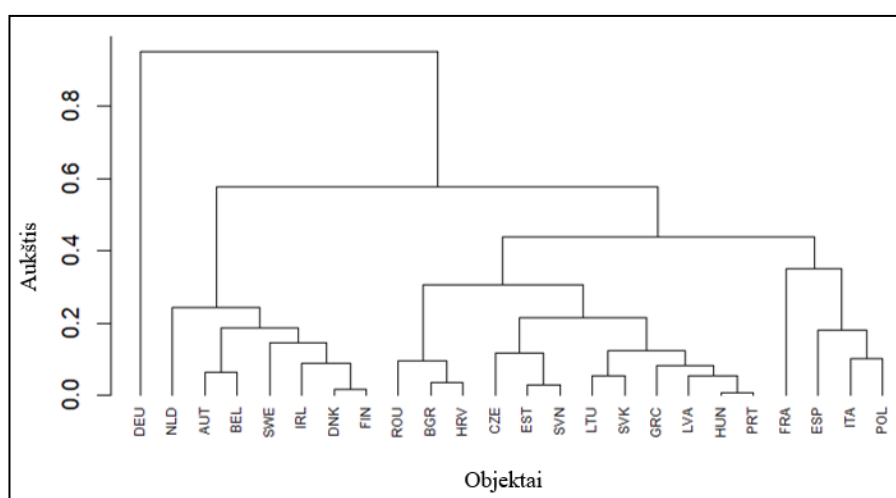
7 priedas. 2012 m. hierarchinio metodo klasterizavimo dendogramos



Vordo metodas

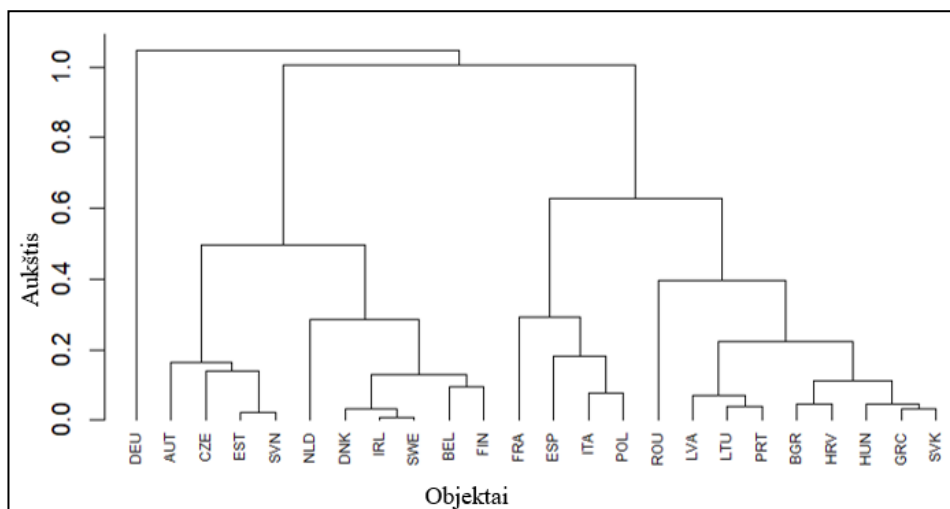


Vienitinės jungties metodas

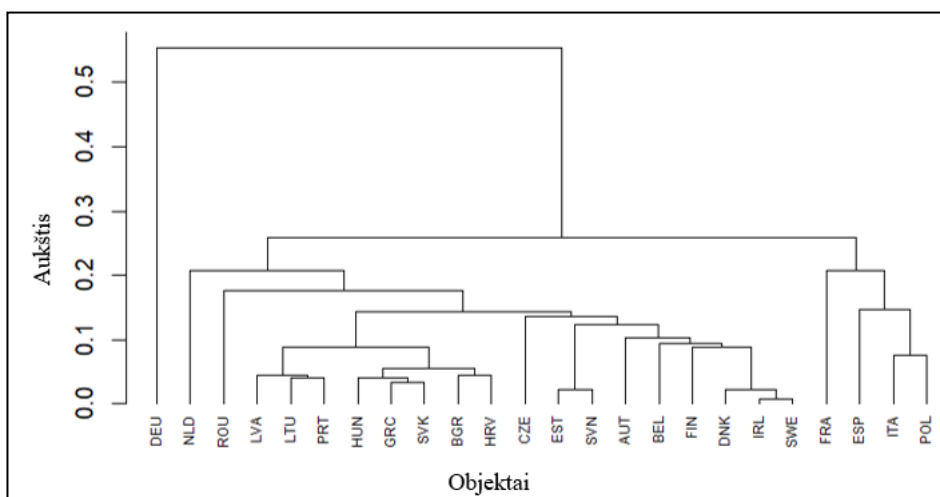


Vidutinės jungties metodas

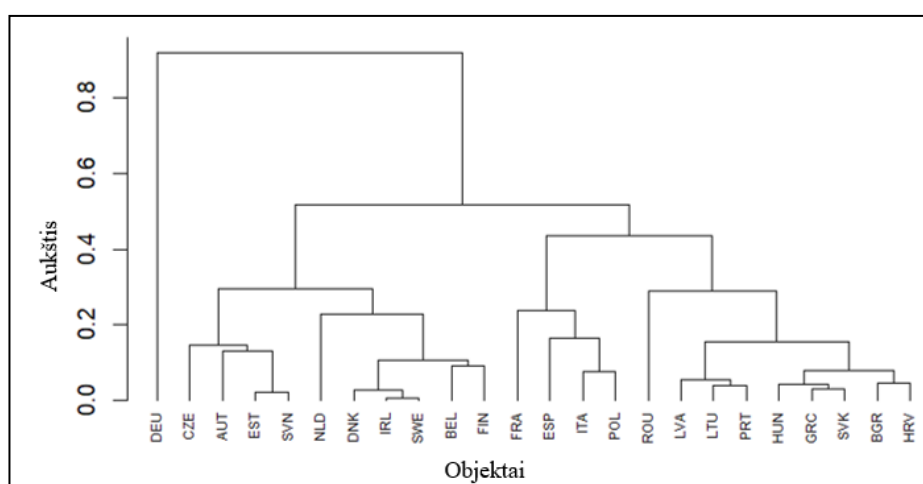
8 priedas. 2021 m. hierarchinio metodo klasterizavimo dendogramos



Pilnosios jungties metodas

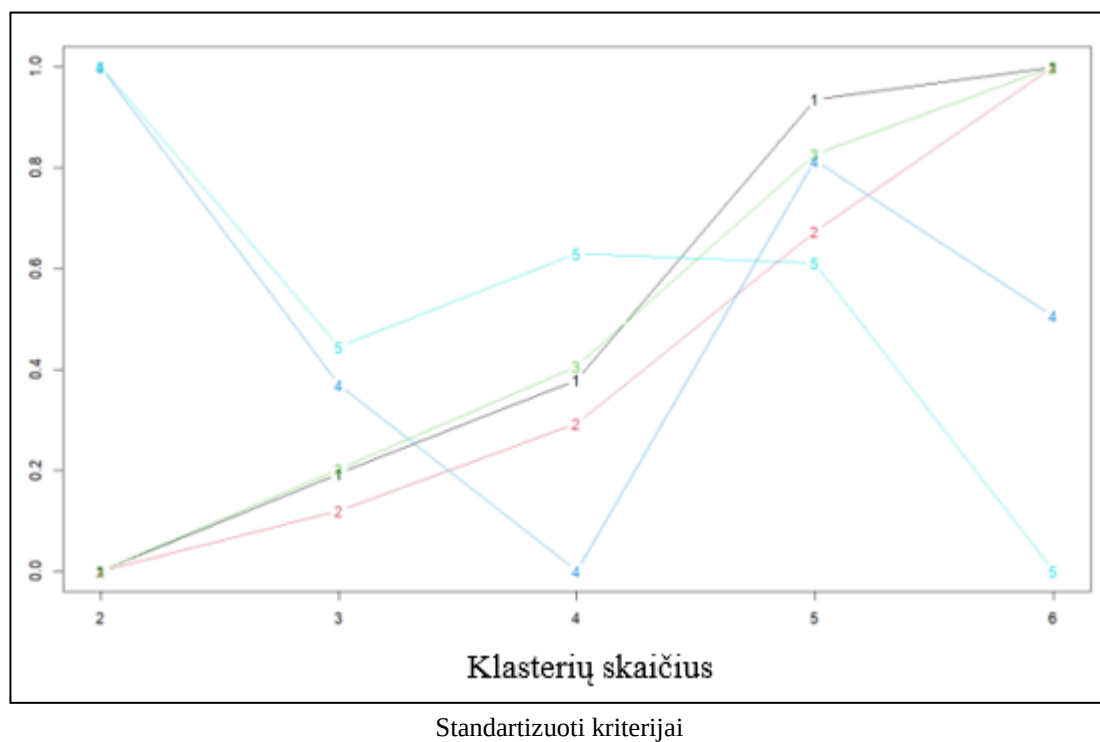


Vienetinės jungties metodas



Vidutinės jungties metodas

9 priedas. Standartizuoti kriterijai klm3d atveju

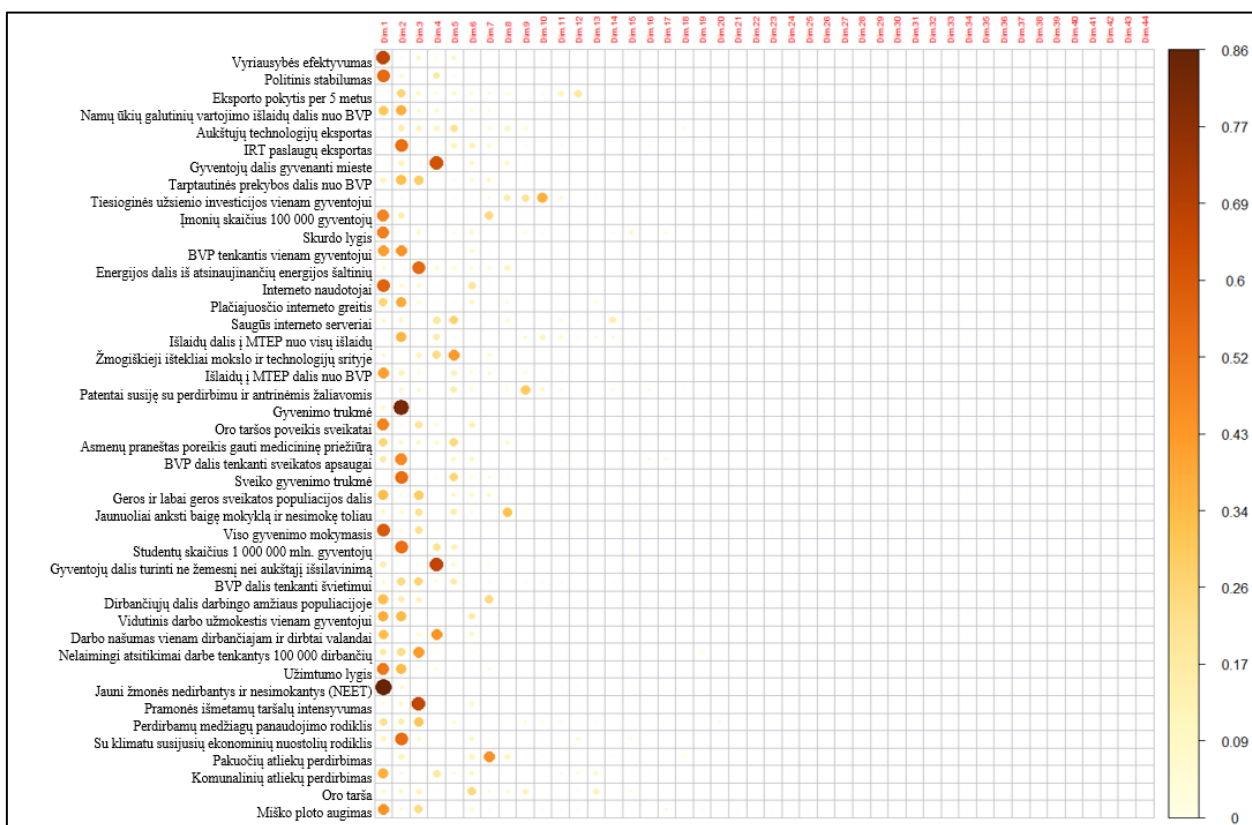


Papildoma informacija: 1:Calinski Harabatz, 2:Calinski Harabatz2, 3:Calinski Harabatz3, 4:Ray Turi, 5:Davies Boul-din.

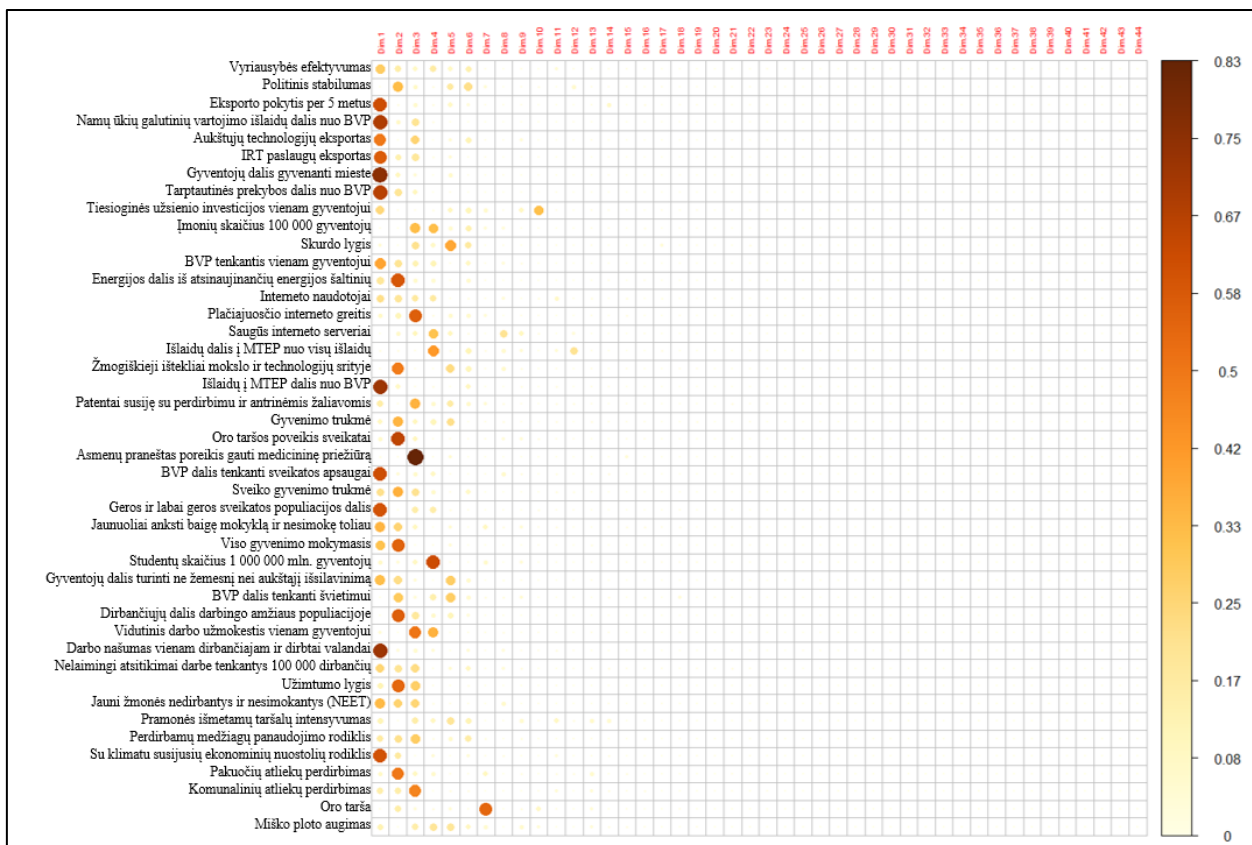
10 priedas. KMO ir Bartlett'o sferiškumo testo rezultatai

Klasteris	KMO testas	Bartlett sferiškumo testas
A arba raudonasis klasteris	0,70	$p < 0,05$
B arba geltonasis klasteris	0,64	$p < 0,05$
C arba žaliasis klasteris	0,63	$p < 0,05$
D arba mėlynasis klasteris	0,69	$p < 0,05$
E arba violetinis klasteris	0,64	$p < 0,05$

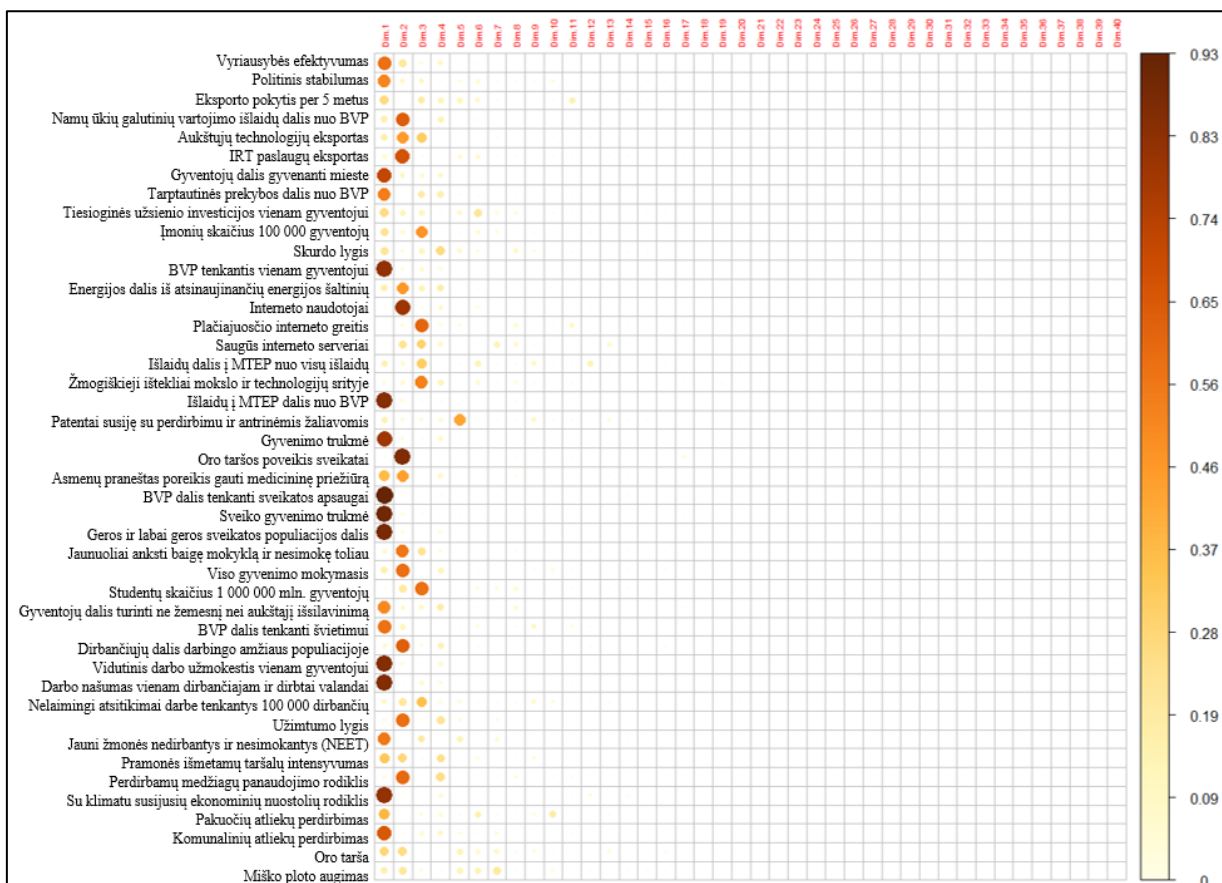
11 priedas. Pagrindinių komponentių analizės rezultatai klasteriams



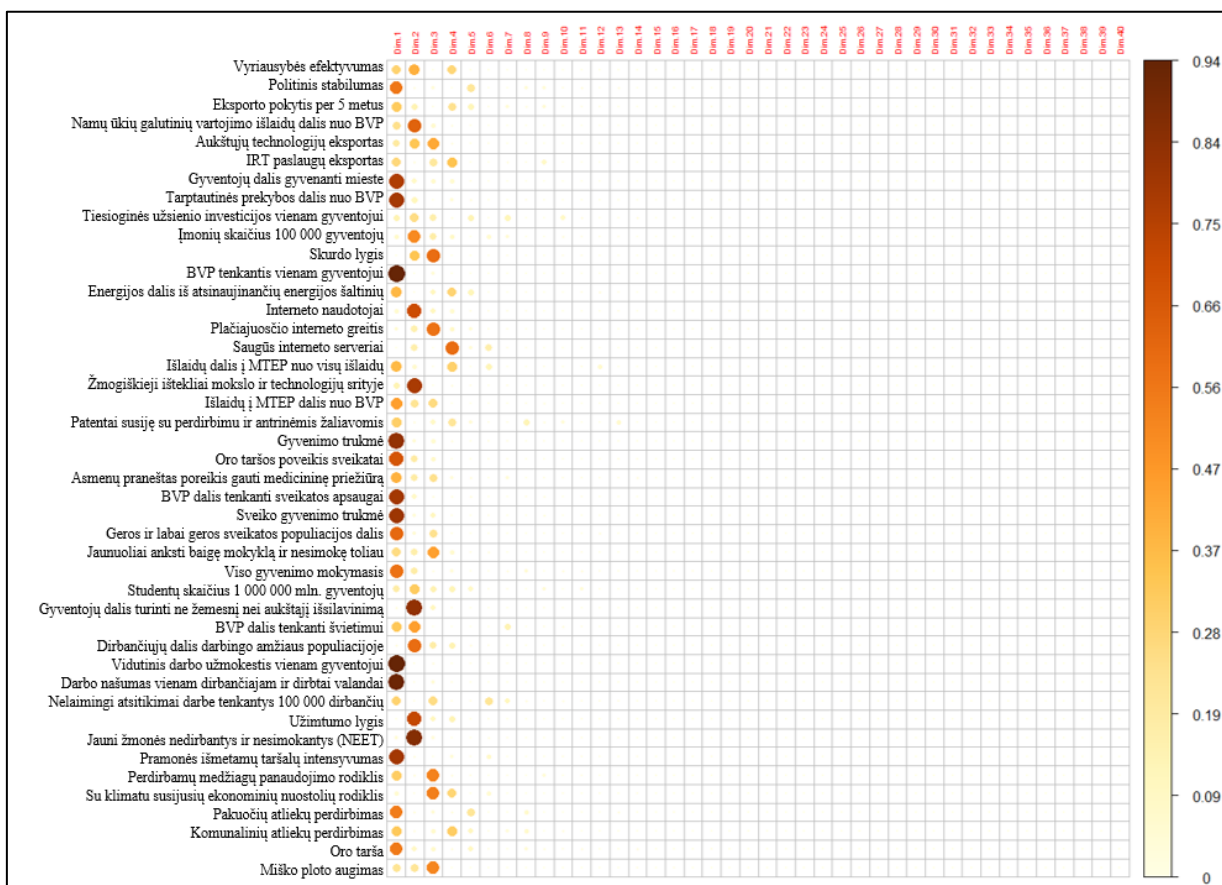
PCA klasterio A



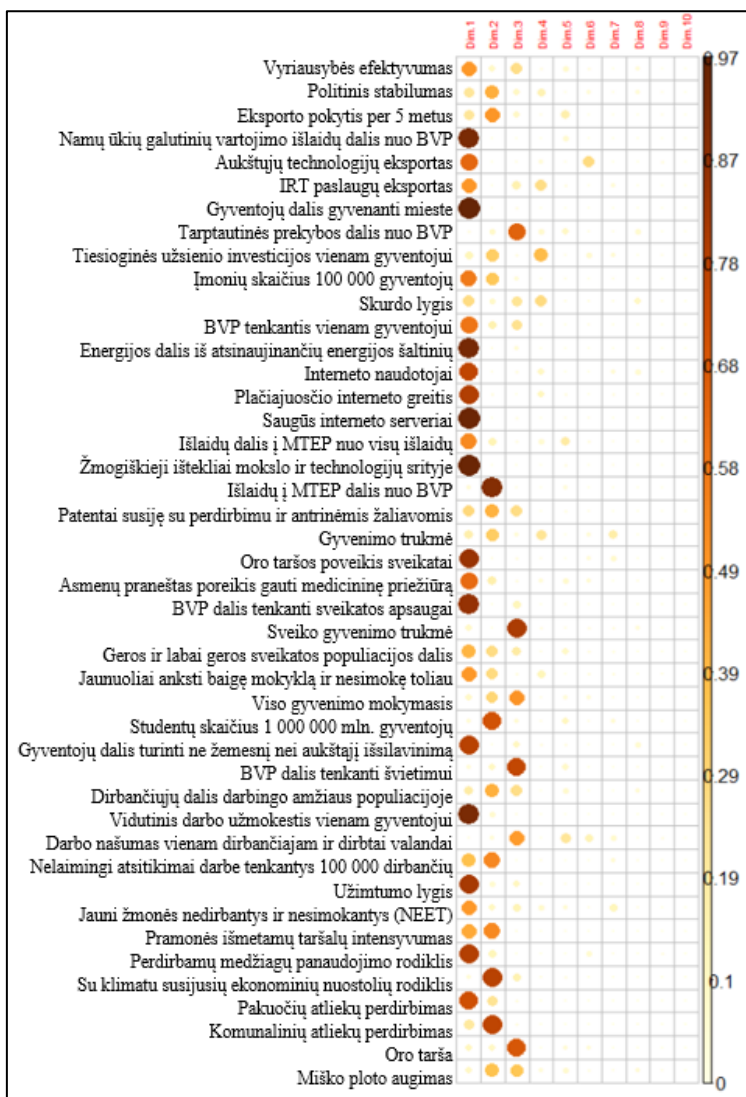
PCA klasterio B



PCA klasterio C



PCA klasterio D



PCA klasterio E