



Kauno technologijos universitetas
Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

ES šalių konkurencingumo vertinimas ir klasterizavimas
Baigiamasis magistro studijų projektas

Ieva Ivanauskienė
Projekto autorė

Prof. dr. Jurgita Bruneckienė
Vadovė

Doc. dr. Paulius Palevičius
Vadovas

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas
Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

ES šalių konkurencingumo vertinimas ir klasterizavimas

Baigiamasis magistro studijų projektas
Didžiųjų verslo duomenų analitika (6213AX001)

Ieva Ivanauskienė

Projekto autorė

Prof. dr. Jurgita Bruneckienė

Vadovė

Doc. dr. Paulius Palevičius

Vadovas

Dr. Ineta Zykiene

Recenzentė

Dr. Vilma Petrauskienė

Recenzentė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

Ieva Ivanauskienė

ES šalių konkurencingumo vertinimas ir klasterizavimas

Akademinio 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) intelektinės 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 Ivanauskienė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Ivanauskienė, Ieva. ES šalių konkurencingumo vertinimas ir klasterizavimas. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovai prof. dr. Jurgita Bruneckienė ir doc. dr. Paulius Palevičius; Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypties grupė): Taikomoji matematika.

Reikšminiai žodžiai: konkurencingumas, indeksas, klasterinė analizė, MICE, t-SNE, PCA.

Kaunas, 2022. 65 p.

Santrauka

Ketvirtoji pramonės revoliucija ir orientacija į klimato kaitos neutralumą iš esmės pakeitė požiūrį į konkurencingumą. Pasaulinio lygio iššūkiai padidino susidomėjimą šalių konkurencingumu. Taigi, baigiamajame magistro projekte vertinamas Europos Sąjungos šalių konkurencingumas pagal svarbiausius jį lemiančius veiksnius ir ekologinį pėdsaką bei šalys klasterizuojamos pagal gautus analizės rezultatus. Literatūros apžvalgoje pateikiama naujausia konkurencingumo samprata, identifikuotos 9 konkurencingumo veiksnių grupės ir 52 veiksniai-rodikliai. Trūkstamos reikšmės užpildytos MICE metodu ir įvertinus koreliacinį ryšį toliau tyrime naudojami 42 veiksniai-rodikliai. Klasterizavimui naudojami 3 metodai – hierarchinis Vordo jungimo metodas, K-vidurkių ir mašininio mokymosi metodas t-SNE. Atlikus klasterinę analizę šalys klasterizuojamos į 4 grupes. Pastebėta, kad panašiausios konkurencingumu yra kaimyninės šalys. Šalių klasterių profiliai interpretuojami naudojant PCA metodo rezultatus. Pagal identifikuotas veiksnių grupes projekto autorės sukurtas konkurencingumo indeksas atskleidė, kad konkurencingiausios ES šalys yra Švedija, Vokietija ir Nyderlandai. Mažiausiai konkurencingos šalys yra Rumunija, Bulgarija ir Graikija. Įvertinus ekologinio pėdsako ir konkurencingumo sąsają pastebėta ES daroma teigiama pažanga. Be to, ES šalys iš mažo konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako juda link aukšto konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako.

Ivanauskienė, Ieva. Evaluation of competitiveness and clustering of the EU countries. Master's Final Degree Project / supervisors prof. Jurgita Bruneckienė and assoc. prof. Paulius Palevičius; Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: competitiveness, index, cluster analysis, MICE, t-SNE, PCA.

Kaunas, 2022. 65 p.

Summary

The Fourth Industrial Revolution and the orientation towards climate change neutrality have fundamentally changed the way we look at competitiveness. Global challenges have increased interest in countries' competitiveness. Thus, in the final master's project the competitiveness of the European Union countries is evaluated according to the most important determinants, ecological footprint and the countries are clustered according to the obtained analysis results. In the literature review the latest concept of competitiveness is presented, 9 groups of competitiveness factors and 52 factors-indicators are identified. The missing values are filled in by MICE method, and after evaluating the correlation, 42 factors-indicators are further used in the study. Three methods are used for clustering - hierarchical Ward linkage method, K-means and machine learning method t-SNE. After the cluster analysis, the countries are clustered into four groups. Neighboring countries have been found to be most similar in terms of competitiveness. Country cluster profiles are interpreted using the results of the PCA method. According to the identified groups of factors, the competitiveness index developed by the author of the project revealed that the most competitive EU countries are Sweden, Germany and the Netherlands. The least competitive countries are Romania, Bulgaria and Greece. Assessing the link between the ecological footprint and competitiveness, positive progress is seen in the EU. In addition, EU countries are moving from low competitiveness and low ecological footprint to high competitiveness and low ecological footprint.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Literatūros apžvalga	12
1.1. Konkurencingumo samprata.....	12
1.2. Naujasis požiūris į šalies konkurencingumą.....	14
1.3. Konkurencingumą lemiantys veiksniai	15
1.3.1. Institucinė aplinka	15
1.3.2. Makroekonominis stabilumas.....	15
1.3.3. Inžinerinė infrastruktūra	16
1.3.4. IT infrastruktūra.....	16
1.3.5. Moksliniai tyrimai ir inovacijos	17
1.3.6. Švietimas	17
1.3.7. Darbo rinkos efektyvumas.....	18
1.3.8. Rinkos dydis ir sveikata.....	18
1.3.9. Orientacija į poveikio klimatui neutralumą.....	19
1.4. Konkurencingumo vertinimo metodai.....	20
1.4.1. Pasaulio konkurencingumo indeksas.....	21
1.4.2. TVPI pasaulio konkurencingumo centro indeksas	22
1.4.3. Pramonės politikos studijų instituto indeksas.....	24
1.5. Klasterizavimas	25
2. Tyrimo objektas ir metodai	26
2.1. Programinė įranga	26
2.2. Klasterinė analizė	27
2.2.1. Metriniai atstumo matai.....	27
2.2.2. Optimalaus klasterių skaičiaus nustatymo metodai.....	28
2.3. Klasterinės analizės metodų klasifikacija.....	28
2.3.1. Hierarchinis klasterizavimas	29
2.3.2. K-vidurkių metodas	29
2.3.3. Daugiamačių duomenų vizualizavimo PCA ir t-SNE metodai	30
2.4. Indekso sudarymas	31
2.5. Trūkstumų reikšmių užpildymo metodas – MICE.	33
2.6. Ekologinis pėdsakas	34
3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas.....	35
3.1. Duomenys.....	35
3.1.1. Trūkstumų reikšmių apžvalga ir užpildymas.....	36
3.1.2. Koreliacija	38
3.2. Klasterinė analizė	39
3.2.1. Optimalaus klasterių skaičiaus nustatymas	39
3.2.2. Hierarchinis klasterizavimas	42
3.2.3. Vizualizavimas t-SNE metodu	43
3.2.4. Klasterizavimas K-vidurkių metodu ir atvaizdavimas PCA metodu	44

3.3. Konkurencingumo vertinimas indeksu	47
3.3.1. Šalių konkurencingumo vertinimas	47
3.3.2. Šalių blokų konkurencingumo vertinimas	50
3.4. Šalių konkurencingumo ir ekologinio pėdsako vertinimas	51
Išvados	54
Literatūros sąrašas	55
Informacijos šaltinių sąrašas	60
Priedai.....	61
1 priedas. Indekso sudėtis	61
2 priedas. Korelacių matrica.....	64
3 priedas. Duomenys prieš ir po užpildymo su MICE	65

Lentelių sąrašas

1 lentelė. TVPI sudėtis	23
2 lentelė. Skaitinės kintamųjų charakteristikos	36
3 lentelė. Skaitinės kintamųjų charakteristikos prieš ir po trūkstamų reikšmių užpildymo MICE metodu.	37
4 lentelė. BIC rezultatai.....	41
5 lentelė. TOP 3 modeliai pagal BIC kriterijų	41
6 lentelė. ES šalių klasterių indekso ir rangų rezultatai pagal veiksmų grupes	50
7 lentelė. ES šalių klasterių stiprybės ir silpnybės	51

Paveikslų sąrašas

1 pav. Konkurencingumo vertinimo lygmenys [9]	12
2 pav. Šalių konkurencingumą lemiančių veiksnių grupių sąrašas, sukurtas projekto autorės.....	20
3 pav. Pasaulio konkurencingumo indekso 4.0 sudėtis.....	22
4 pav. TVPI vertinimo principas	23
5 pav. PPSI indekso sudėtis	24
6 pav. <i>Power BI</i> architektūra, šaltinis: [73].....	26
7 pav. Klasterizavimo metodų klasifikacija	28
8 pav. K-vidurkių metodo iliustracija. A – inicijuojami centroidai, B – iteracijos, C – galutinis klasterizavimo rezultatas	30
9 pav. Indekso skaičiavimo etapai	31
10 pav. Ekologinis pėdsakas 2008m.	34
11 pav. Konkurencingumą lemiančių veiksnių grupių sudėtis	35
12 pav. Šalių konkurencingumą lemiančių veiksnių-rodiklių trūkstamos reikšmės, %	37
13 pav. Pirsono koreliacijos tarp kintamųjų rezultatai.....	38
14 pav. Stipriausią koreliacinį ryšį turinčio kintamųjų poros	39
15 pav. Alkūnės metodo rezultatai.....	40
16 pav. BIC rezultatų grafikas	40
17 pav. Silueto koeficiento rezultatų grafikas Silueto koeficiento rezultatų grafikas.....	42
18 pav. Atotrūkio statistikos rezultatų grafikas	42
19 pav. Hierarchinio klasterizavimo Vordo jungimo metodu su Euklido matu dendrograma	42
20 pav. t-SNE metodo rezultatų grafikas	43
21 pav. Inercijos dekompozicijos grafikas.....	44
22 pav. PCA dviejų komponentių grafikas. Didėjanti hierarchinė šalių klasifikacija	45
23 pav. Hierarchinis medis ir PCA komponentių grafikas.....	46
24 pav. Hierarchinio klasterizavimo rezultatai pavaizduoti žemėlapyje	47
25 pav. K-vidurkių klasterizavimo rezultatai pavaizduoti žemėlapyje.....	47
26 pav. ES šalių rangavimo pagal indeksą rezultatai	49
27 pav. Konkurencingumo indekso ir ekologinio pėdsako sąsaja 2008 m.	52
28 pav. Konkurencingumo indekso ir ekologinio pėdsako sąsaja 2018 m.	52

Santrumpų sąrašas

Santrumpos:

ES – Europos Sąjunga;

RKI – regionų konkurencingumo indeksas;

PPSI – Pramonės politikos studijų institutas (angl. *The Institute for Industrial Policy Studies*);

PKI – Pasaulinis konkurencingumo indeksas;

PEF – Pasaulio Ekonomikos Forumas;

TVPI – Tarptautinis vadybos plėtros institutas (angl. *International Institute for Management Development*)

Įvadas

Aktualumas. Globalizacija, ketvirtoji pramonės revoliucija ir orientacija į klimato kaitos mažinimą iš esmės pakeitė požiūrį į konkurencingumą ir tuo pačiu sukūrė naujų iššūkių ekonomikos plėtrai. Didėjant konkurencingumo rezultatų susidomėjimu tarp valstybių ir verslo atstovų, įgyvendinamos struktūrinės reformos siekiant optimizuoti turimus išteklius, skiriamus konkurencingumą lemiančių veiksnių aibeį, ir stengiantis išnaudoti Pramonės 4.0 galimybes. Svarbu paminėti, kad klimato kaita ir aplinkos žaliųjų išteklių blogėjimas kelia egzistencinę grėsmę Europai ir visam pasauliui. Europos valstybės yra išskėlusios bendrą tikslą – iki 2050 m. pasiekti klimato kaitos neutralumą vykdant ekonominę veiklą. Taigi, konkurencingumo vertinimas įtraukiant aplinkosaugos veiksnius yra aktualus ilgoje laiko perspektyvoje. Šiame darbe identifikuoti konkurencingumo veiksniai ir sukurtas indeksas yra universalus ir pritaikomas ne tik Europos Sąjungos, bet ir kitoms šalims, kadangi naudojami vienodi svorio koeficientai.

Problema. Yra daugybė konkurencingumo vertinimo metodų, tačiau klimato kaitos ir ekologinio pėdsako veiksniai nėra įtraukiami į empirinį tyrimą. Taigi, šiame baigiamajame projekte į konkurencingumo vertinimą yra įtraukiami žiedinės ekonomikos, klimato kaitos mažinimo ir ekologinio pėdsako aspektai. Be to, šalių konkurencingumo analizės rezultatai parodo pažangos progresą. Jei sudėtinga išmatuoti procese atsirandantį pokytį, tampa sudėtinga įvertinti, kiek yra padaryta pažangos ir ar šalies strategija yra efektyvi. Be to, didžioji dalis tyrimų apima kokybinius ir kiekybinius rodiklius. Šiame darbe analizuojami tik kiekybiniai duomenys. O didelis duomenų kiekis ir technologinė pažanga leidžia gauti greitą rezultatą – čia ir dabar, kuris, atsižvelgiant į šiandienos aktualijas, yra itin reikšmingas strateginis veiksnys.

Tyrimo objektas – Europos Sąjungos šalys.

Tyrimo tikslas – įvertinti ES šalių konkurencingumą pagal svarbiausius jį lemiančius veiksnius ir ekologinį pėdsaką bei tiriamas šalis klasterizuoti pagal gautus analizės rezultatus.

Tyrimo uždaviniai:

1. identifikuoti ES šalių konkurencingumo veiksnius;
2. susisteminti tiriamus duomenis, surinktus per 2008 – 2019 m. laikotarpį;
3. taikyti klasterinės analizės metodus ES šalims grupuoti pagal gautus jų veiklos įverčius;
4. sudaryti konkurencingumo indeksą;
5. išanalizuoti sudarytų klasterių konkurencingumo ir ekologinio pėdsako indeksų sąsają.

Tyrimo metodai. Mokslinės literatūros analizė, sisteminimas ir išvadų generavimas, duomenų užpildymas MICE metodu, indekso sudarymas, klasterizavimas remiantis hierarchiniais, k-vidurkių, vizualizavimas t-SNE ir PCA metodais.

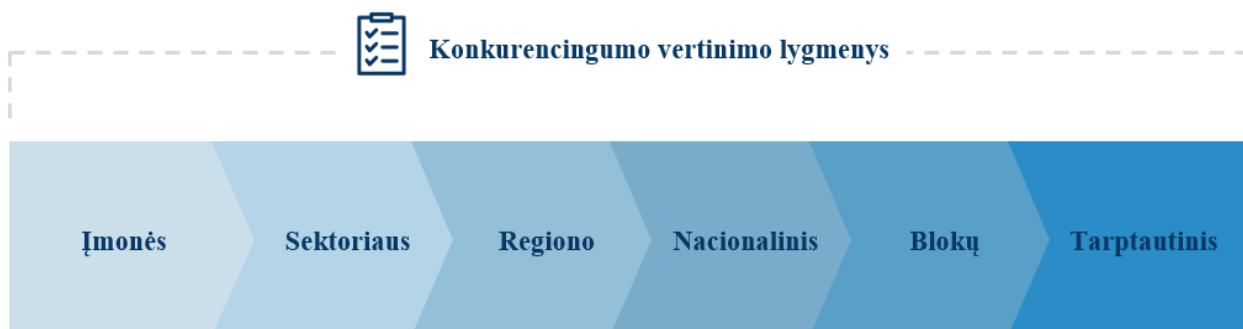
1. Literatūros apžvalga

Šioje dalyje pateikiama literatūros analizė, ekonominės išvalgos, kurios yra susijusios su nagrinėjama tema „ES šalių konkurencingumo vertinimas ir klasterizavimas“. Sukauptos žinios ir analizei naudojami metodai pagrindžiami remiantis moksline literatūra ir straipsniais.

1.1. Konkurencingumo samprata

Pasaulyje mokslininkai ir tyrėjai turi skirtingą požiūrį į tas pačias tyrimų sritis. Ne išimtis yra ir konkurencingumo samprata tarp skirtingų vienetų – įmonių, regionų, valstybių. Remiantis viena ar kita nuomone abejonių nekelia esminis suvokimas – stipri konkurencija reiškia konkurencingumo tobulinimą, kuris yra reikšmingai naudingas kiekvienai įmonei ar pramonės sektoriui. Pagrindinis dėmesys yra sutelktas į tai, kokie veiksniai daro įtaką konkurencingumui ir kaip jie turėtų būti matuojami [2]. Nagrinėjant literatūrą galima pastebėti nemažai apibrėžimų, varomųjų jėgų, komponentų ir kintamųjų, turinčių įtakos visų lygmenų konkuruojantiems vienetams. Be abejonės, kiekvieno veiksnio svarba skirtinguose modeliuose yra skirtinga ir konkurencingumas yra tiriamas sutelkiant dėmesį į tam tikrus aspektus, leidžiančius išvelgti holistinio požiūrio į konkurencingumo analizę trūkumą. Dėl konkurencingumo sampratos apipintos holistinėmis išvalgomis ir idėjomis tyrėjai bendro sutarimo vis dar neturi [3].

Mokslo, technologijų ir inovacijų bei verslumo profesorius Carayannis’as ir kiti pateikė praktinį konkurencingumo apibrėžimą, kuris sako, kad konkurencingumas – tai žmonių, organizacijų ir tautų gebėjimas pasiekti aukštų rezultatų ir ypač sukurti pridėtinę vertę naudojant tas pačias ar net mažesnes sąnaudas [4]. Svarbu suprasti, jog pranašumas yra apie tai, kad regionas ar šalis privalo turėti tam tikrus gebėjimus, kuriuos būtų galima palyginti tarpusavyje, nes pats konkurencingumas iš esmės reiškia tobulėjimo procesą, kuris daro įtaką personalo, žinių ir inovacijų bei technologijų sinergijai. Šis procesas leidžia pasiekti aukštesnių rezultatų [5,6]. Suprantama, kad konkurencingumas yra sudėtinga ir daugiamatė sąvoka, praktikoje taikoma įvairiais lygmenimis. A. Balkytė ir M. Tvaronavičienė [9] išskiria šešis pagrindinius konkurencingumo vertinimo lygmenis. Jie pavaizduoti 1 paveikslėlyje:



1 pav. Konkurencingumo vertinimo lygmenys [9]

Įmonės konkurencingumas. Įmonės konkurencingumo samprata yra siejama su M. Porter’io (1990) teorija, kuri laikoma daugialype ir įvairiapuse idėja [10, 11]. Remdamiesi ja autoriai atskleidžia valstybių konkurencingumo tyrimų rezultatus apie išskirtinius kompanijų ir jų pramonės šakų

rezultatus pasaulio mastu. Deimanto modelis parodo išskirtinius veiksnius, leidžiančius įmonėms pasiekti konkurencinį pranašumą pramonės šakose tarptautiniu lygmeniu. Solvel'is [11] moksliniame darbe, remdamasis M. Porter'io idėja teigia, kad įmonė suprantama kaip holistinis vienetas, turintis asmeninę konkurencinę strategiją, nesigilinant į vidinius įmonės pranašumą turinčius veiksnius. Taip pat, D. Cerrato ir D. Depperu skiria ypatingą dėmesį kompanijų konkurencingumui tarptautiniame kontekste. Įmonių pranašumą apibūdina tokiais elementais kaip [12]:

- varamosios jėgos (angl. *drivers*): ištekliai, pajėgumai;
- rezultatai (angl. *outcomes*): pajamos, rinkos dydis, pelnas, atsargų papildymas, tarptautinis pripažinimas.

Įvardintiems elementams daro įtaką konkurencingumo vertinimo metodai, tokie kaip: Deimanto modelis, Pasaulio Konkurencingumo Indeksas. Tyrėjai, kurdami minėtus konkurencingumo vertinimo metodus ir skelbdami viešai tyrimų rezultatus, skatina įmones siekti konkurencinio pranašumo.

Sektoriaus konkurencingumas. Sektorių konkurencingumas yra tiesiogiai susijęs su produktyvumu. Produktyvumo augimą lemia sąnaudų kokybės pagerėjimas, kiekio padidėjimas ir technologijų pažanga, kitaip tariant, sektoriaus polinkis diegti inovacijas. Ilgainiui gyvenimo kokybės standartai ir jų augimas priklausys nuo šalies ar įmonės gebėjimo pagerinti našumą-produktyvumą. Pagal atvirų ir konkurencingų rinkų sistemą, ES sektorių pranašumas yra didinamas šiais veiksmais [65]:

- industrijos prisitaikymo prie struktūrinių pokyčių spartinimu;
- inovacijoms ir jų plėtrai palankios aplinkos skatinimu įmonės visame sektoriuje, ypač mažoms ir vidutinėms įmonėms;
- įmonių bendradarbiavimui palankios aplinkos skatinimu;
- skatinimas kokybiškiau išnaudoti inovacijų politikos pramonės potencialą bei investavimą į mokslinius tyrimus ir technologijų plėtrą.

Sektorių konkurencingumas tiriamas visame pasaulyje. Profesorius J. Gilbert'as tyrime analizuojamas Vidurio ir Rytų Europos eksporto konkurencingumas po ES plėtros [14]. Taip pat ir tyrėjo E. Rybakovo darbe bandoma atrasti Lietuvoje didžiausią konkurencinį pranašumą turintis apdirbamosios pramonės sektorius [16].

Regiono konkurencingumas. Regionu gali būti įvardijami tokie objektai kaip savivaldybė, rajonas, teritorijos vienetas, miestas, apskritis. Regiono konkurencingumas skiriasi nuo kitų konkurencingumo lygmenų tuo, kad pranašumo siekiama sujungiant bendrais tikslais ir idėjomis du ir daugiau teritorinių vienetų, kitaip tariant, konkurencingumas skatinimas centralizuotai. Pastaruoju metu daugiausiai dėmesio skiriama regionų specializavimui ir klasterių kūrimo reikšmei, įtraukiant klasterių politiką ir regionų strategijos lyginamąją analizę, ypatingą dėmesį skiriant aukštąjį išsilavinimą teikiančių institucijų integracijai į regionų plėtros procesą [65]. Regionų konkurencingumą analizuoja keletas Lietuvos mokslininkų ir tyrėjų. Viena iš jų – J. Piliutyte, kurios tyrime analizuojama Lietuvos miestų konkurencingumo koncepcija [19]. Taip pat ir J. Bruneckienės darbe lyginama 10 Lietuvos apskričių konkurencinis pranašumas pagal tris metodus – BVP, pramonės eksporto konkurencingumo indeksą ir autorės sukurtą RKI [20].

Blokų – šalių grupių konkurencingumas. Konkurencingumo kontekste blokas apibrėžiamas kaip tarpvalstybinė sąjunga, tokia kaip, Baltijos šalys, BRIC (Brazilija, Rusija, Indija, Kinija), Azija, EU-15 ir kt. [8] Baltijos šalių konkurencingumas tarptautinėje aukštųjų technologijų prekyboje yra tiriamos mokslininko K. Falkowsk'is [17].

Tarptautinis – globalusis konkurencingumas. Pagal Capobianco-Uriarte ir kt. tarptautinio konkurencingumo sąvoka pirmą kartą buvo įtraukta į HMS išdo ataskaitą 1983 m., kurioje buvo rašoma, kad tarptautinis konkurencingumas yra gamintojų gebėjimas sėkmingai konkuruoti vidaus ir pasaulio rinkose. Minėtas konkurencingumas įprastai matuojamas pagal šalies užimamą vietą pasaulio rinkose ir išsivystymo lygį. Globalusis konkurencingumas plačiąja prasme yra bendrojo našumo sinonimas [7].

1.2. Naujasis požiūris į šalies konkurencingumą

Konkurencingumas yra daugialypė skirtingų nuomonių ir požiūrių samplaika. Dėl šios priežasties nėra vieno konkretaus veiksnio ar rodiklio, apibūdinančio šią sąvoką. Išanalizavus šalies konkurencingumo apibrėžimus, galima daryti išvadą, kad dažniausiai jie jungia keletą tarpusavyje sąveikaujančių dedamųjų: pirkimą, pardavimą, gamybą, investavimą ir taupymą. Veiksnių grupė, kuriai daro įtaką minėtų dedamųjų rinkinys ir sąveika tarp jų, taip pat vadinama konkurencingumu.

Visame pasaulyje gerai žinomų ekonomikos teorijos krypčių (pavyzdžiui, keinsizmas, monetarizmas ar verslo ciklo teorija) analize atskleidžiama, kad konkurencingumą lemia tiek paklausos, tiek pasiūlos veiksniai, rinkos savireguliacijos procesas, ekonominės nesėkmės, valdžios įsikišimas į rinką (fiskalinė ir pinigų politika), lūkesčiai, socialinė-kultūrinė aplinka / veiksniai ir nenumatyti pokyčiai ar sukrėtimai bei pats vystymosi ciklas. Svarbu pabrėžti, kad konkurencingumą lemia ne tik anksčiau minėti veiksniai ir jų tarpusavio sąveikos, bet ir kiti kiekybiniai (pavyzdžiui, tiesioginės užsienio investicijos, darbo vietos kaštai) ir kokybiniai aspektai (pavyzdžiui, reguliavimo kokybė, valdžios efektyvumas, laiko darna). Būtina paminėti, kad šalių konkurencingumas priklauso ir nuo šalies ūkio struktūros bei specifinių teritorijos ypatybių.

Remiantis Hynes'u ir kt., norint išanalizuoti konkurencinį pranašumą platesniu sisteminiu požiūriu, reikia dviejų pagrindinių dalykų [27]:

- inovatyvios metodologijos ir ekonominių įrankių;
- ekonomikos pozicionavimo pakeitimų kitų kritinių sričių (pvz.: aplinkos, visuomenės, politikos) atžvilgiu.

Naujausi regioninės plėtros tyrimai rodo, kad požiūris į konkurencingumą keičiasi – telkiamas dėmesys ne į ekonominį, o labiau į holistinį tvarų vystymąsi [28]. Regioninė plėtra darnaus vystymosi požiūriu suprantama kaip holistinis procesas, nukreiptas į ekonominę, socialinę, kultūrinę ir aplinkosauginę pažangą. Remiantis Fudge'o ir kitų mokslininkų ekspertine nuomone, gyvenimo kokybė vertinama pagal keturis aspektus [28,10]:

1. pragyvenimo šaltinį;
2. išsilavinimą ir įgūdžius;
3. sveikatą;
4. supančios aplinkos kokybę.

Apibendrinant šiame darbe aprašytą naują konkurencingumo sampratą galima teigti, kad ekonomikoje itin reikšmingas dėmesys skiriamas fiskalinei politikai ir struktūrinėms reformoms. Šiomis reformomis yra stengiamasi išspręsti problemas, susijusias su turimų išteklių paskirstymo optimizavimu, bei koreguoti tikėtinus rinkos trūkumus. Taip pat šios reformos apima institucinę ir reguliavimo sistemą tobulinančią politiką. O minėta sistema susideda iš namų ūkių, įmonių ir vyriausybės [1]. Apie mokslininkų ir tyrėjų identifikuotus konkurencingumą lemiančius veiksnius plačiau bus rašoma kitame skyriuje.

1.3. Konkurencingumą lemiantys veiksniai

Išanalizavus naujausią konkurencingumo sampratą pasaulyje tampa aišku, kad šiuolaikinis požiūris į tai neabejotinai pasikeitęs. Tuo pačiu – keičiantis konkurencingumo sampratai kinta ir jį lemiantys veiksniai. Tai paaiškina, kodėl analizuojant skirtingus literatūros šaltinius ir analizuojant įvairių tyrėjų įžvalgas nerandama vientiso veiksnų sąrašo. Tačiau informacijos gausa ir skirtingumas pabrėžia konkurencingumo tyrinėjimo aktualumą ekonomikoje. Šiame skyriuje, remiantis literatūros šaltiniais ir konkurencingumą tiriančių organizacijų tyrėjų ataskaitomis, yra apžvelgiamas autorės sudarytas veiksnų grupių modelis ir šias grupes apibūdinantys veiksniai.

1.3.1. Institucinė aplinka

Literatūroje yra teigiama, kad mokslininkams institucijų daroma įtaka ekonomikai tapo aktualus tyrimo objektas po Nobelio premijos laureato D. North'o viešo pareiškimo, kad *institucijos yra svarbios*. J. Šeputienės požiūriu, institucinė aplinka apibrėžiama *kaip aplinka, kurią formuoja formalių ir neformalių institucijų visuma ir tarpusavyje saveika bei sąveika su individais, kurie šias institucijas sukūrė ir jomis vadovaujasi* [23]. Pasaulio ekonomikos forumas teigia, kad šalies **institucinė aplinka** yra laikoma svarbiausia konkurencingumą lemiančia veiksnų grupe ir atnaujintame PKI 4.0 požiūris nepasikeis. Institucijų aplinkų įvairovė paaiškina daugelį tarp šalių esantį technologijų ir žmogiškojo kapitalo skirtingumą. Visa tai atsispindi makroekonominuose rodikliuose [1]. Pagal D. Kaufmann'ą, **balsas ir atskaitomybė** atspindi tai, kiek šalies piliečiai gali dalyvauti rinkimuose renkant vyriausybę, kiek suteikta saviraiškos, asociacijų bei žiniasklaidos laisvės. Be to ir A. Carball' o [24] , M. Stanickovos [26] konkurencingumo tyrimuose buvo naudojamas balso ir atskaitomybės rodiklis. Verta paminėti, kad **teisinės valstybės principo** (angl. *Rule of law*) veiksnys yra naudojamas pasauliniuose konkurencingumo indeksuose (PEF, TVPI, PPSI). Taip pat, B. K. Bierut darbe tiriama Vidurio ir Rytų Europos konkurencingumas ir eksporto rezultatyvumas. Šio tyrimo rezultatais atskleidžiama, kad institucijų kokybė, o ypač **reguliavimo kokybė** pagerina eksporto rezultatus [32]. Bei Š. Marinko ir kt. tyrime rašoma, koks poveikis institucinės aplinkos valdymui daromas pereinamojo laikotarpio ekonomikos konkurencingumui. [33]. Atlikto tyrimo išvadamis parodoma, kad institucijų veiklos kokybė yra esminis sėkmingos ekonomikos rezultatų veiksnys, o **valdžios efektyvumo** svarba išryškėja stebint ekonomikos augimą ilguoju laikotarpiu.

1.3.2. Makroekonominis stabilumas

Stabili makroekonominė aplinka neturi tiesioginės įtakos ekonomikos augimui, tačiau yra būtina sąlyga šalies produktyvumui. Nežinomybė dėl ekonomikos perspektyvų ateityje, kuri apibūdinama: nepastovia **infliacija**, abejonėmis dėl viešųjų finansų tvarumo ar finansų krizių sukulto nuosmukio, gali stipriai sumažinti **tiesiogines užsienio investicijas** [1]. Tai reiškia, kad žemas **ekonominių**

nuotaikų veiksnys – rodiklis lemia investicijų sumažėjimą. Ekonominių nuotaikų rodiklį sudaro 15 pasitikėjimo rodiklių iš 5 sektorių – pramonės (40 %), paslaugų (30 %), vartotojų (20 %), statybos (5%) ir mažmeninės prekybos (5 %). Taip pat, žema ir nuspėjama **infliacija** bei tvari fiskalinė politika didina kapitalo kaupimą ir **produktyvumo** augimą. Atsižvelgiant į paskutiniąsias finansų krizes, ekonominiai šalies rezultatai parodė šiuos veiksnus, turinčius įtakos ekonominės aplinkos stabilumui [1]. Be to, A. Sabonienė [35] tyrė Lietuvos konkurencingumą ir jos rezultatus lygino su kitų Baltijos šalių rezultatais. Tyrimas parodė, kad **eksportas** lėmė vidaus pramonės augimą, kuris nebūtų įmanomas, jei būtų ribotas vidaus rinkos dydis. Taip pat šiame darbe teigiama, jog prekybos rezultatai, pokyčiai ir bendroji dinamika yra vieni geriausių rodiklių vertinant šalies įmonių galimybes konkuruoti pasaulio rinkose. Remiantis literatūros šaltiniais galima teigti, kad BVP veiksnys vienas iš esmės neatspindi konkurencingumo, tačiau privaloma pabrėžti jo svarbą konkurencingumo indekso sudėtyje. K. Matuzevičienės ir kt. darbe teigiama, kad *nacionalinis konkurencingumas yra susijęs su ekonomikos augimu ir tam dažniausiai naudojamas BVP vienam gyventojui* [36].

1.3.3. Inžinerinė infrastruktūra

Inžinerinė infrastruktūra turi įtakos **produktyvumui**, nes sudaro palankias sąlygas bei gerina prieigą prie pagrindinių paslaugų (sanitarijos, švietimo ar sveikatos priežiūros). Tokiu būdu infrastruktūros kokybė prisideda prie sveikesnės ir labiau kvalifikuotos darbo jėgos. Be to, **transportas** (oro, autotransportas ar traukiniai) yra svarbus veiksnys, kuris sustiprina socialinę sąveiką, kuri lemia kūrybiškumą ir inovacijų diegimą. Ir tuo pačiu prisideda prie produktyvumo, kurio rezultatai atsispindi konkurencingumo rezultatuose [1]. Taip pat, Calderon'o darbe pabrėžiama, kad infrastruktūros pagerinimas bei kiti išoriniai veiksniai netiesiogiai lemia gamyboje atsirandančius inovatyvius pokyčius [38]. Pasak G. Rukauskienės ir R. Tamošiūnienės, *ekonomika <..> labai priklauso nuo elektros energijos tiekėjų, kurių teikiamų paslaugų kokybė itin svarbi šalyje veikiančioms įmonėms* [21]. Tiesioginis poveikis yra jaučiamas per **gamybą**. Šiame darbe rašoma, kad be **elektros energijos** ir išvystytos tiekimo infrastruktūros nebūtų įmanoma mechanizuota gamyba. Vadinasi, sutrikus elektros tiekimui lemia gamybos procesų našumo mažėjimą, kuris daro neigiamą poveikį šalies konkurencingumui. Be to, **priklausomumas nuo elektros energijos** tampa aktualus, kada šalyje vyksta skaitmenizacija ir didinamas elektros energijos suvartojimas darbo našumui pagerinti [20, 37]. Taip pat, S. Eraslan'as ir T. Götz'as, G. Fenz'as ir H. Stix'as bei L. Kilian'as ir X. Zhou tyrimuose buvo naudojami įvairūs alternatyvūs ekonominiai rodikliai, tokie kaip: kasdieninės kreditinės kortelės operacijos, **energijos vartojimas**, eismo srautų dydis, vieno reiso jūrų laivybos krovinių tarifai (Killian'o indeksas), mobilumo elgsena, trumpalaikiai darbo ir finansų rinkos kintamieji, išmaniųjų telefonų mobilumo stebėjimas, „Google“ mobilumo indekso ir interneto paieškos rezultatai [29]. Taip pat, N. Lourenco ir A. Rua darbų rezultatuose išskirtas vienas iš svarbiausių duomenų šaltinių - mokėjimų kortele statistika. Remiantis ja suformuojama aiški nuomonė apie pinigų srautus ir operacijas ekonomikoje. Be to, E. Andreou, E. Ghysels ir A. Kourtellos darbuose yra rašoma, kad finansinė informacija apie kasdienes operacijas ir į skaičiavimus įtraukiami susiję su jomis veiksniai pagerina ketvirtinius JAV grynojo BVP augimo prognozes.

1.3.4. IT infrastruktūra

Inžinerinė ir IT infrastruktūros atlieka tą pačią funkciją šalies konkurencingumo klausimu. Vadinasi, skaitmeninė infrastruktūra taip pat daro įtaką, bet tiesioginę įmonių / šalių produktyvumui. Našumui pagerinti sujungiami ūkio objektai, tokiu būdu sumažinamos sandorių išlaidos, optimizuojami

atstumo ir laiko kaštai. Svarbu paminėti, kad palengvinamas informacijos srautas ir rinkų integracija į pasaulinės vertės grandines [1]. Tai reiškia, kad **interneto prieigos lygis** tampa svarbiu rodikliu vertinant šalių produktyvumą – našumą ir tuo pačiu konkurencingumą. Be to, skaitmenizavus įmonių darbą itin svarbūs veiksniai – rodikliai tampa **saugūs interneto serveriai** ir **programinės įrangos sprendimai**, tokie kaip – CRM, DVS, ERP ar intranetas. Taip pat, Brynjolfsson'o ir Franklin'o darbuose buvo akcentuojami šiame skyrelyje minėti veiksniai [39, 40].

Globalizacija ir sparti technologijų pažanga sustiprino inovacijų svarbą. Dėl informacijos ir ryšių technologijų (IRT) plėtros yra atrastos naujos konkurencijos sritys ir paskatintas inovatyvių produktų ir paslaugų kūrimas. Deja, nors ir inovacijų svarba yra gerai žinoma pasaulyje, šioje srityje daugelis šalių susiduria su sunkumais – vartotojų ir darbuotojų kompetencijų stoka, mažos rizikos toleravimas diegiant inovacijas ir finansinių investicijų trūkumas [42]. Europos komisijos puslapyje rašoma, kad *pasaulinei ekonomikai vis aktyviau tampant skaitmeninei, IRT plėtra yra gyvybiškai svarbi Europos konkurencingumui*. Tai reiškia, sutrikus IT infrastruktūros plėtros procesui didelės neigiamos pasekmės gali būti jaučiamos šalių konkurencingume ilguoju laikotarpiu. Tai paaiškina, kad Europos regioninės plėtros fondo (ERPF) vienas iš vienuolikos 2014 – 2020 m. laikotarpio prioritetų yra **prieigos ir kokybės prie IRT gerinimas** bei jų naudojimas. Jų esminiai prioritetai yra:

- plačiau diegti **sparčiojo plačiajuosčio ryšio tinklus** ir aktyviai diegti sparčiojo ryšio tinklus;
- plėtoti IRT produktus ir paslaugas bei e. prekybą;
- stiprinti IRT taikymą e. prekybos, e. valdžios, e. mokymosi, e. įtraukties ir t.t. srityse [74].

1.3.5. Moksliniai tyrimai ir inovacijos

Šių dienų pasaulyje **inovacijų** veiksmingumas yra esminis konkurencingumą ir nacionalinę pažangą skatinantis veiksnys. Svarbu paminėti, kad naujovės yra svarbios siekiant pasaulinio lygio problemų išsprendimo, tokių kaip klimato kaita ir tvarus vystymasis [42]. Toliau analizuojant mokslinius tyrimus ir inovacijas, profesorių Y. Dumrul'o ir Z. Kilicarslan'o moksliniame darbe rašoma, kad MTEP pagrindinis tikslas yra didinti konkurencingumui daromą įtaką ir taip siekti ekonomikos augimo [44]. Antra, darbe buvo tiriamas **išlaidos moksliniams tyrimams ir plėtrai (MTEP)** poveikis eksportui, remiantis 2000 – 2015 m. duomenimis. Išaiškinta, kad investicijų į MTEP poveikis eksportui yra teigiamas. Atlikus Pedroni ir Kao kointegracijos testą nustatyta, kad egzistuoja ilgalaikis ryšys, kuris yra statistiškai reikšmingas tarp **MTEP išlaidų** ir eksporto [44]. Taip pat ir O. Turker'io tyrimo rezultatai patvirtina daromą teigiamą ryšį tarp investicijų į MTEP ir eksporto – MTEP investicijų augimas (mažėjimas) lemia eksporto augimą (mažėjimą) [45]. Svarbu paminėti, kad pažangių technologijų eksportas turi teigiamos įtakos konkurencingumui. Tai patvirtina Özkan and Yilmaz daryto tyrimo rezultatai. Nustatyta, kad MTEP išlaidos teigiamai veikia **aukštųjų technologijų eksportą** ir **BVP** (1% MTEP išlaidų lemia 3.5 % aukštųjų technologijų eksportą). Ankstesnėje literatūros apžvalgoje yra pagrįsta, kad BVP itin lemia šalių konkurencingumą [46]. Tai paaiškina, kad aukštųjų technologijų eksporto ir MTEP išlaidų bei jų finansavimo didinimas lemia šalių konkurencinio pranašumo sėkmę.

1.3.6. Švietimas

Kokybiško aukštojo mokslo pridėtinė vertė yra jaučiama ne tik ekonomikoje, bet ir kitose ne mažiau svarbiose gyvenimo srityse. Švietimo veiksmų grupės rodikliais yra matuojama **vidurinių ir aukštųjų**

išsilavinimą teikiančių **įstaigų** indeksai bei **švietimo kokybė**. Literatūroje teigiama, kad aukšta švietimo kokybė ir jo duodami rezultatai itin padidina ekonomikos potencialą diegti inovacijas [21]. Taip pat, veiksmingas būdas įveikti iškilusius sunkumus (kompetencijų trūkumas diegiant inovacijas) yra naujausių žinių sklaida ir mokymas dar prieš įeinant į darbo rinką. Tai reiškia, kad verslo ir švietimo įstaigų bendradarbiavimo teigiamas poveikis jaučiamas greitame naujos informacijos įsisavinime, inovacijų kūrime. Tai pagrindžia, C. Baumann'as ir H. Winzas darbe analizuojama vidurinio išsilavinimo įtaka konkurencingumui. Šiame darbe pagrindžiami teoriniai argumentai dėl reikšmingos tiesioginės švietimo įtakos konkurencingumui [50]. Be to, autoriaus R. P. Amdam'o knygoje atskleidžiama, kaip yra tobulinamas ugdymo procesas, kad atitiktų naujus verslo ir vyriausybių iššūkius ir tuo pačiu būtų skatinamas šalies konkurencingumo augimas.

1.3.7. Darbo rinkos efektyvumas

Visų pirma, šiandien vis labiau globalia tampanti ekonomika reikalauja, kad šalys sudarytų palankias sąlygas gerai išsilavinusių darbuotojų ugdymui, galinčių atlikti sudėtingas užduotis ir greitai prisitaikyti prie kintančios aplinkos ir gamybos sistemos poreikių. Darbo rinkos efektyvumas ir lankstumas yra gana svarbu užtikrinant veiksmingą darbuotojų integraciją. Optimalus darbo jėgos paskirstymas pradedamas jau švietimo įstaigų lygmenyje. Taip pat svarbu, kad būtų suteikiamos paskatos dėti visas galimas pastangas savo darbo vietoje. Kaip žinoma, **darbo užmokestis** yra vienas iš svarbiausių darbuotojus motyvuojančių aspektų. Be to, efektyvus **jaunuolių įtraukimas** į darbo rinką teigiamai veikia darbo rinką ir didina šalies patrauklumą talentams. Šie išvardinti veiksniai – rodikliai itin reikšmingi didinant darbo rinkos potencialą šalies mastu [1, 21]. Taip pat, WEF konkurencingumo indekso sudaryme atsižvelgiama į **darbuotojų mokymo mastą dėl profesinio ir nuolatinio mokymo** darbo vietoje svarbą. Pasak jų, daugelyje ekonomikų nėra užtikrinama nuolatinio darbuotojų įgūdžių tobulinimo [66].

1.3.8. Rinkos dydis ir sveikata

Rinkos dydis ir perkamoji galia veikia šalių konkurencinį pranašumą. Pagal WEF, **sveikos darbo jėgos** produktyvumas yra gyvybiškai svarbus. Darbo rinkoje itin **jaučiamas aukšto darbuotojų sergamumo** neigiamas poveikis jų produktyvumui. Tai paaiškina reikšmingą verslo išlaidų padidėjimą dėl prastos darbuotojų sveikatos, kadangi įprastai sergančių darbuotojų nėra darbo vietose ir tuo pačiu mažėja jų efektyvumas [66]. Taip pat, G. Rakauskienės ir R. Tamošiūnienės konkurencingumą lemiančių veiksnių tyrime yra teigiama, kad jaučiamas **sveikos gyvensenos** poveikis rinkos dydžiui ir amžiaus struktūrai [21]. Autorės nuomone, į „rinkos dydis ir sveikata“ veiksnių grupę yra įtraukiamas **urbanizacijos lygis**. Šį požiūrį pagrindžia A. Driouchi knygoje aprašytas požiūris, kad gyvenimo mieste galimybių gerinimas paspartina šalių vystymosi tempą, išskirtinį dėmesį skiriant besivystančioms ekonomikoms. Be to manoma, kad miestų merai ir visi suinteresuoti asmenys turėtų stebėti miestų plėtros procesus, nes šie asmenys yra tiesiogiai susiję su dabartinių ir būsimųjų miestų gerove [48]. Taip pat, J. Bruneckienės, A. Guzavičiaus ir R. Cincinaitės tyrime „Miestų konkurencingumo vertinimas Lietuvoje“ išvadose teigiama, kad nuolatinis miesto konkurencingumo didinimas kels miesto, o kartu ir regiono produktyvumą, matomumą, populiarumą ir gyvenimo kokybę [49].

1.3.9. Orientacija į poveikio klimatui neutralumą

Tvarumo plėtra įgijo išskirtinę reikšmę šiuolaikinėje verslo aplinkoje. Daugeliuose pasaulio regionų jaučiamas spartus technologinis ir ekonominis vystymasis, kuris sukelia pastebimas itin žalingas aplinkosaugos problemas. S. Muddasaras ir kt. darbe rašoma, kad žmonės, dirbdami ir su skirtingomis verslo idėjomis, technologijomis ir žmonių santykiai spartina pokyčius, tačiau pagrindinį dėmesį skiria galvojant apie pridėtinę vertę savo naudai, negalvojant apie sudėtingus pasaulio iššūkius (**tvarumas, klimato neutralumas, žiedinė ekonomika** ir t.t) [53]. Deja, bet tokia verslo atstovų pozicija yra šokiruojanti ir kurianti žalingą aplinką visuomenei ir gamtai. Laikantis tokio požiūrio privaloma yra akcentuoti „orientacijos į poveikio klimatui neutralumą“ veiksmų grupės svarbą. Z. Ibragimov'o, T. Vasylievair'o O. Lyulyov'o darbe analizuojamas šalių konkurencingumas. Autorių teigiama, kad pagrindinis tikslas pasiekti tvarų šalių augimą – skirti dėmesį ne tik į svarbiausius konkurencingumą lemiančius veiksmus (institucijas, infrastruktūrą, makroekonominį stabilumą), bet ir į šalies aplinkosauginio veiksmingumo aspektus ir rodiklius. Pirmiausia yra siūloma skatinti energijos **gamybą ir vartojimą iš atsinaujinančių energijos šaltinių**. Antra, Vidurio ir Rytų Europos šalių 2020 – 2030 m. nacionaliniuose reformų planuose numatyti 3 pagrindinius strateginius tikslus - didinti paramos atsinaujinančios energijos schemų veiksmingumą ir investicijas į infrastruktūrą, per kurią būtų galima išnaudoti atsinaujinančius energijos šaltinius bei skatinti atsinaujinančios energijos gamybą iš mažiau eksploatuojamų šaltinių. Literatūroje sutelkiamas dėmesys į atsinaujinančią energetiką turi reikšmingai teigiamą socialinį ekonominį poveikį. **Priklausomybės nuo energijos importo** mažinimas (svarbi CEE šalims, ypač naujomis geostrateginėmis sąlygomis, **CO2 emisijos mažinimas**, energetikos užimtumo didinimas sektoriuose, **inovacijų skatinimas** [1, 27, 28, 29, 30, 53, 54, 55, 66].

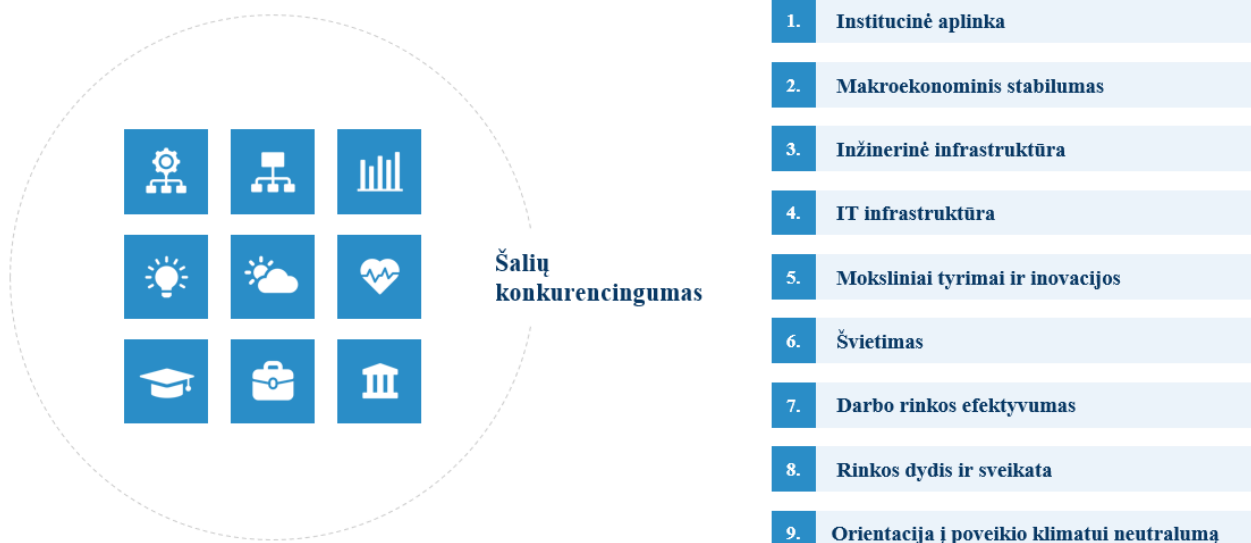
Žiedinės ekonomikos samprata tiesiogiai koreliuoja su:

1. 2012 metais patvirtinta Nacionaline klimato kaitos valdymo politikos strategija,
2. 2018 metais pristatytu Lietuvos pramonės skaitmeninimo kelrodžiu 2019-2030,
3. 2021 m. liepos mėn. priimtu Ekonomikos gaivinimo ir atsparumo didinimo planu „Naujos kartos Lietuva“,
4. 2021 m. rugsėjo mėn. pristatytu Lietuvos pramonės integracijos į Europos vertės grandines planu.

Orientacijos į klimato kaitos mažinimą užuomazgas galima pastebėti tarp vietinių iniciatyvų ir valstybės mastu vykdomos politikos sprendimų, tokių kaip: atliekų prevencija (LR AM), naujų gaminių, technologijų inovacijos, ketvirtosios pramonės revoliucijos vystymas ir žiedinės ekonomikos diegimas pramonėje (LR EIMIN).

Apibendrinimas

Remiantis literatūros analizės rezultatais, projekto autorės buvo sukurtas šalių konkurencingumo vertinimo metodas, į kurį įtraukiamos aktualiausios ir naujausios požiūrį į konkurencingumą atspindinčios veiksmų grupės. Jų sąrašas pateiktas 2 paveikslėlyje:



2 pav. Šalių konkurencingumą lemiančių veiksnių grupių sąrašas, sukurtas projekto autorės

Taigi, iš šalies konkurencingumo veiksnių analizės rezultatų galima daryti išvadą, jog daugelis tyrėjų, išskirdami skirtingus veiksnius, neįvardijo sąsajos tarp jų. Galima įžvelgti to priežastį – detalizuojant šalies konkurencingumo sampratą ir identifikuojant rodiklius konkurencingumui vertinti, paaiškėja, kad „viskas lemia viską“. Dėl šio požiūrio analizės atlikimas tampa pernelyg sudėtingas.

Tyrėjas R. Martin’as ir kt. (2006) naudojo „indėlio-rezultato“ modelį, tačiau nusprendė, kad tai kelia daug diskusijų ir painiavos. Tyrėjo keliamas klausimas, ar šalis pasižymi dideliu produktyvumu, užimtumu ir pritraukia užsienio investicijas dėl to, kad yra konkurencinga, ar konkurencinga dėl to, jog išsiskiria dideliu produktyvumu, užimtumu ir pritraukia užsienio investicijas [52]. Atlikdamas analizę ir ieškodamas teisingo atsakymo į šį sudėtingą klausimą autoriaus teigiama, jog teisingiausia į šalies konkurencingumą žiūrėti kaip į save stiprinantį procesą, kurio metu rezultatas virsta indėliu, kuris vėliau lemia rezultatą. Bet kuriuo nagrinėjamu laikotarpiu šalis turi tokią konkurencingumo veiksnių kombinaciją, kuri yra paveldėta iš praėjusio laikotarpio ir kurią nagrinėjamu laikotarpiu veikia nauji regiono vidiniai ir išoriniai veiksniai. Šių komponentų sąveika sukuria naują konkurencingumo veiksnių derinį, kuris bus naudojamas regionų konkurencingumui didinti. Mokslininko darbe akcentuojama, kad konkurencingumo procesas gali turėti ir neigiamų padarinių, kada regionas neprisitaikys prie besikeičiančių sąlygų ir nepasinaudos jau esamais ar naujai sukurtais pranašumo veiksniais (šalies konkurencingumas – tai sugebėjimas prisitaikyti prie kintančių poreikių).

Toliau nagrinėjant ES šalių konkurencingumo vertinimo problematiką bus laikomasi R. Martin’o ir kt. požiūrio, siekiant suprasti visumą – teigiamą ir neigiamą visų veiksnių įtaką visam šalies konkurencingumui laiko atžvilgiu. Vienas iš populiariausių metodų, leidžiančių matematiškai pritaikyti anksčiau įvardintą požiūrį analizavimo procese, – vertinimas indeksu.

1.4. Konkurencingumo vertinimo metodai

Konkurencingumas yra ne tik įėjimo į rinką instrumentas, bet ir faktorius, apibrėžiantis įmonės ar šalies pozicionavimo rinkoje strategiją ateityje. Tai paaiškina, kad konkurencinio pranašumo

trūkumas reiškia įmonės ar šalies pasitraukimą iš konkrečios rinkos ar bent jau signalizuoja galimybes užimti dominuojančios pozicijos praradimą (Porter, 2008). Tyrinėjant literatūros šaltinius pastebėta, kad konkurencingumas vertinamas įvairiais metodais. V. Navickas sako, kad *vertinimas apibūdinamas kaip sisteminis procesas, kurio metu nustatoma objekto vertė. Svarba, svoris, reikšmė ir kiti parametrai, lyginant su pasirinktu standartu ir taikant apibrėžtus vertinimo kriterijus ir metodiką* [57]. Svarbu paminėti, kad analizuojant konkurencinį pranašumą įprastai sudėtinga apibrėžti (nustatyti) *konkurencingumo etaloną* [57]. Tai paaiškina vertinimo būdų gausą ir skirtingumą, kadangi pasirinkimas tiesiogiai priklauso nuo tyrėjo ekspertinės nuomonės.

Konkurencingumas gali būti vertinamas pagal vieną rodiklį. Pagal BVP vienam gyventojui konkurencingumą tyrė G. H. Popescu vertindamas ES tvarų konkurencingumą. Gautos išvados patvirtina požiūrį, kad sudėtinga pateikti išsamų veiklos (įtraukiant tvarumą) vertinimą remiantis tik vienu veiksmu [58]. Tiriant ES šalis siūloma sukurti naują modelį / indeksą, kuris leistų kompleksiskai įvertinti konkurencingumą. Kitas būdas yra vertinti pagal keletą rodiklių. Kao'as šalių konkurencingumą analizavo pagal rinkos dydį ir pelningumą [32]. Taip pat konkurencingumą galima vertinti ir pagal SSGG analizę. H. Shinno darbe, tiriančiame Japonijos staklių pramonę, yra teigiama, kad SSGG yra efektyviausias metodas analizuojant strateginę valdymo politiką, o veiksminga įmonės strategija lemia tvarų konkurencinį pranašumą. Tačiau išanalizavus literatūros šaltinius galima teigti, kad dažniausiai konkurencingumas vertinamas remiantis Deimanto modeliu. Be to, jis naudojamas sudarinėjant konkurencingumo indeksus. O šiuo metu populiariausias būdas vertinti konkurencingumą – indekso sudarymas.

Svarbu paminėti, kad konkurencingumą tyrinėja ne tik akademikai, bet ir konsultacinės organizacijos, sukūrusios svarbų žinių rinkinį, matuojantį konkurencingumą tarp šalių. Vienos žymiausių pasaulyje organizacijų yra Pasaulio ekonomikos forumas (angl. *The World Economic Forum*) (PEF), Pramonės politikos studijų institutas (angl. *The Institute for Industrial Policy Studies*) (PPSI), Tarptautinis vadybos plėtros institutas (angl. *International Institute for Management Development*) (TVPI) [3,18]. Šių organizacijų skaičiuojami konkurencingumo indeksai bus pristatomi šiame skyriuje.

1.4.1. Pasaulio konkurencingumo indeksas

Pasaulio ekonomikos forumas jungia svarbiausius politinius, verslo, kultūros ir kitus visuomenės lyderius, kurie formuoja pasaulines, regionines ir pramonės veiklas. Jo skelbiamos pasaulinės konkurencingumo ataskaitos nuo pat pirmojo leidimo yra skiriamos įkvėpti ir paskatinti, politikus ir kitus įtaką šalių valdymui turinčius žmones, siekti ne tik trumpalaikio augimo, bet ir ilgalaikės žmonių gerovės [66]. Esminis ataskaitos tikslas – įkvėpti politikos formuotojus keisti savo šalių ekonomikos formavimo požiūrį, kuris pagerintų žmogaus vystymąsi ir suderinamumą su aplinka. 2020 m. (naujausioje konkurencingumo ataskaitoje) buvo atsisakyta idėjos šalis reitinguoti pagal Pasaulinį konkurencingumo indeksą (PKI)[66].

PKI 4.0 – tai žymiausias konkurencingumo indeksas, pagal kurį 141 pasaulio šalis yra reitinguojama, remiantis naujausiais teoriniais ir empiriniais tyrimais. Indekso sudarymui naudojami duomenys gaunami iš Executive Opinion Survey (EPS) (du trečdaliai) , o kiti – iš viešai prieinamų šaltinių, tokių kaip Jungtinės Tautos [67]. Minėtą indeksą sudaro 12 konkurencingumo veiksmių grupių:



3 pav. Pasaulio konkurencingumo indekso 4.0 sudėtis

Pasaulio konkurencingumas indeksas 4.0 sudaromas pagal šią formulę:

$$PKI = \frac{1}{n} \sum_{1}^n VG_n; \quad (1)$$

čia PKI – pasaulio konkurencingumo indeksas;

n – veiksnių grupių skaičius;

VG – veiksnių grupė.

Kiekvienos veiksnių grupės rezultatas gaunamas remiantis tuo pačiu principu kaip ir indekso – skaičiuojamas grupę sudarančių veiksnių aritmetinis vidurkis. Prieš veiksnio rezultato naudojimą galutinėje formulėje, reikšmės transformuojamos į pažangos balų (angl. *progress score*) intervalą [0;100], kur 100 – geriausias rezultatas, naudojant „minimumo – maksimumo“ transformaciją.

Svarbu pabrėžti, kad nors ir Pasaulio ekonomikos forumo (PEF) ataskaitoje yra akcentuojama keliami rizika žmonijos gerovei, nė vienas iš konkurencingumo veiksnių, naudojamų sudarant PKI neatspindi jokių valstybių veiklą apibūdinančių kiekybinių rodiklių, tokių kaip CO₂ emisija, vandens kokybė, energija, gamtinių išteklių ar maisto saugumas. Tai paaiškina, kad 2018 m. ir 2019 m. PEF ataskaitose ekologinis pėdsakas (angl. *footprint*) buvo minimas kontekste, tačiau kiekybiniai rodikliai, atspindintys žiedinės ekonomikos aspektus, nebuvo įtraukti į balų skaičiavimo algoritmą [67].

1.4.2. TVPI pasaulio konkurencingumo centro indeksas

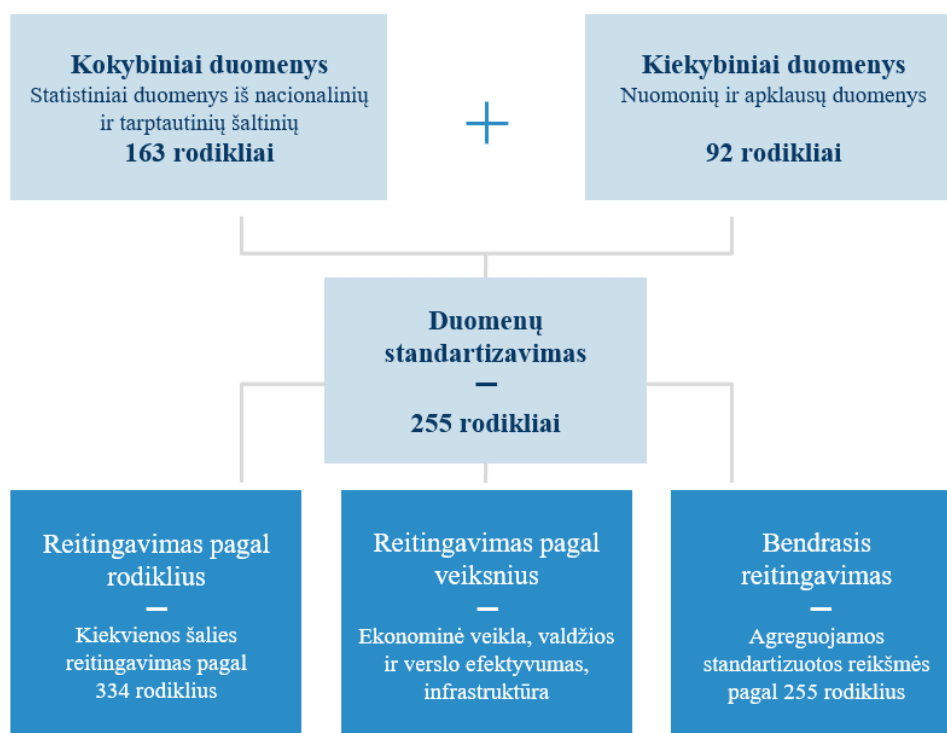
Nuo 1989 m. leidžiama Pasaulio konkurencingumo metų knyga (angl. *World Competitiveness Yearbook*) yra išsami metinė ataskaita ir atskaitos taškas vertinant šalių konkurencingumą. Šioje ataskaitoje pateikiama lyginamoji analizė ir tendencijos, remiantis tiek statistinių duomenų, tiek apklausų rodikliais, pagrįstais išsamiais tyrimais. Minėtoje ataskaitoje šalys analizuojamos ir reitinguojamos pagal tai, kaip sugeba panaudoti turimas kompetencijas ir išteklius siekiant ilgalaikių tikslų. TVPI puslapyje teigiama, kad ekonominis konkurencingumo vertinimo metodikoje negalima apsiriboti tik BVP rodikliu. Našumas atsispindi ir kituose rodikliuose, kurie parodo, kaip šalys geba susidoroti su kylančiais iššūkiiais politinėje, socialinėje ir kultūrinėje srityse. TVPI nuomone, vyriausybės privalo sukurti palankią aplinką, kuriai būdinga veiksminga infrastruktūra, institucijos ir politika, skatinanti tvarią įmonės vertės kūrimą.

Remiantis mokslininkų atlikta analize, TVPI visi veiksniai (prekių eksportas, užimtumas, tiesioginės užsienio investicijos) suskirstyti į 4 kategorijas po 5 subkategorijas:

1 lentelė. TVPI sudėtis

Ekonominė veikla	Valdžios efektyvumas	Verslo efektyvumas	Infrastruktūra
Tarptautinė ekonomika	Viešieji finansai	Produktyvumas ir efektyvumas	Pagrindinė infrastruktūra
Tarptautinė prekyba	Mokesčiu politika	Darbo rinka	Technologinė infrastruktūra
Tarptautinis investavimas	Institucinė struktūra	Finansai	Mokslinė infrastruktūra
Užimtumas	Verslo teisės aktai	Valdymo praktika	Sveikata ir aplinka
Kainos	Visuomeninė struktūra	Nuostatos ir vertybės	Švietimas

Kiekviena subkategorija gali turėti skirtingą skaičių rezultatą lemiančių veiksnių, tačiau jie turi vienodą svorį konkrečiai subkategorijai. Taip pat subkategorija turi vienodą svorį galutiniam konkurencingumo vertinimui, šiuo atveju svoris yra 5% ($20 \cdot 5\% = 100\%$). Pagal TVPI, šis vertinimo metodas pagerina rezultatų patikimumą ir padeda užtikrinti aukštą suderinamumą su ankstesniais rezultatais. Teigiama, kad skaičiavimuose kartais pasitaiko nenumatytų klaidų, o tarp subkategorijų užfiksuotas svoris apsaugo nuo jų ir užtikrina skaidrumą. Be to, aprašytas indekso skaičiavimas leidžia palyginti skirtingų metų rezultatus [70].



4 pav. TVPI vertinimo principas

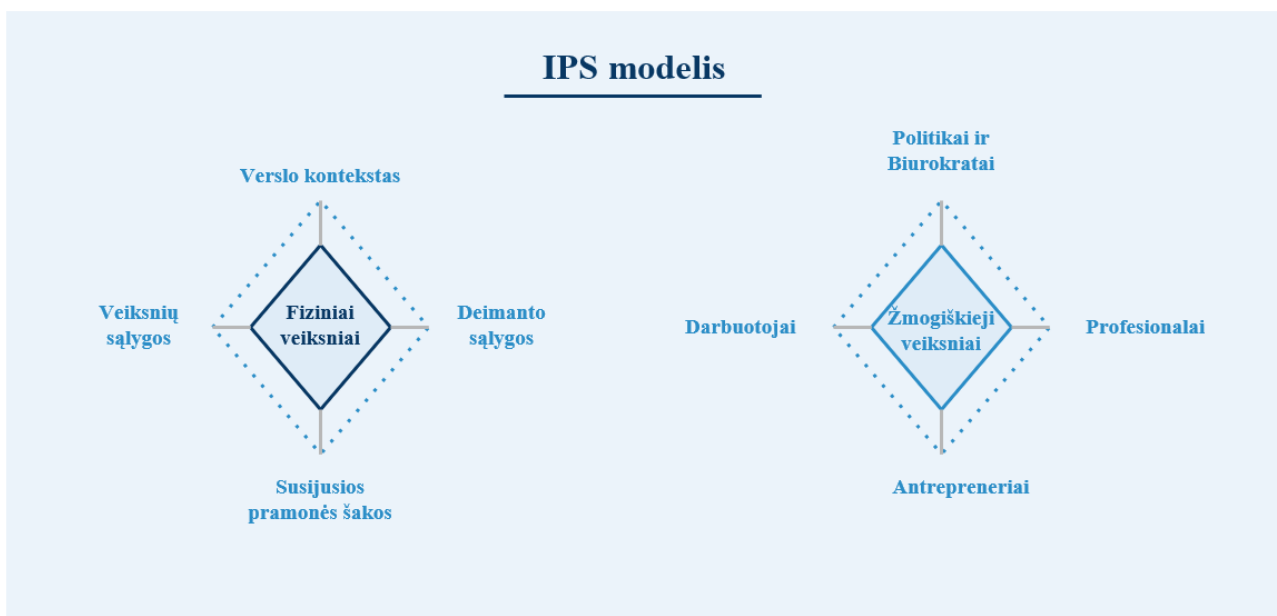
TVPI naudoja kelių rūšių duomenis – du trečdalius sudaro kiekybiniai, o trečdalį – kokybiniai rodikliai. Statistiniai rodikliai yra gaunami iš tarptautinių, valstybinių, ir regioninių organizacijų bei privačių institucijų, o kokybiniai – iš EPS. 2021 m. konkurencingumo indeksas yra sudarytas iš 255

veiksnių – 163 statistiniai ir 92 apklausų duomenys. Rango skaičiavimo schema pateikta žemiau paveikslėlyje.

1.4.3. Pramonės politikos studijų instituto indeksas

Pramonės politikos studijų institutas (PPSI) atlieka objektyvius tyrimus įvairiose šalyse, įtraukiant nacionalinę ir regioninę šalių konkurencingumo analizę ir kt. PPSI teigia, kad jų konkurencingumo vertinimas skiriasi nuo PEF ir TVPI. PPSI skelbia konkurencingumo indekso rezultatus pagal 3 skirtingus scenarijus: kai šalies vyriausybė laikosi diferenciacijos strategijos, kai neturi jokios strategijos ir kai laikosi sąnaudų strategijos (sumažinti išlaidas iki minimalaus lygio).

Pagal PPSI vienas efektyviausių būdų suvokti konkurencingumo samprata yra M. Porter'io Deimanto modelis [22]. Vėliau mokslininkai šią sampratą išplėtė į 2 kryptis – Dvigubo deimanto modelis (angl. *Double Diamond Model*) ir 9 veiksnių modelis (angl. *9-Factor Model*). Remiantis šiomis dvejomis kryptimis buvo sukurtas naujas modelis, sujungiantis abejus modelis į vieną. Naujasis modelis buvo pavadintas IPS modeliu ir jis yra pagrindinė PPSI konkurencingumo tyrimo analizė [22]. IPS modelio sudėtis pavaizduota 5 paveikslėlyje:



5 pav. PPSI indekso sudėtis

Aštuonios šalių konkurencingumo veiksnių grupės IPS modelyje susideda iš 16 pograpių, kuriuos sudaro 104 kriterijai. Iš jų 63 sudaro kiekybiniai statistiniai duomenys, o 41 yra surinkti duomenys iš apklausų. Galima pastebėti, kad prieš tai šiame skyriuje aptartų indeksų veiksnių rinkiniai skiriasi nuo IPS indekso išskirtiniu akcentavimu žmogiškiesiems komponentams. Taip pat šią įžvalgą savo darbe aprašė R. Tamošiūnienė ir kt. [21].

Atsižvelgiant į šių dienų aktualijas pasaulyje, tradicinių modelių veikimas gali būti ne itin korektiškas, nes, pasak G. Fenz'o ir kt., kai kurie ekonometriniai ryšiai, kurie yra patikimi ir tinkami stabilizuoti laikotarpiu gali nutrūkti dėl staigių elgesio pokyčių arba netiesiškumo [29]. Šiandienos mokslininkų ir tyrėjų iššūkiai ir reikalavimai – ekonominių tyrimų ribų plėtimas ir skatinimas analizuoti didžiuosius duomenis. J. Bruneckienės ir kt. knygoje „Žiedinės ekonomikos iššūkiai ir galimybės

Lietuvoje“ yra rašoma, kad sisteminio mąstymo ir pažangių technologijų panaudojimas leidžia plėsti ekonominių tyrimų sritis ir padeda prognozuoti ateities elgseną, tuo pačiu metu atsakant į klausimus kaip ir kodėl [56]. Taip pat, W. Hynes'ą ir kt. tyrėjų teigiama, kad naujos kartos sistemų analizės modeliai privalo efektyviau integruoti realaus pasaulio dinamiką, tai yra, socialinį ir elgsenos nevienalytiškumą. Taip pat, rekomenduojama išskirti svarbiausius kintamuosius, kurie padėtų tiksliau prognozuoti pasaulinę ekonominę veiklą. O išskirtus veiksnius atidžiau stebėti, kad būtų galima numatyti būsimus pokyčius pasaulio ekonomikos augime [30].

1.5. Klasterizavimas

Vienas iš sprendimo būdų klasifikuoti didžiuosius duomenis, kai nėra informacijos apie žinomas klases, yra klasterizavimas. Jis yra paremtas mašininio mokymūsi (angl. *machine learning*). Tai reiškia, kad kai kuriems taikomiems metodams būdingas ne tiesioginis problemos sprendimas, o mokymasis, kaip pritaikyti analogiškų uždavinių sprendimus – taip rašoma V. Žalkausko sudarytame žodyne [58]. Pagrindinis klasterinės analizės tikslas – nežinomų objektų grupių atskleidimas. Tai greičiausias būdas atrasti homogenines grupes, kurias galima tirti pagal panašumus ir skirtumus kitų grupių atžvilgiu. Patys klasterių analizės metodai gali būti suskirstyti į 3 grupes: hierarchiniu grupavimu, optimizavimo grupavimu ir modeliu pagrįstu grupavimu. Jų veikimo principas gali būti paremtas pagal daugelio klasifikuojamų objektų rinkinio kintamųjų požymių matricą arba panašumų-skirtumų matricą [59].

Pasak S. Landau ir I. C. Ster, priklausomai nuo tiriamojo objekto grupės gali būti asmenys, šalys, gyvūnai, pensijų fondai ar kintamųjų rinkiniai. B. Mietlich'as, D. Belotserkovich'as ir kt. tyrime buvo analizuojama skaitmenine ekonomika ir jos įtaka šalių ir regionų konkurencingumui. Straipsnyje atlikta klasterinė analizė pagrįsta duomenimis apie telekomunikacijų, kompiuterių ir informacijos paslaugų dalį šalies ir pasaulio paslaugų eksporte. Be to, darbe yra pateiktas pasiūlymų sąrašas, sudarytas iš potencialiai geriausių šalių – eksportuotojų profilio, skaitmeninio konkurencingumo didinimui.[60] Taip pat, J. Rapsikevičiaus, J. Bruneckienės, M. Lukausko ir Š. Mikalonio tyrime yra analizuojama ekonominės laisvės įtaka ekonomikai ir aplinkosaugai. Tyrime yra klasterizuojamos ES šalys į 4 grupes pagal ekonominės laisvės, ekonominės ir aplinkosauginės veiklos rezultatus. Taip pat, prof. M. Luckaz darbuose klasterizuojamos medicinos, finansų, inžinerinių duomenų laiko eilutės. Taip pat, A. Mikulec'o tyrime yra aprašomi pensijų fondai pagal jų efektyvumo rezultatai ir naudojamas nehierarchinis K-vidurkių metodas. Šiuo metodu taip pat atliktas grupavimas ir A. Kabašinsko, K. Šutienės, M. Kopa ir E. Valakevičiaus tyrime, kuriame analizuojamas Lietuvos pensijų fondų rezultatyvumas.

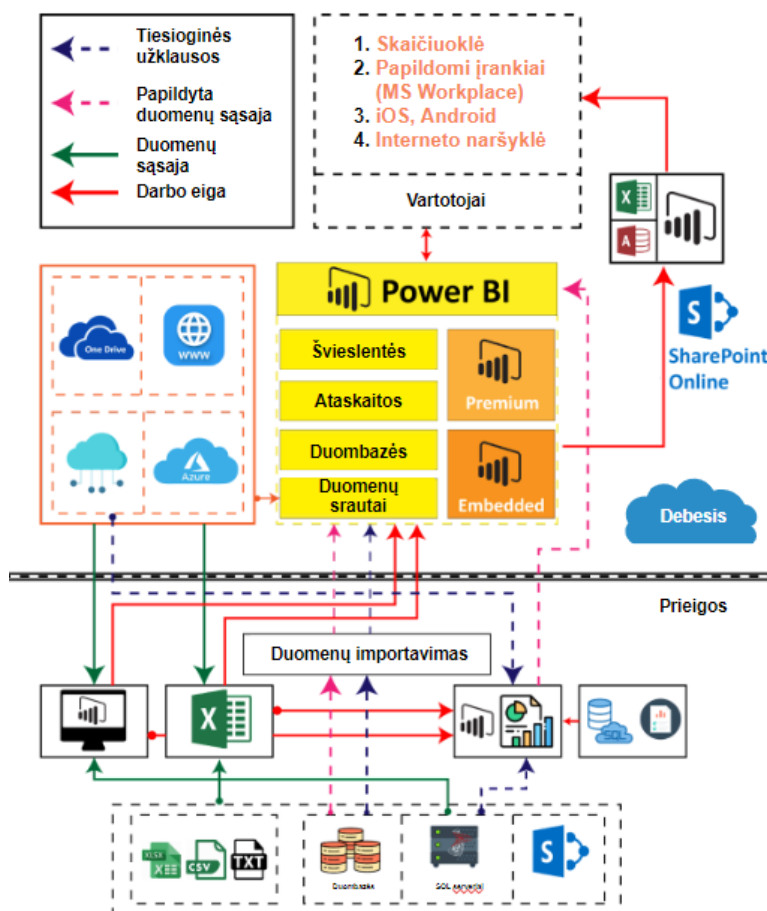
2. Tyrimo objektas ir metodai

Šioje dalyje pateikiama informacija apie tyrimui atlikti naudotą programinę įrangą, paaiškinami vertinami konkurencingumą lemiantys veiksniai bei apibrėžiamos jų sąvokos, aprašomi naudoti klasterinės analizės metodai. Taip pat pateikiami literatūros šaltiniai, kuriuose galima rasti išsamesnius metodų aprašymus bei sampratą.

2.1. Programinė įranga

Tyrimui atlikti buvo naudojamos trys taikomosios programinės įrangos: *RStudio*, *Power BI* ir *MS Excel*.

RStudio – tai integruota kūrimo aplinka, skirta statistiniams skaičiavimams ir jų grafiniams vaizdavimams. Šiame baigiamajame projekte skaičiavimai atlikti R programavimo kalba ir naudojamos šios bibliotekos: skaičiuoklės integracijai – *readxl*, *openxlsx*, žvalgomajai analizei – *DataExplorer*, *corrplot*, duomenų trūkstančių reikšmių užpildymui – *mice*, vizualizavimui – *tidyverse*, *mideadds*, *PerformanceAnalytics*, *JointAI*, *splines*, *ggplot2*, klasterinei analizei – *Rtsne*, *tsne*, *mclust*, *cluster*, *factoextra*, *clustertend*, *Nbclust*. Šiame darbe *MS Excel* naudojama pradinių duomenų tvarkymui, jų importavimui į *R* ir *Power BI* programas bei vizualizavimui.



6 pav. *Power BI* architektūra, šaltinis: [73]

„*Power BI*“ yra programinės įrangos paslaugų, programų ir jungčių rinkinys, kuris veikia taip, kad nesusijusius duomenų šaltinius paverstų nuosekliomis, vizualiai įtraukiančiomis ir interaktyviomis

įžvalgomis. Duomenys gali būti „Excel“ skaičiuoklės arba debesyje pagrįstų ir vietinių hibridinių duomenų saugyklų rinkinys. Naudojant „Power BI“ nesudėtingai galima prisijungti prie duomenų šaltinių, vizualizuoti ir bendrinti tai kitais vartotojais [79,73].

2.2. Klasterinė analizė

Klasterizavimas – tai duomenų kasybos įrankis, pritaikomas įvairiose tyrimų šakose, pvz. biologijoje, medicinoje, verslo analitikoje ar ekonomikoje. V. Čekanavičiaus ir G. Murausko knygoje rašoma, kad klasterizavimas naudojamas objektų panašumo nustatymui ir jų grupavimui į klasterius. Klasteris – panašių objektų grupė. Pagrindinis klasterinės analizės tikslas – suskirstyti objektus taip, kad skirtumai klasterių viduje būtų kuo mažesni, o tarp klasterių – kuo didesni [61].

Klasterinės analizės etapai [62]:

1. uždavinio formulavimas;
2. kintamųjų atranka;
3. duomenų tvarkymas;
4. artumo mato parinkimas;
5. klasterių sudarymo metodo parinkimas ir taikymas;
6. klasterių skaičiaus nustatymas;
7. klasterizavimo kokybės vertinimas;
8. klasterizavimo rezultatų interpretavimas.

Atliekant tyrimą visi klasterizavimo etapai yra įvykdyti. Suformuluotas uždavinys aprašytas įvade (pirmasis etapas), kintamieji atrinkti remiantis literatūros šaltiniais ir koreliacijos rezultatais. Toliau yra parenkamas artumo matas.

2.2.1. Metriniai atstumo matai

Metrinis atstumo matas kiekybiškai įvertina dviejų objektų panašumą. Kiekybiniam duomenų įvertinimui objektą apibūdinantys požymiai privalo būti matuojami intervalų arba santykių skalėse. Taip pat jie vadinami skirtingumo matais. Objektų skirtingumas išreiškiamas maža skirtingumo mato reikšme. Metrinų atstumų matas – metrikos. Metrika – skaitinė neneigiama dviejų objektų X ir Y funkcija $d(X, Y)$, kuri tenkina sąlygas[62]:

1. Simetriškumo: $d(X, Y) = d(Y, X)$;
2. Trikampio nelygybės: $d(X, Y) \leq d(X, Z) + d(Y, Z)$;
3. Netapačių objektų atskiriamumo: jei $X \neq Y$, tai $d(X, Y) \neq 0$;
4. Tapačių objektų neatskiriamumo: jei $d(X, Y) = 0$, tai X ir Y identiški.

Praktikoje populiariausi skirtingumo matai yra Čebyševio, Euklido, Euklido atstumo kvadrato, Manheteno (blokinis), Minkovskio, Vektorių kampo kosinuso ir Mahalanobio atstumo kvadratas. Šiame tyrime buvo naudojamas Euklido atstumo matas.

Euklido atstumas yra vienas iš dažniausiai naudojamų atstumo matų [61]. Šis atstumo matas sukurtas remiantas Pitagoro teorema, kuri teigia, kad įžambinės kvadratas yra lygus dviejų statinių sumos kvadratui, todėl kartais jis vadinamas Pitagoro atstumo. Taigi, Euklido atstumas tarp dviejų vektorių X ir Y yra:

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

2.2.2. Optimalaus klasterių skaičiaus nustatymo metodai

Šiame tyrime naudojami 4 optimalaus klasterių skaičiaus nustatymo metodai. BIC ir alkūnės metodas glaustai aprašytas rezultatuose. Žemiau pateikiamos Silueto koeficiento ir atotrūkio statistikos formulės.

Silueto koeficiento formulė:

$$S_i = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (3)$$

čia S_i – duomenų taško i silueto koeficientas;

$a(i)$ – vidutinis atstumas tarp i ir visų kitų duomenų taškų klasteryje, kuriam priklauso i ;

$b(i)$ – vidutinis atstumas nuo i iki visų grupių, kurioms i nepriklauso

Atotrūkio statistika klasterių skaičiui k yra apibrėžiama taip:

$$Gap_{in}(k) = E_n \log(W_k) - \log(W_k); \quad (4)$$

čia E_n – lūkesčiai pagal imties dydį n iš atskaitos skirstinio.

W_k – stebimo nuokrypio vertė nuo tikėtinos vertos pagal nulinę hipotezę.

2.3. Klasterinės analizės metodų klasifikacija

Mokslinėje literatūroje pateikiama daugybę klasterizavimo metodų. V. Čekanavičiaus ir G. Murausko knygoje šie metodai skirstomi pagal:

- panašumo mato parinkimą;
- atstumo tarp klasterių nustatymo kriterijų;
- skirstymo į klasterius strategiją [61].

Literatūroje vieningo klasterizavimo metodų suskaidymo į kategorijas nėra. S.Tuffery knygoje išskiriamos į schemeje pavaizduotas klases [62]:



7 pav. Klasterizavimo metodų klasifikacija

Šiame tyrime naudojami hierarchinis Vordo jungimo , K-vidurkių. O klasterizavimo rezultatų vizualizavimui naudojami t-pasiskirstymo stochastinio kaimynų įterpimo ir PCA metodai.

2.3.1. Hierarchinis klasterizavimas

Tyrime naudojamas hierarchinis jungimo metodas. Jungimo metodų algoritmas yra toks [61]:

1. Turima N klasterių po 1 objektą ir $N \times N$ simetrinę atstumų matricą $(d_{i,j})_{i,j}$.
2. Pagal atstumų matricą nustatomi du klasteriai, tarp kurių atstumas yra mažiausias (klasteriai labiausiai panašūs). Tarkime, šie klasteriai žymimi U ir V .
3. Sujungiami klasteriai U ir V ir naujas klasteris pažymimas (UV) . Poto atstumų matricą pakeičiame taip:
 - a. Išbraukiami stulpeliai ir eilutės, atitinkantys klasterius U ir V .
 - b. Pridedama eilutė ir stulpelis su atstumais tarp (UV) ir likusiųjų klasterių.
4. Kartojami 2 ir 3 žingsnis $(N - 1)$ kartą. Procesas baigiamas, kai visi objektai yra viename klasteryje.

Dendrograma – klasterizavimo schema, atvaizduota grafiku [61].

Tyrime naudojamas Vordo panašumo matas. Jis apskaičiuojamas taip:

$$d(U, V) = \frac{1}{\frac{1}{n_U} + \frac{1}{n_V}} \|\bar{U} - \bar{V}\|^2; \quad (5)$$

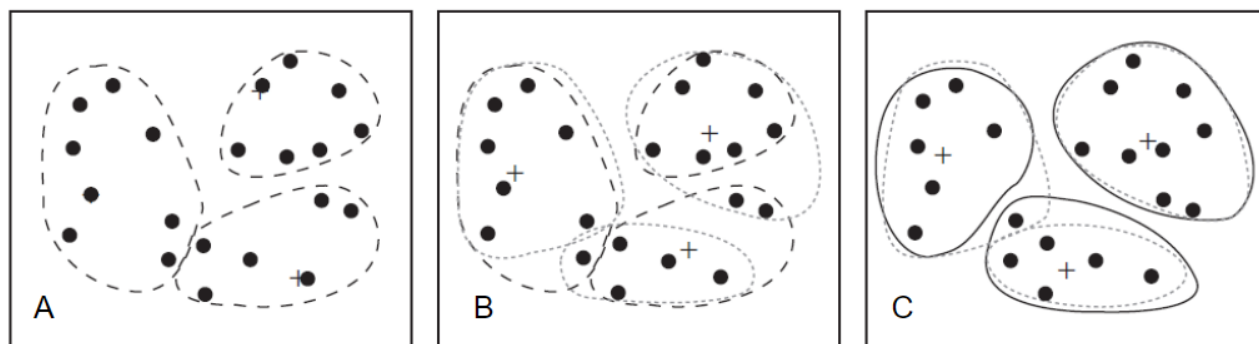
čia \bar{U}, \bar{V} – klasterius sudarančių objektų požymių vektorių vidurkiai.

2.3.2. K-vidurkių metodas

K-vidurkių metodas – tai iteracinis algoritmas, kuris dalina į K iš anksto apibrėžtus nepersidengiančius klasterius, kur kiekvienas duomenų taškas priklauso tik vienai grupei. Šiuo metodu bandoma atskirti į klasterių kuo panašesnius duomenų taškus, tuo pačiu grupes išlaikant kiek įmanoma toliau viena nuo kitos. K-vidurkių metodas priskiria klasteriams duomenų taškus taip, kad atstumo tarp taškų ir klasterių centro kvadratų suma (visų tam klasteriui priklausančių duomenų taškų aritmetinis vidurkis) būtų minimali. Tai reiškia, kuo mažesni skirtumai tarp klasteryje esančių objektų, tuo jie yra homogeniškesni.

K-vidurkių metodo algoritmas:

1. Nurodomas klasterių skaičius K .
2. Sumaišomas duomenų rinkinys ir inicijuojami centroidai ir tada atsitiktinai pasirenkamas K centroidų duomenų taškas be pakeitimo.
3. 2 punktą kartojamas tol, kol centroidai nepakinta, tai yra, duomenų taškų priskyrimas klasteriams nepakinta.



8 pav. K-vidurkių metodo iliustracija. A – inicijuojami centroidai, B – iteracijos, C – galutinis klasterizavimo rezultatas

Prieš atliekant klasterizavimą šiuo metodu yra rekomenduojama duomenis standartizuoti.

2.3.3. Daugiamačių duomenų vizualizavimo PCA ir t-SNE metodai

Principinių komponentių analizė (PCA) – tai neprižiūrimas (angl. *unsupervised*) tiesinis dimensijų mažinimo ir duomenų vizualizavimo metodas, skirtas didelės dimensijos duomenims. Pagrindinė šios technikos idėja – sumažinti koreliuojančių duomenų matmenis, pakeičiant pradinį vektorių rinkinį į naują, žinomą kaip principinę komponentę. PCA metodu bandoma išsaugoti duomenų struktūrą mažinant duomenų dimensiją ir tuo pačiu bando susieti visas grupes kaip visumą, dėl kurios vietinės struktūros yra pametamos.

t-pasiskirstymo stochastinis kaimynų įterpimas (angl. *t-distributed stochastic neighbourhoud embedding*) (t-SNE) – tai neprižiūrimas (angl. *unsupervised*) netiesinis dimensijų mažinimo ir duomenų vizualizavimo metodas. Jo idėja – taškų įterpimas iš aukštesnės dimensijos į žemesnę dimensiją, bandant išsaugoti to taško kaimynystę. Kitaip nei PCA, šis metodas bando išsaugoti lokalią duomenų struktūrą, sumažindamas Kullback-Leibler skirtumą tarp dviejų skirstinių, atsižvelgiant į taško koordinatas.

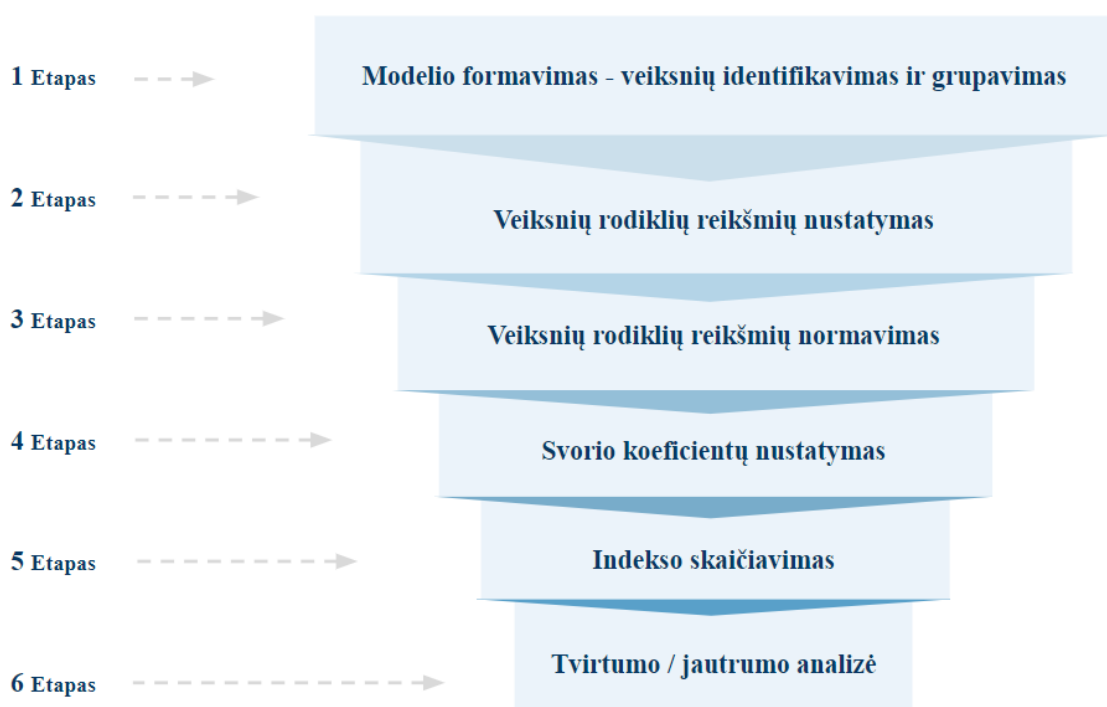
2 lentelė. PCA ir t-SNE skirtumai

Nr.	PCA	t-SNE
1.	Tiesinė dimensijų mažinimo technika	Netiesinė dimensijų mažinimo technika
2.	Stengiamasi išlaikyti globalią duomenų struktūrą	Stengiamasi išlaikyti lokalią duomenų struktūrą (klasterių)
3.	Nėra įtraukiami hiperparametrai	Įtraukiami hiperparametrai – mokymosi greitis, žingsnių skaičius ir kt.
4.	Jautrus išskirtims	Nejautrus išskirtims
5.	Deterministinis algoritmas	Randomizuotas algoritmas
6.	Galima nuspręsti, kiek užfiksuoti dispersijos, naudojant tikrąsias reikšmes	Negalima užfiksuoti dispersijos, bet galima išsaugoti atstumus naudojant hiperparametrus

Šiame darbe naudojami abu duomenų vizualizavimo būdai.

2.4. Indekso sudarymas

Šalių konkurencingumą įvertinti vienu kintamuoju nėra įmanoma. Dėl šios priežasties literatūros analizėje yra rekomenduojamas vienas populiariausių konkurencingumo vertinimo metodu – indeksas. J. Bruneckienės knygoje pabrėžiama, kad *indeksu tikslingiausia vertinti daugiakriterines koncepcijas (ekonominę ir socialinę verslo plėtrą, konkurencingumą, darnumą ir kt.), kurios negali būti įvertintos vienu rodikliu* [64]. Indeksu stengiamasi kompleksiskai išmatuoti šalies konkurencinį pranašumą, todėl, remiantis juo, suinteresuoti asmenys analizuoja ekonominę aplinką, ekonominės politikos ir konkurencingumo didinimo strategijos įgyvendinimo efektyvumą, privataus ir viešojo sektoriaus veiklą, konkurencinius pranašumus ir trūkumus bei kitą informaciją [64].



9 pav. Indekso skaičiavimo etapai

Modelio formavimas: veiksnų identifikavimas ir grupavimas. Šiame žingsnyje identifikuojami konkurencingumą lemiantys veiksniai, pagrindžiant jų reikšmę ir svarbą. Kiekvieną veiksnį apibūdinami rodikliai turi būti logiškai pagrindžiami. Šiame darbe pasirinkta vieną veiksnį apibūdinti vienu rodikliu.

1. Veiksnų rodiklių reikšmių nustatymas. Rezultatų logiškumas ir patikimumas itin priklauso nuo pasirinktų nagrinėti duomenų. Dėl šios priežasties tiriamieji rodikliai turi tenkinti šias sąlygas [64]:

- Tinkamumo – privalo tinkamai apibūdinti veiksnį;
- Pasiekiamumo – geriausia, jog tiriamuoju laikotarpiu būtų mažas kiekis trūkstamų reikšmių;
- Patikimumo – duomenys turi būti gaunami iš oficialių šaltinių.
- Aktualumo – tyrimas turi būti atliekamas temos aktualumo laikotarpiu.

- Palyginamumo – privalumas, jeigu įmanoma rezultatus palyginti tarp skirtingų šalių, ir puiku, jeigu galima palyginti skirtingais metais.

Tiriant realiuosius duomenis, ne imitacinius, dažniausiai susiduriama su trūkstamų reikšmių problema. Šią problemą išspręsti galima keliais būdais [64]:

- duomenų pašalinimas;
- užpildymas vidurkiu ar mediana;
- regresinė analizė;
- pasinaudojimas panašios situacijos duomenimis;
- ignoravimas;

Šiame tyrime pasirinkta trūkstamas reikšmes užpildyti MICE metodu. Jis pristatomas 2.5 poskyryje.

2. Veiksmų rodiklių reikšmių normavimas. Šalių konkurencingumas yra sudėtinis reiškinys, kurį lemia daug skirtingai išmatuojamų rodiklių. Tam, kad galėtume palyginti juos tarpusavyje privaloma jų reikšmes standartizuoti. Taip pat, duomenų standartizavimas padeda išvengti išskirčių daromos įtakos ir prisideda prie duomenų kokybės didinimo [64]. Mokslinėje literatūroje yra naudojami įvairūs indekso rodiklių reikšmių standartizavimo metodai. Šiame darbe naudojamas atstumo nuo minimalios iki maksimalios reikšmės standartizavimo metodas. Jo formulė [64]:

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t_0})}{\max_c(x_q^{t_0}) - \min_c(x_q^{t_0})} \quad (6)$$

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

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

Indekso reikšmė svyruoja nuo 0 (mažiausiai konkurencinga šalis), 1 (konkurencingiausia šalis).

3. Svorio koeficientų nustatymas. Literatūroje dažniausiai naudojami šie svorio koeficientų nustatymo būdai [64]:

- vienodų svorio koeficientų rodikliams nustatymas;
- visoms veiksmų grupėms suteikiami vienodo svorio koeficientai. Tai reiškia, kad svorio koeficientas priklausys nuo tų veiksmų grupę sudarančių veiksmų skaičiaus;
- skirtingų svorio koeficientų veiksmų grupių nustatymas;
- veiksmų grupėms suteikiami skirtingo dydžio svorio koeficientai.

Šiame tyrime yra naudojamas veiksmų-rodiklių grupės vienodo dydžio koeficientai.

4. Indekso skaičiavimas. Šiame etape numatoma konkurencingumo indekso skaičiavimo formulė ir galiausiai apskaičiuojamas indeksas. J. Bruneckienės knygoje rekomenduojama funkciją išreikšti adityvia išraiška [64].

5. Tvirtumo / jautrumo analizė. Indekso patikimumo analizei atlikti įprastai naudojama koreliacijos analizė. Svarbu paminėti, kad tiriant duomenų koreliacinę ryšį remiantis indeksu, skaičiuojamas Pirsono koreliacijos koeficientas.

Pirsono koreliacijos koeficiento formulė:

$$PKF = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (7)$$

čia PKF – Pirsono koreliacijos koeficientas, n – porų skaičius, x ir y – rodiklių reikšmės.

2.5. Trūkstumų reikšmių užpildymo metodas – MICE.

Kuriant MICE metodą, buvo laikomasi šių 3 pagrindinių principų – apskaičiuoti duomenų užpildymo trukmę, išsaugoti ryšius tarp duomenų ir tarp šių ryšių išsaugoti neapibrėžtumą. Šis trūkstumų reikšmių užpildymo metodas sugeneruoja daugybę nepilnai užpildytų daugiamačių trūkstumų reikšmių naudojant Gibbs'o atranką, nes duomenų trūkumas gali atsirasti bet kurioje duomenų matricos vietoje. Algoritmas priskiria stulpelį su trūkstamomis reikšmėmis, generuodamas „tikėtinas“ fiktyvias reikšmes, pateiktas tam pačiame duomenų stulpelyje. Visi stulpeliai, turintys nežinomų reikšmių turi veikti kaip pirmasis paimtas stulpelis ir turėti specifinį prognozių rinkinį.

Daroma hipotezė, kad duomenys be nežinomų reikšmių yra Y dalinė stebima atsitiktinė imtis iš p -kintamųjų daugiamačio skirstinio $P(Y|\theta)$. Daroma prielaida, kad daugiamatis Y skirstinys yra be trūkstumų reikšmių ir traktuojamas kaip nežinomų parametrų vektorius. Problema – kaip gauti surasti daugiamačių pasiskirstymą θ ? MICE algoritmas naudoja turimas ankstesnes θ reikšmes iš sąlyginių pasiskirstymų tokia forma:

$$P(Y_1|Y_{-1}, \theta_1) \quad (8)$$

...

$$P(Y_p|Y_{-p}, \theta_p) \quad (9)$$

čia $\theta_1, \dots, \theta_p$ – specifiniai sąlyginiai tankiai, kurie nebūtinai yra bendrojo skirstinio $P(Y|\theta)$ faktorizavimo rezultatai.

Pradedamas trūkstumų reikšmių užpildymas nuo stebėjimų marginaliųjų skirstinių, kur i -toji grandinių lygčių iteracija, panaudojant Gibbs'o atranką, kuri iš eilės pildo trūkstamas reikšmes:

$$\theta_1^{*(i)} \sim P(\theta_1|Y_1^{stebėjimas}, Y_2^{(i-1)}, \dots, Y_p^{(i-1)}) \quad (10)$$

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

...

$$\theta_p^{*(i)} \sim P(\theta_p|Y_p^{stebėjimas}, Y_1^{(i)}, \dots, Y_{p-1}^{(i)}) \quad (11)$$

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

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

Akcentuojama, kad ankstesni užpildymai $Y_j^{*(i-1)}$ įtraukiami tik į $Y_j^{*(i)}$ per sąryšį su kitais kintamaisiais, o ne tiesiogiai. Ši konvergencija yra gana greita palyginus su kitais Markovo grandinių Monte Carlo metodais. Teigiama, kad dažniausiai iteracijų skaičius būna mažas, nuo 10 iki 20. Taip pat, kiekvienam stulpeliui galima priskirti individualų trūkstumų reikšmių užpildymo metodą. Šiame darbe pasirinkta naudoti CART metodą. Šis metodas pagrįstas klasifikavimu ir regresijos medžiais (angl. *regression trees*).

2.6. Ekologinis pėdsakas

Ekologinis pėdsakas matuoja gamtos paklausą ir pasiūlą. Kalbant apie paklausą, ekologinis pėdsakas sudeda visas produktyvias sritis, dėl kurių konkuruoja gyventojai, įmonės ar šalys. Šis pėdsakas matuoja ekologinius išteklius, kurių tam tikrai populiacijai ar produktui reikia, kad galėtų pagaminti jos vartojamus gamtos išteklius ir absorbuoti atliekas, ypač anglies dvideginio išmetimo. Vartojami gamtos ištekliai yra:

- augalinis maistas;
- pluošto produkcija;
- gyvūnų produkcija;
- žuvies produkcija;
- mediena ir kt. miško produktai;
- erdvė miesto infrastruktūrai;

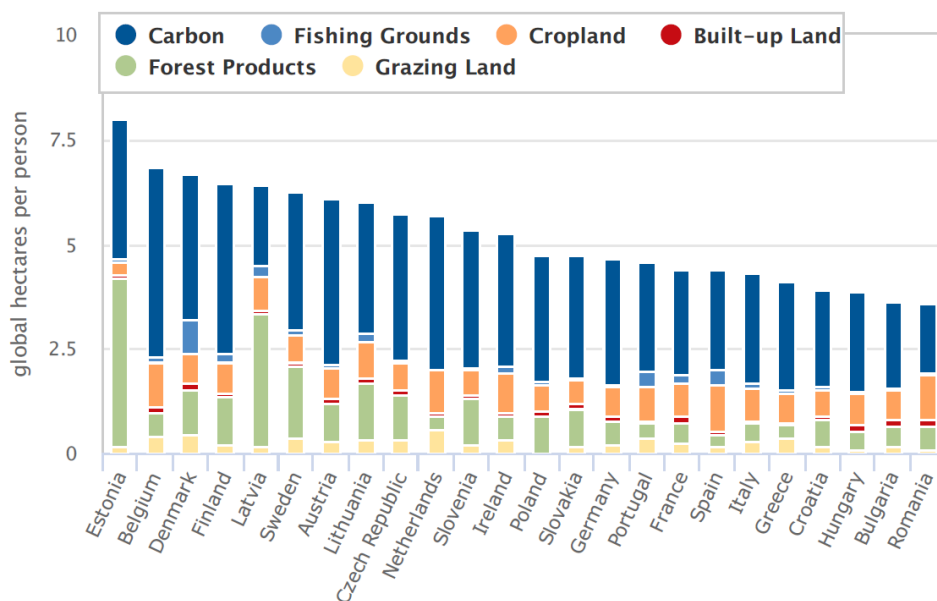
Ekologiniu pėdsaku taip pat vertinamas produktyvaus žemės paviršiaus ploto naudojimą ir anglies poreikį žemei. Žemės paviršiau plotas šiame ekologiniame pėdsake yra:

- pasėliai;
- ganyklos;
- žvejybos plotai;
- užstatyta žemė;
- miško plotas;

Kalbant apie pasiūlą, šalių ar tautos biologinis pajėgumas parodo ekologinių išteklių (įskaitant pasėlius, ganyklas, miško žemę, žvejybos plotus ir užstatytą žemę) produktyvumą.

Ekologinis pėdsakas ir biologinis pajėgumas išreiškiami pasauliniais hektarais – pasauliniu mastu palyginami, standartizuoti hektarai su vidutiniu pasaulio produktyvumu.

Analizei atlikti naudojami 2008 m. ir 2018m. duomenys. Šiuo metu 2018 m. yra naujausi.



10 pav. Ekologinis pėdsakas 2008m.

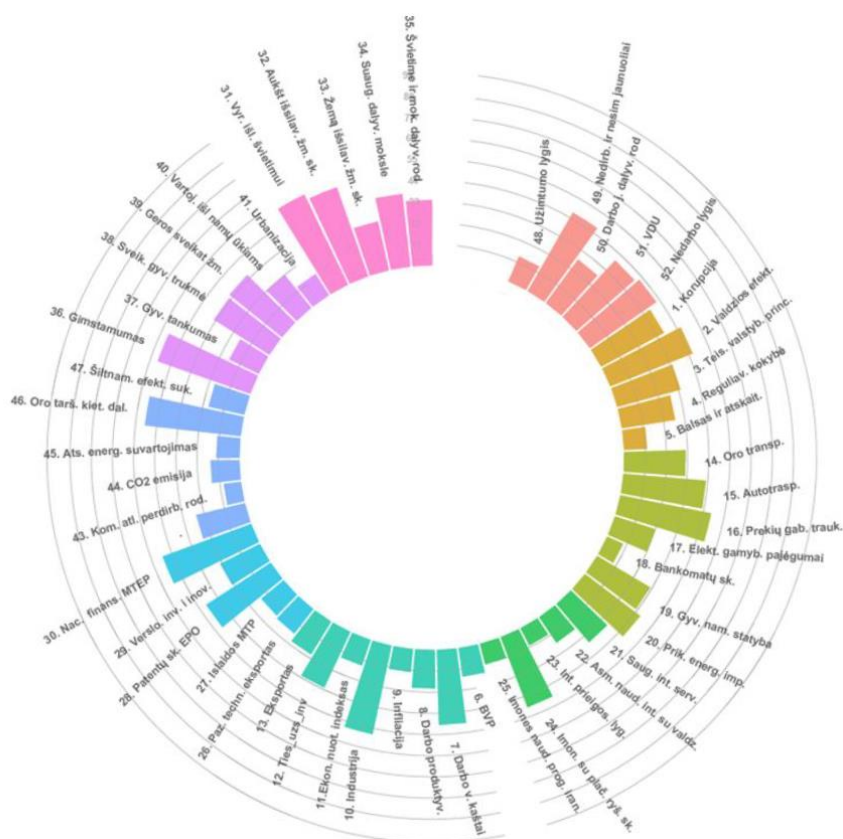
Tyrime analizuojama šalių konkurencingumo ir ekologinio pėdsako sąsaja.

3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Šioje dalyje bus pristatomi tiriamieji duomenys, analizės eiga, gauti rezultatai bei pateikiamos jų interpretacijos ir galutinės išvados.

3.1. Duomenys

Baigiamajame projekte analizuojami dabartinės Europos Sąjungos 24 šalių – Austrijos, Belgijos, Bulgarijos, Danijos, Estijos, Suomijos, Prancūzijos, Vokietijos, Graikijos, Vengrijos, Airijos, Italijos, Latvijos, Lietuvos, Lenkijos, Portugalijos, Rumunijos, Slovakijos, Slovėnijos, Ispanijos, Švedijos, Čekijos, Nyderlandų ir Kroatijos duomenys. Trijų Europos Sąjungos šalių – Kipro, Liuksemburgo ir Maltos analizės buvo atsisakyta dėl rezultatų palyginimo korektiškumo, kadangi jos yra priskiriamos mikrovalstybėms. Analizė atliekama 12 metų laikotarpio – nuo 2008m. iki 2019m. Tai yra, nuo pasaulinės ekonominės krizės iki pasaulinės pandemijos. Remiantis įvairiais literatūros šaltiniais, ankstesniame skyriuje yra aprašomos projekto autorės identifikuotos 9 veiksmų grupės, kurios yra sudarytos iš 52 šalių konkurencingumo veiksmų – rodiklių. Jie yra naudojami šiai analizei atlikti. Analizei atlikti pradiniai 52 duomenų failai yra sujungiami į skydelio duomenis. Detalus veiksmų – rodiklių aprašymas pateikiamas 1 priede.



1. Institucinė aplinka	4. IT infrastruktūra	7. Darbo rinkos efektyvumas
2. Makroekonominis stabilumas	5. Moksliniai tyrimai ir inovacijos	8. Rinkos dydis ir sveikata
3. Inžinerinė infrastruktūra	6. Švietimas	9. Orientacija į poveikio klimatui neutralumą

11 pav. Konkurencingumą lemiančių veiksmų grupių sudėtis

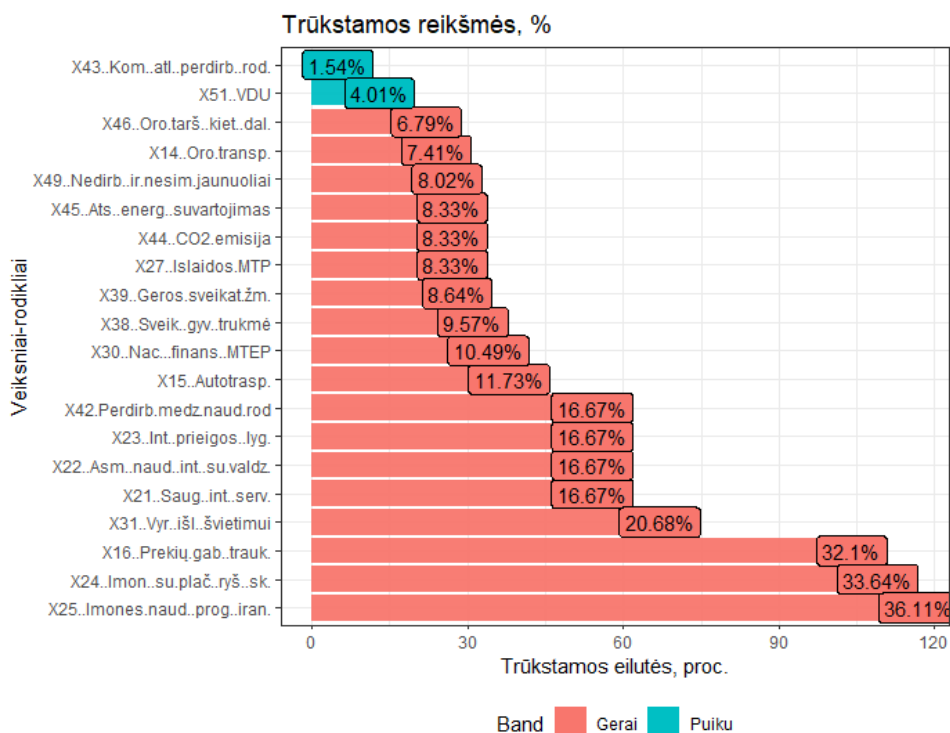
2 lentelė. Skaitinės kintamųjų charakteristikos

Kintamieji	Vidurkis	Standartinis nuokrypis	Minimali reikšmė	Maksimali reikšmė
Makroekonominis stabilumas				
BVP	33443.00	22655.6.00	6853.00	123514.00
Darbo vietos kaštai	-100.59	8.83	-140.16	-69.34
Darbo produktyvumas	97.96	7.07	67.33	119.39
Infliacija	-1.76	2.03	-15.4023	4.4781
Industrija	22.82	5.97	9.985	38.695
Ekonominių nuotaikų indeksas	98.30	8.95	68.73	116.61
Tiesioginės užsienio investicijos	11.50	33.17	-40.081	280.132
Eksportas	65.16	35.85	18.98	205.48
Orientacija į poveikio klimatui neutralumą				
CO₂ emisija	-7.171	3.28	-22.59	-2.965
Perdirbamų medžiagų naudojimo rodiklis	8.519	6.19	1.20	30.000
Komunalinių atliekų perdirbimo rodiklis	32.66	16.38	0.90	67.20
Atsinaujinančios energijos suvartojimas	19.06	11.7	0.22	52.89
Oro taršos kietosiomis dalelėmis poveikis	-23.95	8.02	-60.40	-10.00
Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos energijos vartojimo intensyvumas	-89.85	9.88	-124.50	-57.60

2 lentelėje infliacijos, CO₂ emisijos ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos energijos vartojimo intensyvumo veiksnių-rodiklių reikšmės yra neigiamos. Tai reiškia, šių ir dar kitų (priklausomumo nuo energijos importo, nedirbantys ir nesimokantys jaunuoliai, nedarbo lygis) rodiklių didesnė reikšmė atspindi blogą, priešingą konkurencingumo sampratą, rezultatą. Dėl šios priežasties šių rodiklių reikšmės buvo padaugintos iš -1. Taip pat matoma, kad veiksnių rezultatų reikšmės matuojamos skirtinguose intervaluose. Dėl teisingo palyginamumo visų rodiklių reikšmės normalizuojamos naudojant atstumo nuo minimalios ir maksimalios reikšmės metodą, aprašytą 2.4 skyriuje.

3.1.1. Trūkstatų reikšmių apžvalga ir užpildymas

Šiame tyrime yra analizuojami 16848 elementai, iš jų – 915 yra trūkstamos reikšmės. Iš viso turima 5.45 % nežinomų reikšmių 20 veiksnių-rodiklių rezultatuose. Jų pasiskirstymas yra pavaizduotas 13 pav:



12 pav. Šalių konkurencingumą lemiančių veiksnių-rodiklių trūkstamos reikšmės, %

Daugiau nei 30% nežinomų reikšmių yra IT ir inžinerinės infrastruktūros veiksnių grupių (16, 24 ir 25 veiksniai). Mažiau nei 5% reikšmių trūkstama darbo rinkos efektyvumo ir orientacijos į poveikio klimatui neutralumą veiksnių grupių rodikliuose. Visos trūkstamos reikšmės užpildytos MICE metodu.

3 lentelė. Skaitinės kintamųjų charakteristikos prieš ir po trūkstamų reikšmių užpildymo MICE metodu.

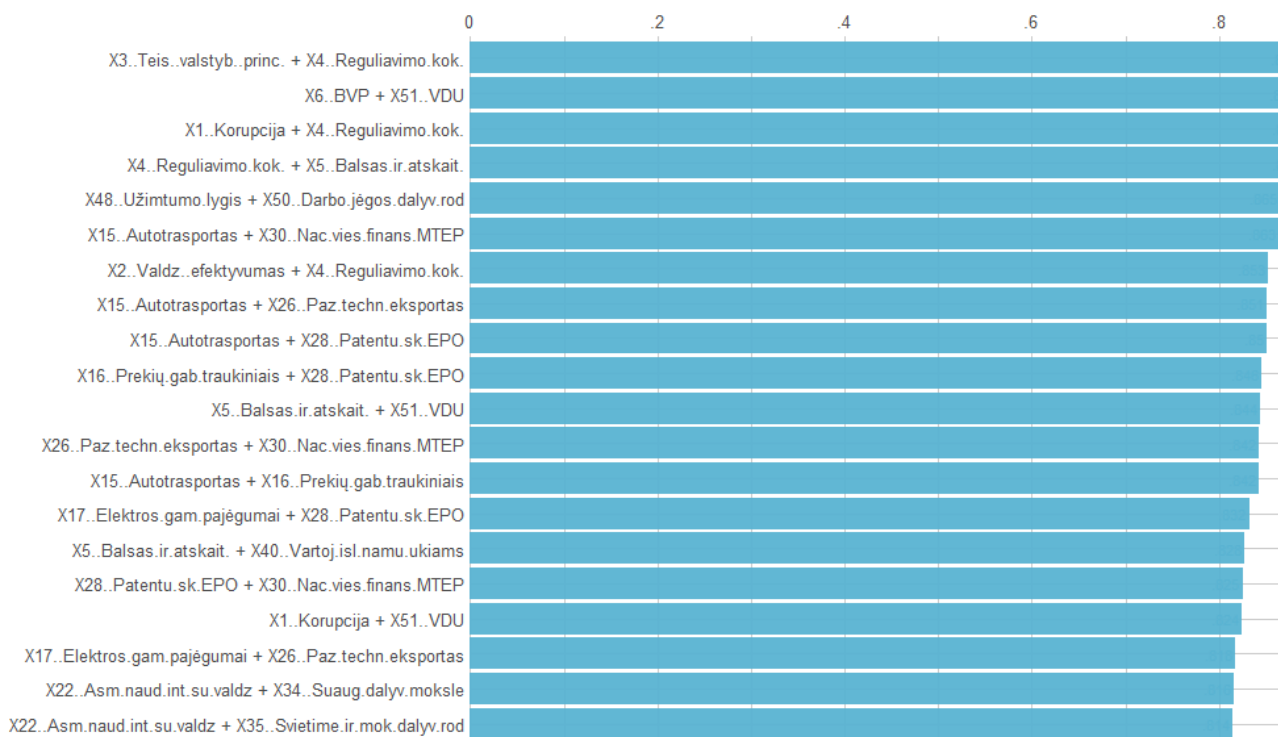
ŠVIETIMAS						
Veiksny	PRIEŠ			PO		
	Minimali r.	Vidurkis	Maksimali r.	Minimali r.	Vidurkis	Maksimali r.
Vyriausybės išlaidos švietimui	2.96	5.09	8.56	2.96	5.09	8.56
Aukštąjį išsilavinimą turinčių žmonių skaičius	10.70	25.68	41.00	10.70	25.68	41.00
Žemą išsilavinimą turinčių žmonių skaičius	2.80	10.50	34.90	2.80	10.50	34.90
Suaugusiųjų dalyvavimas moksle	0.90	10.35	34.30	0.90	10.35	34.30
Švietime ir mokymuose dalyvavimo rodiklis	6.60	16.55	38.60	6.60	16.55	38.60

4 lentelėje matoma, kad MICE metodas neiškreipė pagrindinių statistinių charakteristikų – reikšmės prieš ir po yra identiškos. Tai atsispindi ir kituose veiksnių grupių rezultatuose. Galima daryti išvadą,

kad gauti rezultatai po užpildymo MICE metodu yra logiškai pagrįsti ir yra tinkami šių duomenų užpildymui.

3.1.2. Koreliacija

Šiame skyrelyje pristatomas statistinis ryšys tarp nepriklausomų kintamųjų. Šiam žingsniui atlikti buvo naudojamas Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientas (žr. 2.4 skyrių).

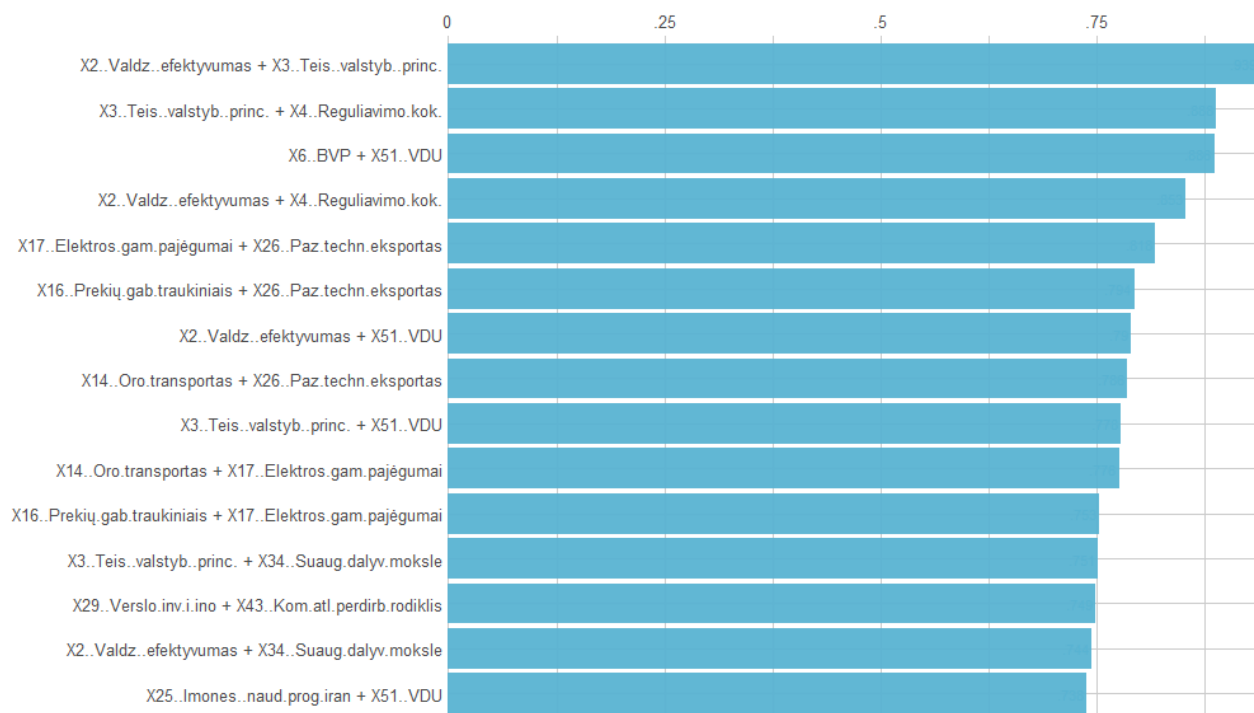


13 pav. Pirsono koreliacijos tarp kintamųjų rezultatai

Atsižvelgus į koreliacinės analizės rezultatus buvo nuspręsta iš duomenų sąrašo išmesti stiprią koreliaciją (priimta, kad stiprus koreliacijos ryšys yra nuo 0.8 iki 1) su kitais kintamaisiais turintys šie veiksniai-rodikliai: korupcijos kontrolė, balsas ir atskaitomybė, krovinių gabenimas autotransportu, asmenys besinaudojantys internetu sąveikai su valdžios institucijomis, išlaidos moksliniams tyrimams ir plėtrai, patentų paraiškos Europos Patentų Ofisui, nacionalinis viešasis finansavimas tarptautiniams tyrimams ir plėtrai, švietime ir mokymuose dalyvavimo rodiklis, vartojimo išlaidos namų ūkiams, darbo jėgos dalyvavimo rodiklis.

Remiantis autorės nuomone, buvo atsisakyta išmesti keletą kintamųjų – BVP, VDU, elektros gamybos pajėgumai ir prekių gabenimas traukiniais, valdžios efektyvumas, teisinės valstybės principas, reguliavimo kokybė, nors tarp jų ir yra nustatytas stiprus koreliacinis ryšys. Šie veiksniai-rodikliai turi svarbią ekonominę reikšmę, kuri jau yra aprašyta literatūros apžvalgoje.

Pašalinus atitinkamus kintamuosius perskaičiuota koreliacija ir jos rezultatai pateikti [] pav.(visų kintamųjų koreliacinė matrica pateikta 2 priede):



14 pav. Stipriausią koreliacinį ryšį turinčio kintamųjų poros

Atliekant apžvalgomąją analizę pastebėtos trūkstamos reikšmės užpildytos MICE metodu. Taip pat, ištyrus kintamųjų tarpusavio priklausomybę priimtas sprendimas iš analizės panaikinti 10 rodiklių. Taigi, toliau tyrimas bus atliekamas naudojant 42 veiksnius-rodiklius.

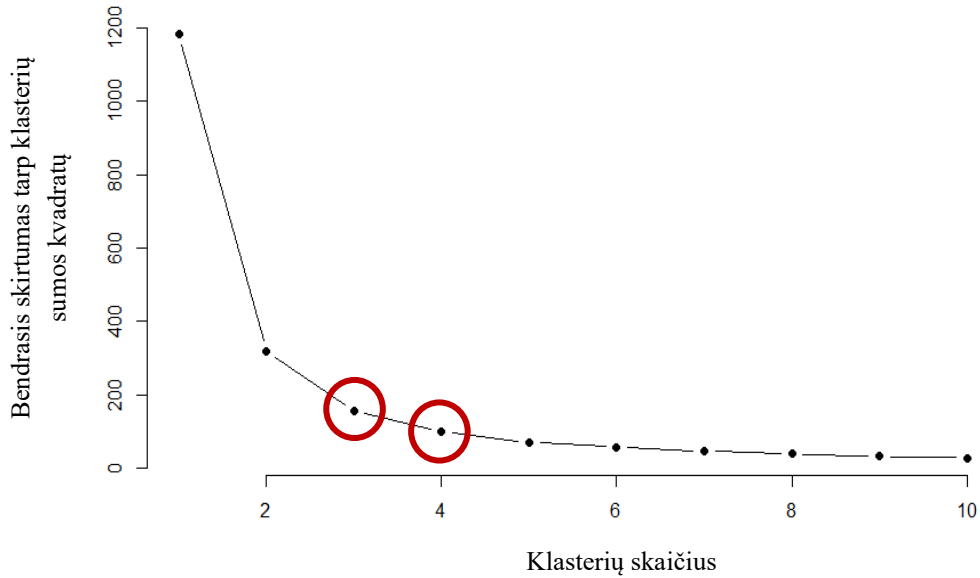
3.2. Klasterinė analizė

Šiame skyriuje bus pateikiami klasterių skaičiaus nustatymo, klasterizavimo rezultatai ir išvados. Klasterių skaičius yra nustatomas dvejais metodais bei atsižvelgiama į literatūros šaltiniuose, kuriuose yra vertinamas ES šalių konkurencingumas ir klasterizavimas. Klasterizavimui yra naudojami viso laikotarpio (2008 – 2019 m.) vidutiniai duomenys. Rezultatų vaizdavimui panaudojamas „Power BI“ programos siūlomas žemėlapis (angl. *Filled map*).

3.2.1. Optimalaus klasterių skaičiaus nustatymas

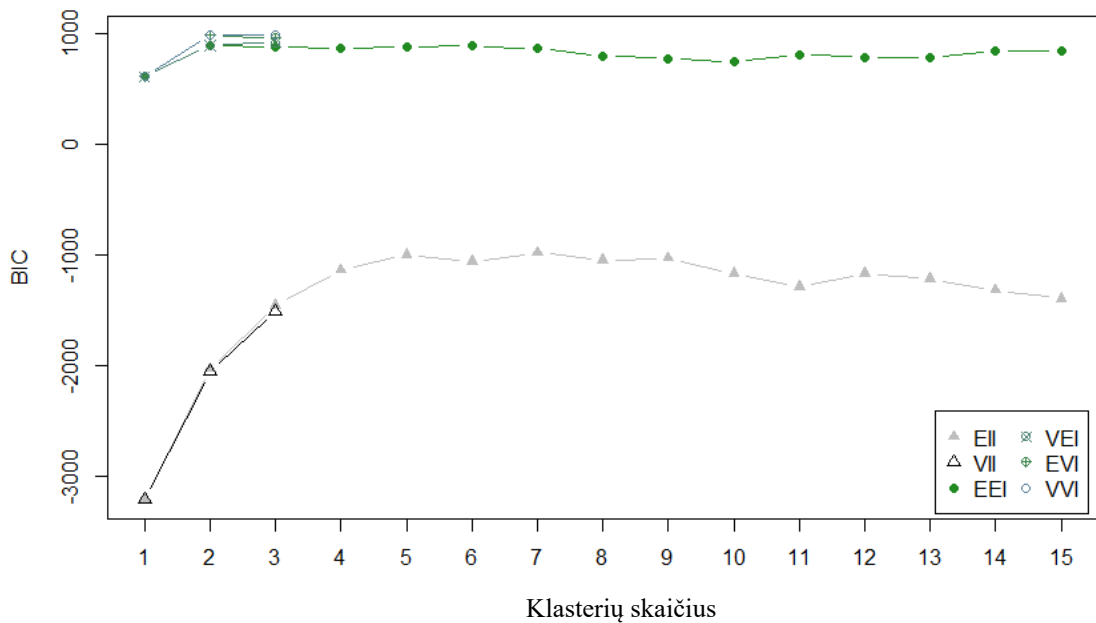
Optimaliam klasterių skaičiui nustatyti naudojami 4 būdai – alkūnės metodas, Bajeso informacinis rodiklis, Silueto koeficientas ir atotrūkio statistika.

Taikant alkūnės metodą yra vertinama dispersija tarp klasterių. Šiuo metodu nustatomas optimalus klasterių skaičius laikomas tada, kai pridėjus papildomą klasterį dispersija stipriai nepamažėja. Tai reiškia, kad pirmieji klasteriai turės didžiausią sklaidos pokytį, tačiau prie tam tikro klasterių skaičiaus tas pokytis taps nežymus. 16 pav. matoma, kad nuo **3 ir 4 klasterių** kvadratų sumos linkusios lėtai keistis ir mažiau kinta palyginti su 1 ir 2 klasterio rezultatais.



15 pav. Alkūnės metodo rezultatai

Kitas optimalaus klasterių skaičiaus nustatymui naudojamas Bajeso informacinis kriterijus. Šis metodas naudojamas R programoje siūlomo „Mclust“ paketo funkciją su pasirinktais parametrais: $G = 1:15$ (tikrinamas klasterių skaičiaus periodas [1:15]), `modelName = ("emModelNames")` (įvertina tik tuos metodus, kurie tinkami tiriamo duomenų rinkinio dydžiui). Geriausias metodo parinktas modelis yra VVI (diagonalus-įvairaus dydžio ir formos) (angl. *diagonal, varying volume and shape*). R programos dokumentacijoje rašoma – šis metodas ir kiti (EII, VII, EEI, EVI, ir VVI) naudojami daugiamačiams duomenims, kai kintamųjų yra daugiau už priklausomus kintamuosius. Gauti rezultatai pateikti 17 pav.:



16 pav. BIC rezultatų grafikas

4 lentelė. BIC rezultatai

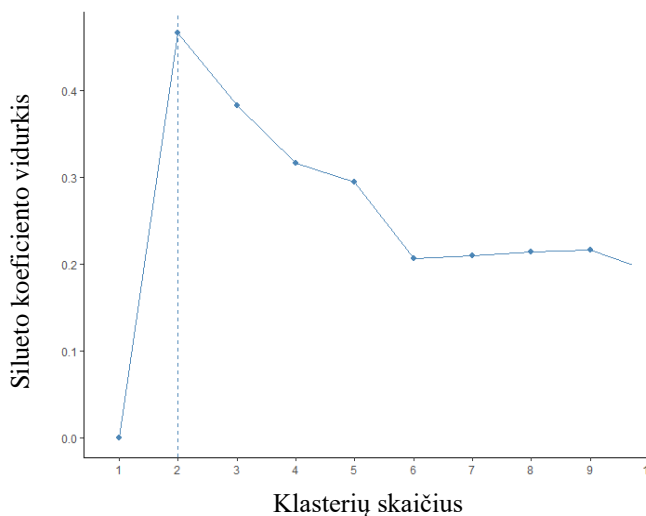
Nr.	EII	VII	EEI	VEI	EVI	VVI
1	-4106.071	-4106.071	-4274.159	-4274.159	-4274.159	-4274.159
2	-3822.089	-3807.462	-3883.896	-3897.982	-3820.478	-3763.811
3	-3826.349	NA	-3842.620	NA	NA	NA
4	-3855.924	NA	-3887.339	NA	NA	NA
5	-3871.701	NA	-3891.744	NA	NA	NA
6	-3902.703	NA	-3914.107	NA	NA	NA
7	-3909.815	NA	-3863.742	NA	NA	NA
8	-3918.515	NA	-3856.003	NA	NA	NA
9	-3925.387	NA	-3799.483	NA	NA	NA
10	-4004.917	NA	-3841.124	NA	NA	NA
11	-4041.834	NA	-3824.364	NA	NA	NA
12	-4079.665	NA	-3891.549	NA	NA	NA
13	-4105.711	NA	-3851.344	NA	NA	NA
14	-4051.383	NA	-3945.022	NA	NA	NA
15	-4069.590	NA	-3934.003	NA	NA	NA

5 lentelė. TOP 3 modeliai pagal BIC kriterijų

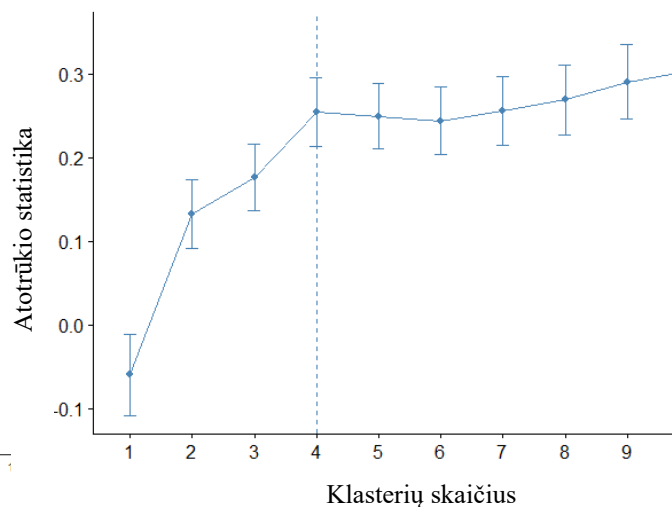
TOP 3 modeliai pagal BIC kriterijų, klasterių skaičius		
VVI, 2	EEI, 9	VII, 2
-3763.811	-3799.483	-3807.462

Taigi, iš gautų rezultatų pagal Bajeso informacinį kriterijų (BIC) galima teigti, kad optimaliausias siūlomas klasterių skaičius yra 2 arba 9. Taip pat ir nuo 3 iki 9 pasirinktas optimalus klasterių skaičius nėra blogas sprendimas, kadangi rezultatų pokytis keičiantis klasterių skaičiui nėra didelis.

Taip pat, geriausio klasterių skaičiaus paieška buvo atliekama su Silueto koeficientu ir atotrūkio statistika. Atitinkamai gautas geriausias klasterių skaičius yra 3 ir 4, rezultatai 18,19 pav.



17 pav. Silueto koeficiento rezultatų grafikas
Silueto koeficiento rezultatų grafikas



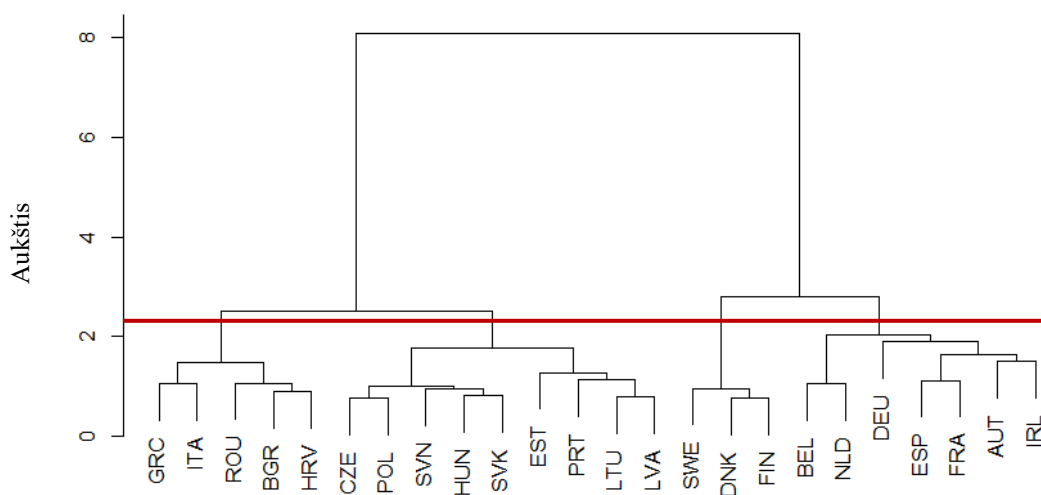
18 pav. Atotrūkio statistikos rezultatų grafikas

Išanalizavus literatūros šaltinius sutinkami skirtingi optimalaus klasterių skaičiaus pasirinkimai, tačiau populiariausi, tikėtina dėl analizės išsamumo, yra 3, 4 ir 5. Atlikus optimaliausio klasterių skaičiaus paiešką pagal 4 metodus, gauta, kad galima klasterių skaičių rinktis 2, 3 arba 4.

Taigi, remiantis ekspertine nuomone buvo priimtas sprendimas ES šalis klasterizuoti į 4 grupes.

3.2.2. Hierarchinis klasterizavimas

Atliekant hierarchinį klasterizavimą geriausias rezultatas gautas Vordo jungimo metodu su Euklido atstumo matu. Rezultatai pateikti dendrogramoje:



19 pav. Hierarchinio klasterizavimo Vordo jungimo metodu su Euklido matu dendrograma

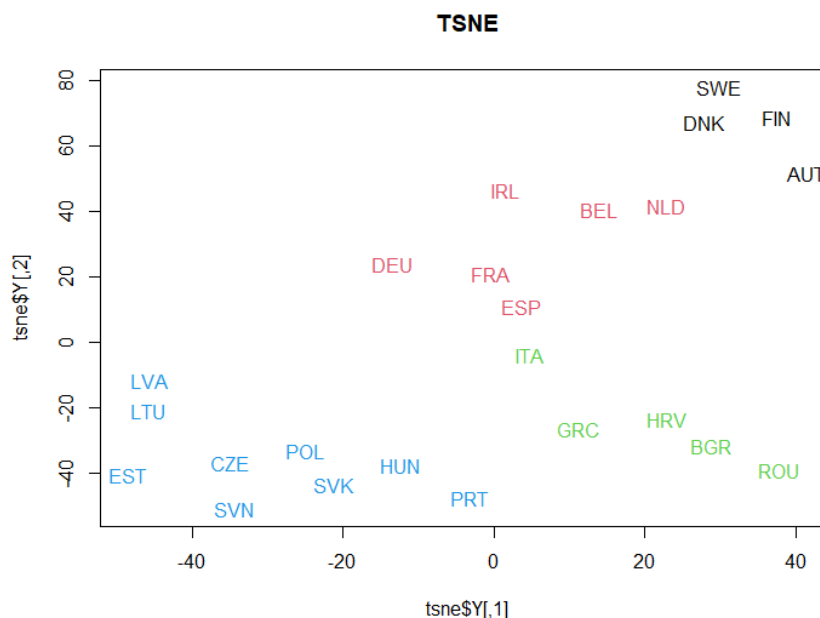
Šis metodas geriausiai atskyrė į 2 klasterius – atitinkamai 14 ir 10 šalių. Tačiau pasirinkta klasterizuoti į 4 grupes, todėl pjūvis atliekamas žemiau, kuris atskiria šalis į klasterius, kuriems priklauso:

- 1 klasteris: Graikija, Italija, Rumunija, Bulgarija, Kroatija;
- 2 klasteris: Čekija, Lenkija, Slovėnija, Vengrija, Slovakija, Estija, Portugalija, Lietuva, Latvija;
- 3 klasteris: Švedija, Danija, Suomija;
- 4 klasteris: Belgija, Nyderlandai, Vokietija, Ispanija, Prancūzija, Austrija, Airija.

3.2.3. Vizualizavimas t-SNE metodu

Nehierarchinis K-vidurkių metodas taikomas, kai jau yra žinomas klasterių skaičius (šiuo atveju 4). Atliekant klasterizavimą šiuo metodu buvo naudojama R programos *kmeans* funkcija su šiais parametrais: $max_iter = 15$, $nstart = 50$.

K-vidurkio metodo gautiems rezultatams atvaizduoti taikomas t-pasiskirstymo stochastinis kaimyno įterpimo (t-SNE) metodas, pagrįstas mašininio mokymosi algoritmu, siekiant užfiksuoti daugiamačius duomenis ir perkelti juos į dvimatę erdvę. Tam naudojamas gradiento nusileidimas, pagrįstas Kullback–Liebler divergencija tarp mažo matmens jungties tikimybių įterpimo (angl. *probabilities of low-demesional embedding*) ir didelės dimensijos duomenų. Šis metodas naudojamas tik vizualizavimui. Taip pat, naudodamas Stjudento t skirstinį išsaugo lokalią duomenų struktūrą dėl panašumo tarp dviejų taškų mažesnės dimensijos erdvėse apskaičiavimo.



20 pav. t-SNE metodo rezultatų grafikas

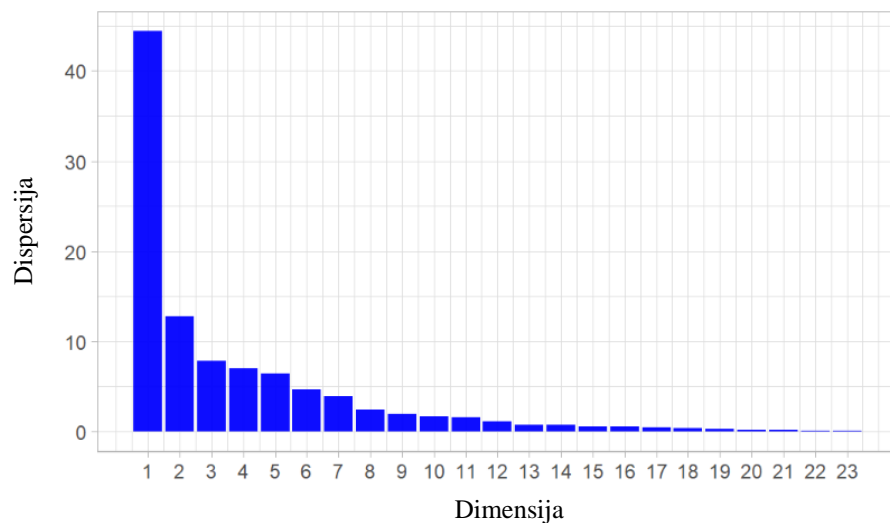
Klasterizavimas t-SNE metodu buvo atliktas su šiomis parametru reikšmėmis: $max_iter = 500$ (maksimalus iteracijų skaičius), $perplexity = 5$ (sumaišymas), $dims = 2$ (dimensijų skaičius). Nurodžius klasterizuoti į 4 klasterius, gautas grupavimas pavaizduotas 21 pav.

3.2.4. Klasterizavimas K-vidurkių metodu ir atvaizdavimas PCA metodu

Principinė komponentių analizė (PCA) šiuo atveju naudojama tik vizualizavimui, kadangi prarandama dalis informacijos. Taigi, atliekami šie punktai:

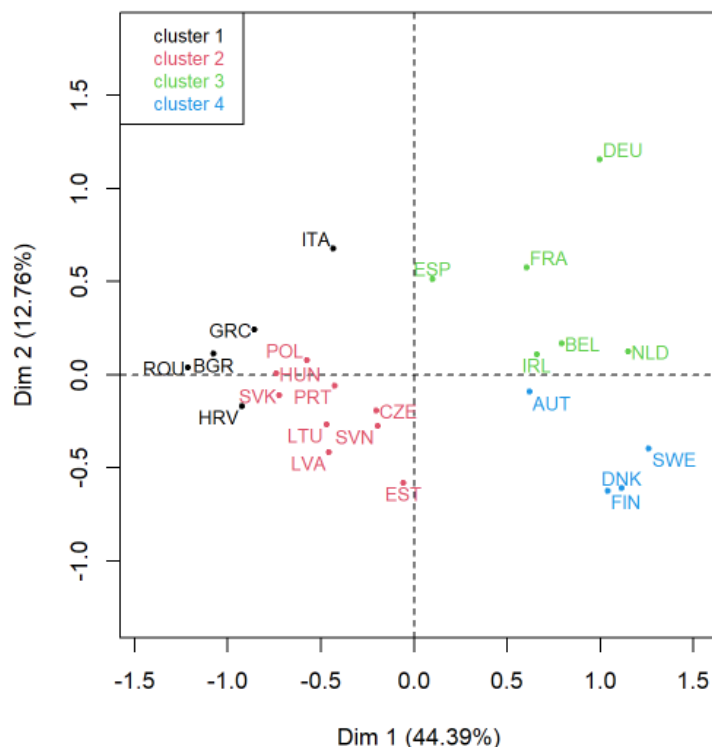
1. Atliekamas tiesinis dimensijų mažinimas tokiu principu, jog skirtingų matmenų taškai erdvėje būtų toli vienas nuo kito.
2. Pradiniai duomenys yra pakeičiami naujais, išsaugant duomenų dispersijas, naudojant naujas reikšmes.
3. Suspaudžiama į dvi dimensijas ir klasterizuojama k-vidurkių metodu.
4. Gautas rezultatas atvaizduojamas 2D grafike ir hierarchiniu medžiu faktorių (šiuo atveju ES šalių) plane.

Inercijos dekompozicija. Pirmosios dvi dimensijos (komponentės) apibūdina 57.15% veiksnių-rodiklių. Tai reiškia, kad 57.15 % ES šalių veiksnių rezultatai pavaizduoti 2D grafike. Šis procentas yra gana didelis ir gerai atspindi kintamumą (angl. *variability*). Nors rezultatas, pavaizduotas 22 pav. yra pakankamai geras, tačiau duomenų interpretavimui patariama naudoti 3 ir daugiau dimensijų (komponentių). Taigi, vaizdavimui naudojamos 2 dimensijos, o klasterių interpretavimui naudojami originalūs duomenys, nurodyti k-vidurkių metodui.



21 pav. Inercijos dekompozicijos grafikas

Kaip minėta anksčiau, k-vidurkių metodu pasirinkta Europos Sąjungos šalis grupuoti į 4 klasterius.



22 pav. PCA dviejų komponentių grafikas. Didėjanti hierarchinė šalių klasifikacija

Pirmasis klasteris sudarytas iš Bulgarijos, Graikijos, Kroatijos, Italijos ir Rumunijos. Šis klasteris pasižymi žemu teisinės valstybės principo ir valdžios efektyvumo indeksu bei reguliavimo kokybe. Tai pat šį klasterį palyginus su kitais ES šalių klasteriais galima teigti, kad šios grupės žemas užimtumo lygis ir nedarbingųjų ir žemu nesimokančių jaunuolių skaičiumi. Be to, ši grupė nepasižymi gera švietimo sistema – nedidelės vyriausybės išlaidos švietimui ir mažas aukštą išsilavinimą turinčių žmonių procentas. Atsižvelgiant į aplinkosaugos aspektus pastebima, kad Bulgarijos, Graikijos, Kroatijos, Italijos ir Rumunijos šalių vykdoma veikla daro neigiamą poveikį oro taršai kietosiomis dalelėmis.

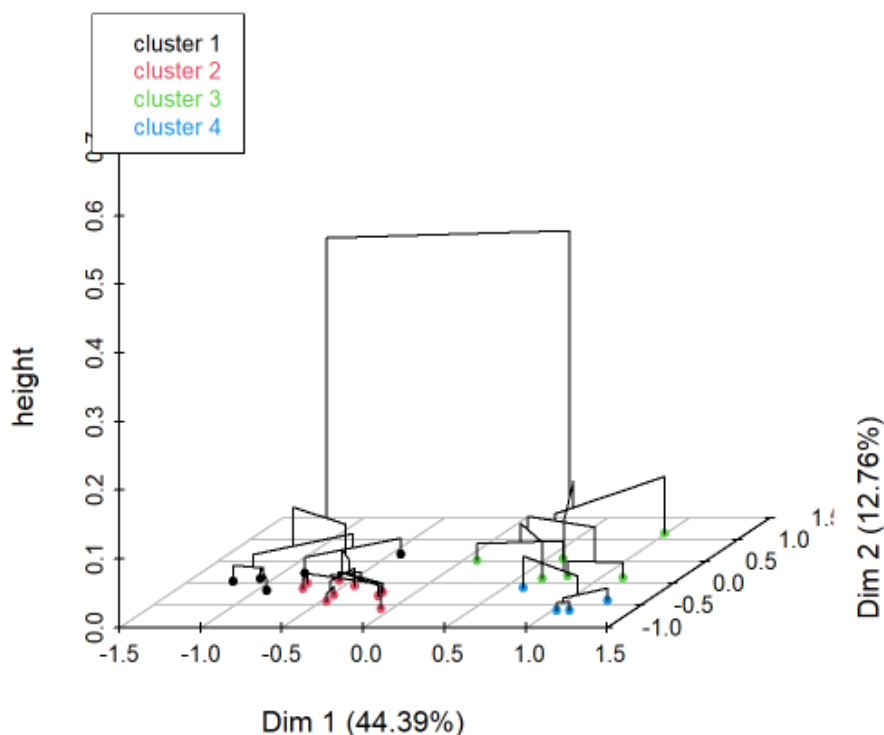
Antrasis klasteris sudarytas iš Lietuvos, Latvijos, Estijos, Lenkijos, Slovėnijos, Slovakijos, Čekijos, Vengrijos ir Portugalijos šalių. Šio klasterio šalys nepasižymi geros ir labai geros sveikatos žmonių procentu ir ilga sveikos gyvenimo trukme. Tai reiškia, kad nėra stabilus dirbančių žmonių pajėgumas. Tai paaiškina, kodėl šis klasteris išsiskiriamas žemu BVP vienam gyventojui ir nedideliu vidutiniu darbo užmokesčiu. Be to, šios klasterio aukšta infliacija. Taip pat šių šalių grupė tarp ES šalių pasižymi mažais oro transporto pajėgumais ir gyvenamųjų namų statyba. Šie rodikliai atspindi šalies inžinerinės infrastruktūros vystymosi dalį.

Trečiąjį klasterį sudaro šios šalys – Vokietija, Prancūzija, Nyderlandai, Ispanija, Airija ir Belgija. Iš kitų klasterių šios šalys labiausiai išsiskiria dideliais oro transporto pajėgumais. Antra, šis klasteris pasižymi aktyviu pažangių technologijų eksportu. Taip pat, šios šalys konkuruoja su ketvirtuoju klasteriu, kuris pasižymi dideliu vidutiniu darbo užmokesčiu. Be to, 3 klasterio šalių įmonės aktyviai naudoja programinės įrangos spendimus, tokius kaip CRM ir kt. Svarbu paminėti, minėtos šalys turi puikiai išvystytą inžinerinę infrastruktūrą – tai atspindi gyvenamųjų namų statybos mastais ir stipriais elektros gamybos pajėgumais. Žinoma, šios šalys turi konkurencinį pranašumą, prieš

anksčiau minėtus pirmąjį ir antrąjį klasterius, pagal BVP vienam gyventojui, nors nemažas gyventojų tankumas.

Svarbu akcentuoti, kad šis klasteris ne tik pasižymi finansiniais ir kitais šalių veiklos efektyvumą ir našumą apibūdinančiais rodikliais, bet ir atsižvelgiama į poveikio klimatui neutralumą. Trečiojo klasterio šalys labiausiai atsižvelgia į žiedinės ekonomikos principus, tai parodo šią veiksmų grupę apibūdinantys rodikliai – perdirbamų medžiagų naudojimo indeksas, komunalinių atliekų perdirbimo rodiklis ir atsinaujinančios energijos vartojimas.

Ketvirtąjį klasterį sudaro Danija, Švedija, Suomija ir Austrija. Šios šalys labiausiai išsiskiria švietimo, mokslinių tyrimų ir inovacijų veiksmų grupių rezultatais. Tai atsispindi suaugusiųjų mokymosi mastais ir didelėmis vyriausybės investicijomis ir išlaidomis švietimui. Tai pat, šis klasteris išsiskiria didelėmis verslo investicijomis į inovacijas. Be to, ketvirtasis klasteris turi aukštą institucinės aplinkos kokybę. Tai parodo aukšti teisinės valstybės principo indekso, reguliavimo kokybės indekso ir valdžios efektyvumo rodiklių rezultatai. Žinoma, didelis bendrasis vidaus produktas vienam gyventojui ir didelis vidutinis darbo užmokestis yra neatsiejami veiksniai, apibūdinantys Danijos, Švedijos, Suomijos ir Austrijos klasterį. Labai svarbu paminėti, kad ši grupė skatina atsinaujinančios energijos vartojimą ir turi stiprius jos pajėgumus. Kaip ir aprašytą literatūros apžvalgoje – naujame požiūryje į konkurencingumą ir kt., valstybės valdymo vertybių orientavimas į klimato kaitos mažinimą turės ypač teigiamą poveikį valstybės konkurencingumui ir gamtai ilgoje perspektyvoje. 24 pav. vaizduojamas klasterių išsidėstymas 3D formate:



23 pav. Hierarchinis medis ir PCA komponenčių grafikas

Taigi, gautus rezultatus hierarchiniu Vordo jungimo metodu ir K-vidurkių metodu pasirinkta pavaizduoti Europos Sąjungos žemėlapiuose 25, 26 pav.



24 pav. Hierarchinio klasterizavimo rezultatai pavaizduoti žemėlapyje



25 pav. K-vidurkių klasterizavimo rezultatai pavaizduoti žemėlapyje

Matoma, kad naudojant matematinis metodus klasteriai atsiskyrė pagal geografinį artumą. Tai reiškia, kad sugrupuotos šalys yra panašiai konkurencingos Europos Sąjungos kontekste. Svarbu paminėti, jog gauti rezultatai panašūs, skiriasi tik Austrijos priskyrimas prie Šiaurės Europos šalių ir Vakarų Europos. Atsižvelgiant į išnagrinėtus šiame baigiamajame projekte literatūros šaltinius ir tyrėjų straipsnius projekto autorės pasirinkta Austriją priskirti Švedijos, Suomijos ir Danijos klasteriui. Apibendrinant, Europos Sąjunga susideda iš 4 klasterių. Pateikiamas jų sąrašas:

1 klasteris: Italija, Graikija, Bulgarija, Rumunija, Kroatija;

2 klasteris: Lenkija, Lietuva, Latvija, Slovėnija, Slovakija, Estija, Čekija, Vengrija, Portugalija;

3 klasteris: Vokietija, Prancūzija, Ispanija, Belgija, Nyderlandai, Airija;

4 klasteris: Austrija, Švedija, Suomija, Danija.

Kiekvieno klasterio detalios charakteristikos aprašytos 3.2.4 skyrelyje. Šalių ir klasterių konkurencingumo vertinimo indeksu rezultatai pateikiami kitame skyriuje.

3.3. Konkurencingumo vertinimas indeksu

3.3.1. Šalių konkurencingumo vertinimas

Konkurencingumo indeksas buvo sudaromas 2008 – 2019 metams, analizuojant kiekvienų metų duomenis. Apie duomenų paruošimą analizei (duomenų standartizavimą, trūkstančių reikšmių užpildymą, koreliacijos apskaičiavimą) yra rašoma 3.1. poskyryje. Svarbu paminėti, kad dėl palyginamumo ir korektiškumo sudarant indeksą remiamasi entropijos svorių metodu. Tai reiškia, kad kiekvienai veiksmų grupei buvo suteiktas vienodas svoris, o grupių viduje buvo suteiktas

vienodas svoris rodikliams. Vadinasi, jeigu veiksmų grupėje yra 4 veiksniai, tai kiekvienam priskiriama 0.25 koeficientas, jei 5 veiksniai, tai 0.2 ir t.t. Taigi, konkurencingumo indekso formulė yra ši:

$$ES_KI = (w_1IA + w_2MS + w_3II + w_4ITI + w_5MTII + w_6S + w_7RDS + w_8OPKN + w_9DRE)/n \quad (12)$$

čia ES_KI – Europos Sąjungos šalių konkurencingumo indeksas;

n – veiksmų grupių skaičius;

IA – institucinė aplinka;

MS – makroekonominis stabilumas;

II – inžinerinė infrastruktūra;

ITI – IT infrastruktūra;

$MTII$ – moksliniai tyrimai ir inovacijos;

S – švietimas;

RDS – rinkos dydis ir sveikata;

$OPKN$ – orientacija į poveikio klimatui neutralumą;

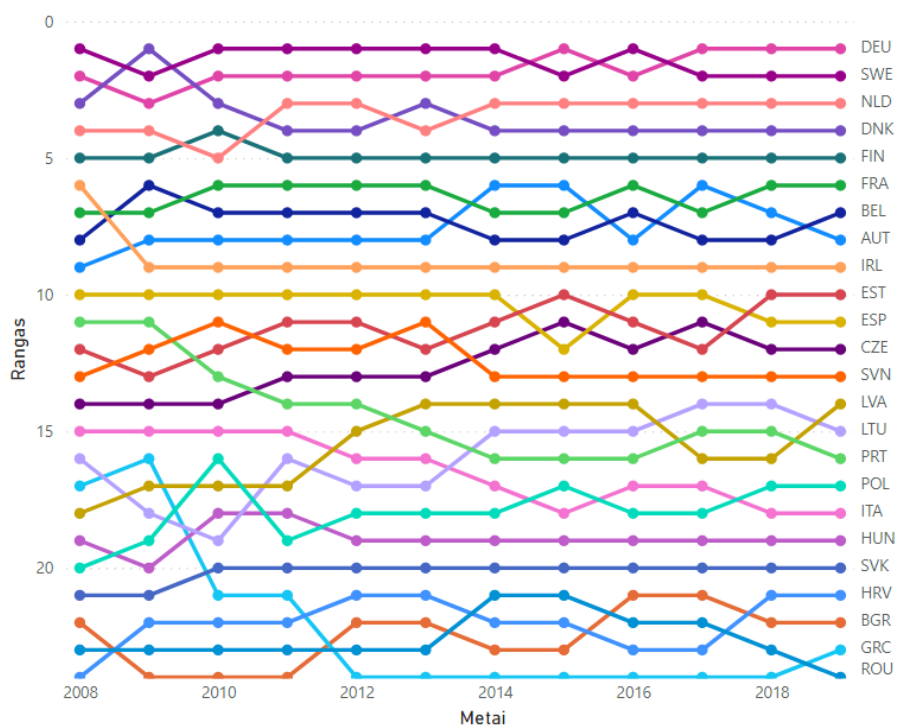
DRE – darbo rinkos efektyvumas;

w_i – vienodi svorių koeficientai.

Taigi, įvertinus 24 šalis pagal devynias veiklos sritis yra gauta, kad 2008 – 2019 m. viso laikotarpio konkurencingiausios Europos Sąjungos šalys yra šios:

- **1** vietoje – **Švedija**, surinkusi 65.114 balų iš 108;
- **2** vietoje – **Vokietija**, surinkusi 65.108 balų iš 108;
- **3** vietoje – **Nyderlandai**, surinkę 62.156 balų iš 108.

Mažiausiai konkurencingumo šalys yra Rumunija (surinkusi 27.6 % balų), Bulgarija (27.8 %) ir Graikija (28.04 %). Detalesni rezultatai pavaizduoti 27 pav:



26 pav. ES šalių rangavimo pagal indeksą rezultatai

Šešių iš 24 Europos Sąjungos šalių yra **sumažėjęs** konkurencinis **pranašumas**, turėtas 2008m. Per 12 metų laikotarpį stipriausiai konkurencinį pranašumą prarado **Graikija**. Ji 2008 m. užėmė net 16 vietą, tačiau 2012 – 2018 m. užėmė žemiausią – 24 vietą ir tik viena pozicija pakilo 2019 metais. Antroji pagal konkurencinio pranašumo praradimą yra **Portugalija**. Ji krito 5 pozicijomis žemyn ir 2019m. užėmė 16 vietą. Taip pat, **Airija** ir **Italija** trejomis pozicijomis nukrito žemyn atitinkamai iš 6 į 9 vietą ir iš 15 į 18 vietą. Be to, **Danija**, **Ispanija**, **Rumunija** ir **Švedija** prarado konkurenciją viena pozicija žemyn.

Šeštadalis šalių išliko stabilios ir **išlaikė konkurencingumą** per 12 metų. Daugiausiai pokyčių pastebima **Bulgarijos** rezultatuose, tačiau 2019 m. grįžo į žemą 22 vietą. **Vengrija** 2008 m. ir 2012 – 2019 m. stabiliai užima 19 vietą. Nuo 2008m iki 2013m. **Slovėnija** buvo pakilusi į 11 vietą, tačiau 2014 m. grįžo žemyn į 13 vietą ir pozicija iki 2019 m. nepakito. Svarbu pabrėžti, kad **Suomija** yra **stabiliausia** iš visų Europos Sąjungos šalių ir užima aukštą penktąją vietą.

Beveik 30 % tiriamųjų ES šalių, lyginant 2008 m. ir 2019 m., yra padaryta pažanga ir **padidintas** konkurencinis **pranašumas** per 1 poziciją. Tai – **Vokietija**, **Austrija**, **Belgija**, **Prancūzija**, **Nyderlandai**, **Lietuva**, ir **Slovakija**. Per 12 metų laikotarpį Lietuva žemiausiai buvo nukritusi į 19 vietą 2010 m., bet per 9 metus grįžo į 15 poziciją. **Estijos** ir **Čekijos** šalių veiklos rezultatai pagerėjo 2 pozicijomis ir atitinkamai užima 10 ir 12 vietas.

Lenkija ir **Kroatija** – tai šalys, padariusios **didžiausią pažangą** Europos Sąjungoje, lyginant 2008 ir 2019 metus ir konkurencinį pranašumą padidino per 3 pozicijas aukšty. Žinoma, 17 ir 21 vieta yra žemą konkurencingumą rodančios vietos, tačiau teigiama pažanga yra vertinga, nesvarbu, ar pažanga vertinama tarp didelį konkurencinį pranašumą turinčių šalių ar ne.

3.3.2. Šalių blokų konkurencingumo vertinimas

Įvertinus 9 veiksmų grupes – institucinę aplinką, makroekonominį stabilumą, inžinerinę infrastruktūrą, IT infrastruktūrą, mokslinius tyrimus ir inovacijas, švietimą, rinkos dydį ir sveikatą, orientaciją į poveikio klimatui neutralumą ir darbo rinkos efektyvumą galima teigti, kad:

1. pirmąją vietą užima Švedijos, Suomijos, Danijos ir Austrijos šalių klasteris. Tai reiškia, turi didžiausią konkurencinį pranašumą Europos Sąjungoje;
2. antrąją vietą užima Vokietijos, Prancūzijos, Ispanijos, Belgijos, Nyderlandų ir Airijos šalių blokas;
3. trečiąją vietą užima Lenkijos, Lietuvos, Latvijos, Slovėnijos, Slovakijos, Estijos, Čekijos, Vengrijos ir Portugalijos šalių blokas;
4. ketvirtąją vietą užima Italijos, Graikijos, Bulgarijos, Rumunijos ir Kroatijos klasteris.

Toliau lentelėje pateikiama sudarytų klasterių charakteristikos pagal veiksmų grupes. Atitinkamai pagal anksčiau pateiktą numeravimą priskiriamas šalių bloko profilis:

6 lentelė. ES šalių klasterių indekso ir rangų rezultatai pagal veiksmų grupes

Klasteris	Institucinė aplinka		Makroekonominis stabilumas		Inžinerinė infrastruktūra		IT infrastruktūra		Moksliniai tyrimai ir inovacijos		Švietimas		Rinkos dydis ir sveikata		Orientacija į poveikio klimatui neutralumą		Darbo rinkos efektyvumas	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
1	11,2	1	5,5	6	3,2	9	7,7	4	5,1	8	6,6	5	5,4	7	7,9	3	8,2	2
2	9,5	1	5,4	6	4,3	9	7,3	2	5	7	4,9	8	6,7	5	6,8	4	7,1	3
3	6,7	1	5,2	5	2,5	8	5,5	4	1,6	9	3,4	7	3,4	6	5,9	2	5,6	3
4	3,3	6	4,8	2	2,4	7	4,6	3	1	9	2,4	8	4,1	4	5,4	1	4	5

čia: *I* = indeksas, *R* = rangas.

Švedijos, Suomijos, Danijos ir Austrijos šalių klasterio geriausius rezultatus rodo Institucinės aplinkos veikla, Darbo rinkos efektyvumas ir Orientacija į poveikio klimatui neutralumą. Tačiau Inžinerinė infrastruktūra, Moksliniai tyrimai ir inovacijos bei Rinkos dydis ir sveikata yra silpnosios šios klasterio pusės.

Vokietijos, Prancūzijos, Ispanijos, Belgijos, Nyderlandų ir Airijos šalių bloko geriausi rezultatai yra Institucinės aplinkos, IT infrastruktūros ir Darbo rinkos efektyvumo. Kitaip nei pirmojo klasterio – šio bloko silpnoji vieta yra Švietimas. Taip pat, Inžinerinė infrastruktūra ir Moksliniai tyrimai ir inovacijos yra silpnosios vietos.

Lenkijos, Lietuvos, Latvijos, Slovėnijos, Slovakijos, Estijos, Čekijos, Vengrijos ir Portugalijos šalių bloko silpniausios sritys – Moksliniai tyrimai ir inovacijos, Inžinerinė infrastruktūra bei Švietimas. Stipriausios šio klasterio pusės yra tokios pačios kaip ir pirmojo klasterio – Institucinės aplinkos veikla, Darbo rinkos efektyvumas ir Orientacija į poveikio klimatui neutralumą. Ketvirtojo klasterio

silpnosios sritys tokios pačios kaip ir antrojo klasterio, o stipriosios – Orientacija į poveikio klimatui neutralumą, Makroekonominis stabilumas ir IT infrastruktūra.

Apibendrinant, šalių blokų rezultatai pateikiami lentelė:

7 lentelė. ES šalių klasterių stiprybės ir silpnybės

Klasteris	Stiprybės	Silpnybės
1	institucinė aplinka, darbo rinkos efektyvumas, orientacija į poveikio klimatui neutralumą	Inžinerinė infrastruktūra, Moksliniai tyrimai ir inovacijos, Rinkos dydis ir sveikata
2	institucinės aplinkos, IT infrastruktūros ir darbo rinkos efektyvumo	Inžinerinė infrastruktūra, Moksliniai tyrimai ir inovacijos bei Rinkos dydis ir sveikata
3	institucinės aplinkos veikla, Darbo rinkos efektyvumas ir Orientacija į poveikio klimatui neutralumą	Moksliniai tyrimai ir inovacijos, Inžinerinė infrastruktūra bei Švietimas
4	Orientacija į poveikio klimatui neutralumą Makroekonominis stabilumas ir IT infrastruktūra	Inžinerinė infrastruktūra, Švietimas, Moksliniai tyrimai ir inovacijos,

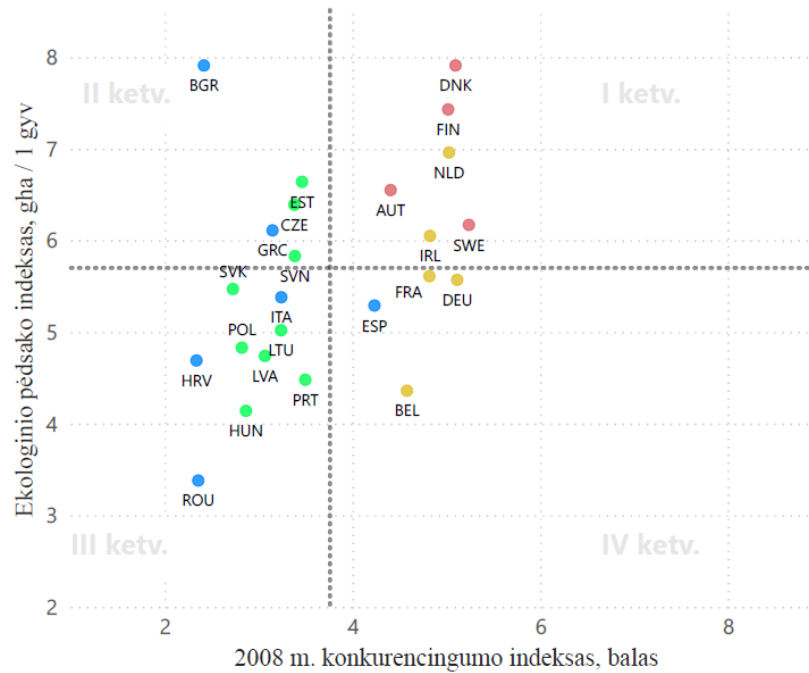
Ekologija ir žiedinės ekonomika – tai sritys, kuriuos yra daugiausiai akcentuojamos šiuolaikinėje verslo aplinkoje. Iš rezultatų pastebima, kad ir toliau vyksta teigiamas ekonominis vystymasis, tačiau kaip ir įprastai sukelia itin žalingas aplinkosaugos problemas. Analizuotoje literatūroje rašoma, kad įmonės ar šalys, investuodamos į švietimą ir inovacijas ar kitas svarbias ekonomikai sritis, spartina pokyčius, tačiau pagrindinį dėmesį skiria galvojant apie pridėtinę vertę savo naudai, stipriai negalvojant apie sudėtingus pasaulio problemas, konkrečiai, ekologinį pėdsaką. Deja, bet tokia verslo atstovų pozicija yra nuvilianti ir kurianti žalingą aplinką visuomenei ir gamtai. Laikantis tokios pozicijos yra nuspręsta ištirti, kaip ES šalių klasteriai išlaiko konkurencinį pranašumą įtraukiant ekologinio pėdsako indekso rezultatus. Šie rezultatai pateikiami kitame poskyryje.

3.4. Šalių konkurencingumo ir ekologinio pėdsako vertinimas

Ekologinis pėdsakas – tai matas, nurodantis, kiek biologiškai produktyvios žemės ir vandens ploto populiacija ar jos veikla sunaudoja suvartojamų išteklių gamybai, infrastruktūros gerinimui ir šiukšlių naikinimui, atsižvelgiant į vyraujančias technologijas ir išteklių valdymo praktiką. Ekologinis pėdsakas yra vertinamas pagal šešias opias veiklos sritis pasaulyje – CO₂ emisija, susijusias su iškastinio kuro vartojimu, žvejybos plotus, dirbamas žemes, statybų žemes, miškų produkcija ir ganyklas. Svarbu pabrėžti, kad ekosistemos turi ribotas galimybes aprūpinti mus gamtos ištekliais. Tai pagrindžia vandens prieinamumo, klimato, dirvožemio derlingumo, saulės energijos, technologijų ir jų valdymo kokybės rodikliai. Šis gebėjimas atsinaujinti vadinamas biologiniu pajėgumu. „Global Footprint Network“ puslapyje rašoma – jeigu ekologinis pėdsakas būtų mažesnis nei 1,6 pasaulinio hektaro vienam asmeniui (gha / 1 asm.), tai leistų atkurti išteklių poreikį visame pasaulyje. Deja, bet atsižvelgiant į augančią populiaciją, vidutinis ekologinis pėdsakas vienam gyventojui turi būti gerokai mažesnis už šią ribą.

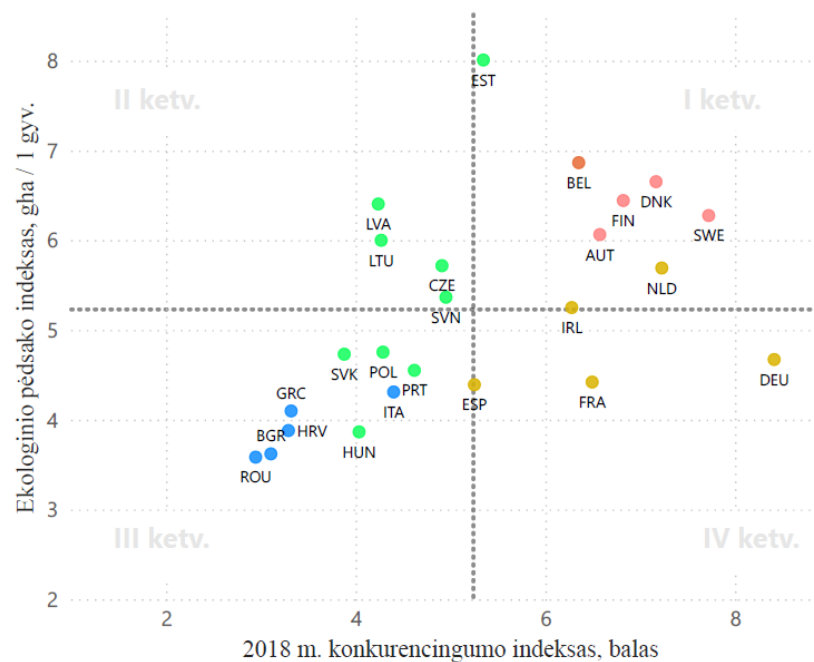
Taigi, atsižvelgiant į tvaraus vystymosi tikslus ir literatūros analizėje minėtus mokslinius straipsnius ir daromas išvadas, vertinant šalių konkurencingumą tikslinga atsižvelgti į ekologinio pėdsako rezultatus. Prieš analizuojant gautus rezultatus svarbu paminėti, kad kuo didesnis ekologinio pėdsako rezultatas, tuo didesnė ekosistemai daroma žala.

Konkurencingumas ir ekologinis pėdsakas 2008m.



27 pav. Konkurencingumo indekso ir ekologinio pėdsako sąsaja 2008 m.

Konkurencingumas ir ekologinis pėdsakas 2018m.



28 pav. Konkurencingumo indekso ir ekologinio pėdsako sąsaja 2018 m.

2008 m. Europoje ekologinis pėdsakas vidutiniškai buvo 5,67 gha /1 asm. Didžiausią žalą gamtai buvo daroma Bulgarijos, Danijos ir Suomijos šalių, o mažiausia – Rumunijos. Analizuojant konkurencinį pranašumo ir ekologinio pėdsako sąsają galima teigti, kad Prancūzija, Ispanija, Vokietija ir Belgija yra konkurencingiausios šalys ES, įtraukiant ekologinio pėdsako rezultatus.

2008 m. viena iš mažiausių konkurencinį pranašumą turinčių ir vieną didžiausią ekologinę žalą daranti šalis Europos Sąjungoje – Bulgarija, priklausanti mažiausiai konkurencingam klasteriui.

2018 m. ES šalių ekologinis pėdsakas siekė vidutiniškai 3,76 pasaulio hektaro vienam gyventojui. Didžiausi ekologinio pėdsako rezultatai yra Estijos ir yra lygūs 8,01 gha / 1 asm. Ši šalis daugiausiai vartoja miškų produkcijos (4,03 gha / 1 asm) ir aukšti jos anglies dvideginio pėdsako rezultatai (3,36 gha / 1 asm.). Mažiausia žala pastebima tarp mažiausiai konkurencingų šalių – Rumunijos, Bulgarijos, Vengrijos. Šių šalių ekologinis pėdsakas nesiekia 4 gha / 1 asm.

Taigi, išanalizavus gautus rezultatus, pastebimos **4 strategijos** (žr. 29 pav.):

1. žemo konkurencingumo ir mažo ekologinio pėdsako (3 ketvirtis)
2. žemo konkurencingumo ir aukšto ekologinio pėdsako (2 ketvirtis)
3. aukšto konkurencingumo ir aukšto ekologinio pėdsako (1 ketvirtis)
4. aukšto konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako (4 ketvirtis)

Per 10 metų Lietuva, Latvija perėjo iš žemo konkurencingumo ir mažo ekologinio pėdsako į žemą konkurencingumą ir aukštą ekologinį pėdsaką. Tai reiškia, kad 2018 m. daroma didesnė žala aplinkai nei prieš dešimtmetį. Bulgarija ir Graikija išliko žemo konkurencingumo, tačiau iš aukšto perėjo į žemą ekologinį pėdsaką. Estija padidino konkurencinį pranašumą ir perėjo į pirmąją ketvirtį. Deja, nors Belgija išliko aukšto konkurencingumo, tačiau iš mažo ekologinio pėdsako perėjo į aukštą ekologinį pėdsaką.

Lyginant 2008 ir 2018 metus – bendrai situacija Europos Sąjungoje pasikeitė teigiama linkme. Gauta, kad vidutiniškai 8 % pamažėjo ekologinio pėdsako rezultatai. Tai paaiškina, kad ES šalys keičia vykdomosios veiklos politiką ir orientuoja ją į poveikio klimatui neutralumą. Suprantama, kad pokyčiai nevyksta greitai, tačiau bet koks teigiamas poveikis yra naudingas žmonijai ir aplinkai. Svarbu paminėti, kad nors atsižvelgimas į ekologinius procesus kainuoja didelius kaštus ir reikalauja didelių investicijų visose tyrimuose naudotose konkurencinėse veiksnių grupėse, tačiau vistiek vidutiniškai 28.2 % padidėjo konkurencingumas. Tai reiškia, kad įmanoma tapti klimatui neutraliam žemynui, neapleidžiant ir kitų šalies vystymuisi itin reikšmingų sričių. Svarbu paminėti, palyginus 2008 ir 2018 metų rezultatus pastebimas šalių perėjimas į aukšto konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako strategijos ketvirtį. Taigi, galima teigti, kad šalys deda pastangas vykdamas struktūrines reformas ir pokyčius siekiant bendro tikslo – tapti klimatui neutraliomis. Matoma, 2018m. šiame ketvirtyje buvo Vokietija, Prancūzija, Ispanija. Taigi, kitos šalys gali remtis šių šalių (Vokietijos, Prancūzijos, Ispanijos) praktika vykdamas vietines iniciatyvas ir valstybines struktūrines reformas klimato kaitos neutralumo mažinimui.

Išvados

1. Pastebėta, kad Pramonė 4.0 ir aplinkosaugos svarba pakeitė požiūrį į konkurencingumą. Atlikus išsamią literatūros apžvalgą galima teigti, kad 2008 – 2019 m. ES šalių konkurencingumą lėmė institucinė aplinka, makroekonominis stabilumas, inžinerinė infrastruktūra, IT infrastruktūra, moksliniai tyrimai ir inovacijos, švietimas, rinkos dydis ir sveikata, orientacija į poveikio klimatui neutralumą, darbo rinkos efektyvumas. Šių 9 veiksmų grupių veiklos rezultatai įvertinti pagal 52 identifikuotus rodiklius.
2. Atlikus žvalgomąją analizę buvo nuspręsta į tyrimą neįtraukti šių rodiklių – korupcijos kontrolės, balso ir atskaitomybės, krovinių gabenimo autotransportu, asmenų, besinaudojančių internetu sąveikai su valdžios institucijomis, išlaidų moksliniams tyrimams ir plėtrai rodiklio, patentų paraiškų Europos Patentų Ofisui, nacionalinio viešojo finansavimo tarptautiniams tyrimams ir plėtrai, švietime ir mokymuose dalyvavimo rodiklis, vartojimo išlaidų namų ūkiams ir darbo jėgos dalyvavimo rodiklio. Nors stiprus koreliacinis ryšys nustatytas ir su bendruoju vidaus produktu, vidutiniu darbo užmokesčiu, elektros gamybos pajėgumų rodikliu ir prekių gabenimo traukiniais rodikliu, valdžios efektyvumo rodikliu, teisinės valstybės principo rodikliu, reguliavimo kokybės rodikliu, tačiau šie rodikliai įtraukiami į analizę. Taip pat, trūkstamų reikšmių užpildymas MICE metodu rezultatų neiškreipė, todėl šis metodas yra tinkamas duomenų užpildymui.
3. Ieškant optimaliausio klasterių skaičiaus 4 metodais priimta šalis klasterizuoti į 4 grupes. Atvaizdavus rezultatus Europos žemėlapyje pastebėtas geografinis artumas. Tai reiškia, kad panašiausios konkurencingumu yra kaimyninės šalys.
4. Projekto autorės sudaryto konkurencingumo indekso rezultatai atskleidė, kad konkurencingiausios ES šalys yra Švedija (65.114 balai iš 108), Vokietija (65.108 balai iš 108) ir Nyderlandai (62.156 balai iš 108). Mažiausiai konkurencingos ES šalys yra Rumunija (29.858 balai iš 108), Bulgarija (30.037 balai iš 108) ir Graikija (30.281 balai iš 108). Taip pat, atlikus klasterinę analizę ir apskaičiavus indeksus gauta, kad:
 - 1 vietą užima Švedijos, Suomijos, Danijos ir Austrijos šalių klasteris;
 - 2 vietą – Vokietijos, Prancūzijos, Ispanijos, Belgijos, Nyderlandų ir Airijos šalių blokas;
 - 3 vietą – Lenkijos, Lietuvos, Latvijos, Slovėnijos, Slovakijos, Estijos, Čekijos, Vengrijos ir Portugalijos šalių blokas;
 - 4 vietą – Italijos, Graikijos, Bulgarijos, Rumunijos ir Kroatijos klasteris.
5. Įvertinus ekologinio pėdsako ir konkurencingumo sąsają pastebėta, kad ES padarė teigiamą pažangą. Pastebėta, kad įtraukus ekologinį pėdsaką dingsta konkurencingumo panašumas pagal geografinį artumą. Be to, ES šalys iš mažo konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako juda link aukšto konkurencingumo ir žemo ekologinio pėdsako.

Literatūros sąrašas

1. SCHWAB, Klaus. *Global Competitiveness Report 2019: How to End a Lost Decade of Productivity Growth?* [interaktyvus], *World Economic Forum*. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (accessed on 15 December 2020).
2. SIRIKRAI, Sajee B.; TANG, John CS. Industrial competitiveness analysis: Using the analytic hierarchy process. *The Journal of High Technology Management Research*, 2006, 17.1: 71-83.
3. TAÇOĞLU, Caner; CEYLAN, Cemil; KAZANÇOĞLU, Yiğit. Analysis of variables affecting competitiveness of SMEs in the textile industry. *Journal of Business Economics and Management*, 2019, 20.4: 648-673.
4. CARAYANNIS, Elias G.; SAMARA, Elpida T.; BAKOUROS, Yannis L. *Innovation and entrepreneurship: theory, policy and practice*. Springer, 2015.
5. HUGGINS, Robert; WILLIAMS, Nick. Entrepreneurship and regional competitiveness: the role and progression of policy. *Entrepreneurship & Regional Development*, 2011, 23.9-10: 907-932.
6. CARMONA, Linda Jessica De Montreuil; GOMES, Giancarlo. Measuring competitiveness through the global competitiveness project framework: the Brazilian experience. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 2021. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CR-12-2019-0164/full/html>
7. WIBOWO, Nurhadi; NURCAHYO, Rahmat. Competitiveness in global transformation: A systematic review. In: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 2020. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/358.pdf>
9. BALKYTE, Audrone; TVARONAVIČIENE, Manuela. Perception of competitiveness in the context of sustainable development: facets of “sustainable competitiveness”. *Journal of business economics and management*, 2010, 11.2: 341-365.
10. CHIKÁN, Attila, et al. Firm competitiveness: A general model and a manufacturing application. *International Journal of Production Economics*, 2022, 243: 108316. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527321002929#bib75>
11. SÖLVELL, Örjan. The Competitive Advantage of Nations 25 years—opening up new perspectives on competitiveness. *Competitiveness Review*, [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: 2015.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527321002929#bib75>
12. CERRATO, Daniele; DEPPERU, Donatella. Unbundling the construct of firm-level international competitiveness. *Multinational Business Review*, 2011.p.311-331. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/15253831111190162/full/html>
14. GILBERT, John; MUCHOVÁ, Eva. Export competitiveness of Central and Eastern Europe since the enlargement of the EU. *International Review of Economics & Finance*, 2018, 55: 78-85. [žiūrėta 2022-03-10]
16. RYBAKOVAS, Egidijus. Competitiveness of Lithuanian manufacturing industry. *Economics and management*, 2009, 14: 912-918.
17. FALKOWSKI, Krzysztof, et al. Competitiveness of the Baltic States in international high-technology goods trade. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, 2018, 21.1: 25-43. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=746469>

18. ZAHARIEVA, Galina, et al. International Services Trade Competitiveness of EU-27 Countries. *Izvestiya. Journal of Varna University of Economics*, 2020, 64.3: 273-296. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=896412>
19. PILIUTYTĖ, Jolita. Miestų konkurencingumo koncepcija ir analizės lygmenys. 2014. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: 27024-Article Text-88250-1-10-20200702.pdf
20. BRUNECKIENĖ, Jurgita. Šalies regionų konkurencingumo vertinimas įvairiais metodais: rezultatų analizė ir vertinimas. *Ekonomika ir vadyba*, 2010, 15: 25-31. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://www.lituanistika.lt/content/26911>
21. RAKAUSKIENĖ, Giedrė; TAMOŠIŪNIENĖ, Rima. Šalies konkurencingumą lemiantys veiksniai. *Verslas: teorija ir praktika*, 2013, 14.3: 177-187. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: https://www.researchgate.net/profile/RimaTamosiuniene/publication/269973892_Salies_konkurencinguma_lemiantys_veiksniai/links/5729e2cb08ae057b0a076bba/Salies-konkurencinguma-lemiantys-veiksniai.pdf
22. MOON, HwY-Chang. *The art of strategy: Sun Tzu, Michael Porter, and beyond*. Cambridge University Press, 2018.
23. ŠEPUTIENĖ, Janina. Institucinės aplinkos poveikio ekonomikai vertinimas. 2010.
24. CARBALLO, Ana. Poverty and Corruption in Latin America, Challenges for a Sustainable Development Strategy. 2010.
25. KAUFMANN, Daniel; KRAAY, Aart; MASTRUZZI, Massimo. The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues1. *Hague journal on the rule of law*, 2011, 3.2: 220-246.
26. STANICKOVA, Michaela. Classifying the EU competitiveness factors using multivariate statistical methods. *Procedia Economics and Finance*, 2015, 23: 313-320.
27. HYNES, William, et al. New Paradigms and Approaches for Economic Growth and Well-being. 2020. <https://doi.org/10.1787/879c4f7a-en>
28. FUDGE, Maree; OGIER, Emily; ALEXANDER, Karen A. Emerging functions of the wellbeing concept in regional development scholarship: A review. *Environmental Science & Policy*, 2021, 115: 143-150. [žiūrėta 2022-04-05]
29. FENZ, Gerhard, et al. Monitoring the economy in real time with the weekly OeNB GDP indicator: background, experience and outlook. *Monetary Policy & the Economy*, 2021, Q4/20-Q1/21: 17-40.
30. HYNES, William, et al. New Paradigms and Approaches for Economic Growth and Well-being. 2020. . [žiūrėta 2022-04-05]
31. POPESCU, Gheorghe H., et al. Measuring sustainable competitiveness in contemporary economies—Insights from European economy. *Sustainability*, 2017, 9.7: 1230.
32. KAO, Chiang, et al. Measuring the national competitiveness of Southeast Asian countries. *European Journal of Operational Research*, 2008, 187.2: 613-628. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00128775.2017.1382378?casa_token=EZtq3HQB208AAAAA%3AJmbu6YEk2Jl4KrQFaXZBqYHYYnTIWkd9xSzTmR70zrPixAgyuDcnzxsAMPsHKv7Q8mIjvMwhJK
33. AGHABOZORGI, Saeed, Ali Seyed SHIRKHORSHIDI ir Teh Ying WAH. Time-series clustering – A decade review. *Information Systems*, 2015. [žiūrėta 2019-04-21]. Prieiga per: Science direct.
34. MARINKO, Škare; RADOLOVIĆ, Sanja; TVARONAVIČIENĖ, Manuela. Managing the institutional environment and impact on the competitiveness of transitional economies.

- Entrepreneurship and sustainability issues*, 2021, 8.3: 504-526. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:93474987/>
35. SABONIENE, Asta. Lithuanian export competitiveness: comparison with other Baltic States. *Engineering Economics*, 2009, 62.2. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/228624446_Lithuanian_Export_Competitiveness_Comparison_with_other_Baltic_States
36. MATUZEVIČIŪTĖ, Kristina; VAITEKŪNAITĖ, Agnė; BUTKUS, Mindaugas. Europos Sąjungos šalių konkurencingumo ir jį lemiančių veiksnių vertinimas. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 2015, 2: 38-53. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2015~1535459021779/>
37. CALDERÓN, César; SERVÉN, Luis. Infrastructure, growth, and inequality: An overview. *World Bank Policy Research Working Paper*, 2014, 7034. [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20365>
38. Estache, A. 2006. Infrastructure: A survey of recent and upcoming issues, in Annual Bank Conference on Development Economics – Global 2007, Tokyo, Japan, 2006. Washington, DC: World Bank, 83–85.
39. FRANKLIN, Mark; STAM, Peter; CLAYTON, Tony. ICT impact assessment by linking data. *Economic & Labour Market Review*, 2009, 3.10: 18-27. <https://doi.org/10.1057/elmr.2009.172>
40. BRYNJOLFSSON, Erik; HITT, Lorin M.; KIM, Heekyung Hellen. Strength in numbers: How does data-driven decisionmaking affect firm performance?. Available at SSRN 1819486, 2011.
41. FAIA, Ester. Competitiveness, labor market institutions, and monetary policy. *IZA World* [žiūrėta 2022-03-10] Prieiga per: <https://wol.iza.org/articles/competitiveness-labor-market-institutions-and-monetary-policy/long>
42. OECD., K. *OECD science, technology and innovation Outlook 2018*. Paris: OECD Publishing, 018
43. WU, Aihua, and TIANFU Li. "Gaining sustainable development by green supply chain innovation: Perspectives of specific investments and stakeholder engagement." *Business Strategy and the Environment* 29, no. 3 (2020): 962-975.
44. LUCZAK, Maciej. Hierarchical clustering of time series data with parametric derivative dynamic time warping. *Expert Systems with Applications*, 2016. [žiūrėta 2019-04-21]. Prieiga per: Science direct.
45. Türker, O. (2018). G-7 ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisi. 12-14 Nisan, Nevşehir IERFM Uluslararası Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi Bildiri Kitabı, 351-363.
46. ÖZKAN, Gökçen; YILMAZ, Hüseyin. AR-GE HARCAMALARININ YÜKSEK TEKNOLOJİ ÜRÜN İHRACATI VE KİŞİ BAŞI GELİR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: 12 AB ÜLKESİ ve TÜRKİYE İÇİN UYGULAMA (1996-2015). *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 2017, 12.1: 1-12.
- Özkan, G., Yılmaz, H. (2017). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı ve kişi başı gelir üzerindeki etkileri: 12 AB ülkesi ve Türkiye için uygulama (1996-2015). *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 12(1), 1-12.
47. LALL, Sanjaya. Competitiveness indices and developing countries: an economic evaluation of the global competitiveness report. *World development*, 2001, 29.9: 1501-1525.

48. DRIOUCHI, Ahmed. Urbanization, knowledge and competitiveness in developing economies. In: *Creative urban regions: Harnessing urban technologies to support knowledge city initiatives*. IGI Global, 2008. p. 24-47. Prieiga per: <https://www.igi-global.com/chapter/creative-urban-regions/7247>
49. BRUNECKIENĖ, Jurgita, GUZAVIČIUS, Andrius, ČINČIKAITĖ, Renata. Measurement of Urban Competitiveness in Lithuania. ISSN 1392 – 2785 *Inžinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 2010, 21(5), 493-508
<https://www.inzeko.ktu.lt/index.php/EE/article/view/11709> ISSN: 1392-2785
50. BAUMANN, Chris; WINZAR, Hume. The role of secondary education in explaining competitiveness. *Asia Pacific Journal of Education*, 2016, 36.1: 13-30. Prieiga per: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02188791.2014.924387>
51. AMDAM, Rolv Petter. *Management, education and competitiveness: Europe, Japan and the United States*. Routledge, 2013. Amdam, R.P. (Ed.). (1996). *Management, Education and Competitiveness: Europe, Japan and the United States* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203352564>
52. Martin, R., Kitson, M., Tyler P. (2006). *Regional competitiveness*. Regional studies association, Routledge, Taylor and Francis Group, London and New York, 169 p.
53. Wang, H., Schandl, H., Wang, X., Ma, F., Yue, Q., Wang, G., Wang, Y., Wei, Y., Zhang, Z., & Zheng, R. (2020). Measuring progress of China's circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105070. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105070> Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bse.2735>
54. IBRAGIMOV, Z., VASYLIEVA, T., LYULYOV, O. The national economy competitiveness: effect of macroeconomic stability, renewable energy on economic growth. *Socio Economic Problems of Sustainable Development: Book of Proceedings 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development*, Baku, 14-15 February 2019. Baku, 2019. P. 878-887.
55. MARINAS, Marius-Corneliu, DINU, Marin, SOCOL, Aura-Gabriela, SOCOL, Cristian. Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202951>
56. BRUNECKIENĖ, Jurgita, DAGILIENĖ, Lina, VARANIŪTĖ, Viktorija, ZYKIENĖ, Ineta, STASIŠKIENĖ, Žaneta, KLIAUGAITĖ, Viktorija, GURAUSKIENĖ, Inga. *Žiedinės ekonomikos iššūkiai ir galimybės Lietuvoje*, 2021. ISBN: 978-609-02-1738-2 DOI: 10.5755/e01.9786090217382
57. NAVICKAS, Valentinas; MALAKAUSKAITĖ, Asta. Konkurencingumo vertinimo metodologinės problemos ir ribotumas. *Verslas: teorija ir praktika*, 2010, 11.1: 5-11.
57. POPESCU, Gheorghe H. FDI and economic growth in Central and Eastern Europe. *Sustainability*, 2014, 6.11: 8149-8163 <https://www.mdpi.com/2071-1050/6/11/8149/pdf>
58. ŽALKAUSKAS, Valerijonas. *Informatikos, kompiuterijos ir telekomunikacijų anglų-lietuvių kalbų žodynas*. 2010. ISBN 9785420017010
59. LANDAU, S.; STER, I. Chis. Cluster analysis: overview. *Á Á*, 2010, 11.x12: x1p. https://www.researchgate.net/publication/286854317_Cluster_Analysis_Overview
60. MIETHLICH, Boris, et al. Digital economy and its influence on competitiveness of countries and regions. *Revista espacios*, 2020, 41.12. <http://www.revistaespacios.com/a20v41n12/20411220.html>
61. ČEKANAVIČIUS, Vydas ir Gediminas MURAUSKAS. *Statistika ir jos taikymai 2*. Vilnius, 2004. ISBN 9955-491-16-7
62. TUFFERY S. *Data Mining and Statistics for Decision Making*, 2011.

63. VAN BUUREN, Stef; GROOTHUIS-UDSHOORN, Karin. mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of statistical software*, 2011, 45: 1-67.
64. BRUNECKIENĖ, Jurgita. Regionų plėtros vertinimas indeksu, 2013. ISBN 978-609-02-0826-7

Informacijos šaltinių sąrašas

65. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/file_import/better-regulation-toolbox-20_en_0.pdf
66. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/regionalcompetitiveness.htm>
67. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>
68. https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Competitiveness_Report
69. <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/>
70. <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>
71. <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-institute-for-industrial-policy-studies-ips-swiss-franklin-university-taylor-institute-and-unitar-jointly-announce-national-competitiveness-2019-2020-rankings-301142085.html>
72. https://www.ips.or.kr/eng_ips.html
73. <https://mindmajix.com/power-bi-architecture>.
74. https://ec.europa.eu/regional_policy/lt/policy/themes/ict/

Priedai

1 priedas. Indekso sudėtis

Veiksmų grupė	Veiksny – rodiklis	Duomenų šaltinis
Institucinė aplinka	Korupcijos kontrolė	World bank
	Valdžios efektyvumas	World bank
	Teisinės valstybės principas	World bank
	Reguliavimo kokybė	World bank
	Balsas ir atskaitomybė	World bank
Makroekonominis stabilumas	BVP	World Bank
	Darbo vietos kaštai	Eurostat
	Darbo produktyvumas	Eurostat
	Infliacija	World Bank
	Industrija	World Bank
	Ekonominių nuotaikų indeksas	Eurostat
	Tiesioginės užsienio investicijos	World Bank
	Eksportas	World Bank
Inžinerinė infrastruktūra	Oro transportas, registruotų vežėjų išvykimai visame pasaulyje	World Bank
	Krovinių gabenimas autotransportu	Eurostat
	Prekių gabenimas traukiniais	Eurostat
	Elektros gamybos pajėgumai	Eurostat
	Bankomatų skaičius	World Bank
	Gyvenamųjų namų statyba	Eurostat
	Priklausomumas nuo energijos importo	Eurostat

Veiksnių grupė	Veiksny – rodiklis	Duomenų šaltinis
IT infrastruktūra	Saugūs interneto serveriai	World Bank
	Asmenys, besinaudojantys internetu sąveikai su valdžios institucijomis	Eurostat
	Interneto prieigos lygis	Eurostat
	Įmonės, turinčios plačiajuostį ryšį	Eurostat
	Įmonės, naudojančios programinės įrangos sprendimus	Eurostat
Moksliniai tyrimai ir inovacijos	Pažangių technologijų eksportas	World Bank
	Išlaidos moksliniams tyrimams ir plėtrai	World Bank
	Patentų paraiškos Europos Patentų Ofisui	World Bank
	Verslo investicijos į inovacijas, MTEP	Eurostat
	Nacionalinis viešasis finansavimas tarptautiniams tyrimams ir plėtrai	Eurostat
Švietimas	Vyriausybės išlaidos švietimui	World Bank
	Aukštąjį išsilavinimą turinčių žmonių skaičius, procentais	Eurostat
	Žemą išsilavinimą turinčių žmonių skaičius, procentais	Eurostat
	Suaugusiųjų dalyvavimas moksle	Eurostat
	Švietime ir mokymuose dalyvavimo rodiklis	Eurostat

Veiksnių grupė	Veiksny – rodiklis	Duomenų šaltinis
Rinkos dydis ir sveikata	Gimstamumas	World Bank
	Gyventojų tankumas 1 kv. kilometre	World Bank
	Sveikos gyvensenos trukmė	Eurostat
	Geros ir labai geros sveikatos žmonių kiekis, procentais	Eurostat
	Vartojimo išlaidos namų ūkiams	Eurostat
	Urbanizacijos lygis	Eurostat
Orientacija į klimato kaitos mažinimą (Orientacija į poveikio klimatui neutralumą)	Perdirbamų medžiagų naudojimo rodiklis	Eurostat
	Komunalinių atliekų perdirbimo rodiklis	Eurostat
	CO2 emisija	World Bank
	Atsinaujinančios energijos suvartojimas	World Bank
	Oro taršos kietosiomis dalelėmis poveikis	Eurostat
	Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos energijos vartojimo intensyvumas	Eurostat
Darbo rinka	Užimtumo lygis	World Bank
	Nedirbantys ir nesimokantys jaunuoliai	Eurostat
	Darbo jėgos dalyvavimo rodiklis	World Bank
	Vidutinis darbo užmokestis	Eurostat
	Nedarbo lygis	World Bank

3 priedas. Duomenys prieš ir po užpildymo su MICE

