



**Vilniaus universitetas  
Matematikos ir informatikos  
institutas  
LIETUVA**



---

INFORMATIKA (09 P)

---

# **DIDELĖS APIMTIES LIETUVOS ŠVIETIMO DUOMENŲ ANALIZĖ**

**Dovilė Stumbrienė**

2017 m. spalį

Mokslinė ataskaita

VU Matematikos ir informatikos institutas, Akademijos g. 4, Vilnius LT-08663

[www.mii.lt](http://www.mii.lt)

## **Santrauka**

Švietimas yra vienas pagrindinių veiksnių, užtikrinančių šalies gerovę, todėl svarbu suprasti švietimo sistemos būklę. Tai motyvuoja išmatuoti švietimo sistemos būklę, suprasti ją lemiančius veiksnius bei stebėti kaitą laike, kas leistų įgyvendinti duomenimis grįstą švietimo politiką. Švietimo sistemos būklės išmatavimas ir įvertinimas yra sudėtingas uždavinys, nes švietimo kaip daugialypio reiškinio stebėjimui ir vertinimui nepakanka pavienių švietimo sistemos rodiklių analizės. Siekiant visuminio ir apibendrinto švietimo sistemos vertinimo buvo pasirinkta skaičiuoti sudėtinius rodiklius – švietimo išteklių ir rezultatų indeksus, kuriais įvertinsime švietimo sistemos išteklių ir rezultatų būklę, suprasime būseną lemiančius veiksnius bei palyginsime laike ir kitų šalių kontekste. Indeksai apskaičiuoti Baltijos ir trims „senosioms“ ES šalims: Jungtinei Karalystei, kuri atstovauja anglosaksišką liberalųjį švietimo modelį, Vokietijai kaip kontinentinio-korporatyvistinio modelio atstovei ir Suomijai, skandinaviškojo socialdemokratinio modelio pavyzdys. Analizei panaudoti 2002 – 2014 metų viešai prieinami rodikliai iš Eurostato, OECD ir IEA duomenų bazių. Sudėtinių indeksų skaičiavimui buvo pritaikyti vienodi ir pagrindinių komponentų analizės svoriai; atliktas tiesinis agregavimas. Gauta, kad skirtumas tarp vienodų svorių priskyrimo ir svorių priskyrimo taikant pagrindinių komponentų analizę yra mažas. Rezultatų indeksų dinamikai laike rodiklių kiekio padidinimas beveik dviem trečdaliais įtakos neturi. Atlikus švietimo išteklių ir rezultatų indeksų sąveikos laike analizę, gauta, jog švietimo sistemų inertiškumas yra skirtingas: Baltijos šalyse rezultatai sureaguoja į išteklių pasikeitimus po 2-4 m., o Vokietijoje ir Jungtinėje Karalystėje tais pačiais ar kitais metais. Suomijos rezultatai gauti skirtingi lyginant su kitomis nagrinėtomis šalimis. Baltijos šalių indeksų dinamika panaši galimai sudaranti atskirą grupę.

**Reikšminiai žodžiai: pagrindinių komponentų analizė, sudėtinis indeksas, švietimo sistema.**

# Turinys

---

1	Įvadas .....	4
2	Indekso konstravimo metodika .....	5
3	Rodiklių parinkimas, švietimo išteklių ir rezultatų indeksų skaičiavimas.....	7
4	Lietuvos ir kitų šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų analizė.....	8
5	Išvados ir pasiūlymai .....	12
	Literatūra.....	13
	Priedas Nr. 1.....	14
	Priedas Nr. 2.....	15
	Priedas Nr. 3.....	15

# 1 Įvadas

Švietimui esant vienu pagrindinių šalies gerovės prielaidų, jo būsenos stebėjimas yra itin aktualus. Švietimas yra daugialypė ir kompleksiška socialinė institucija. Švietimo sistemą sudaro įvairaus dydžio ir sudėtingumo posistemės (bendrasis ugdymas, profesinis rengimas, aukštasis mokslas, suaugusiųjų mokymasis ir kt.), o švietimo būklę nusako ir rezultatus lemia daug skirtingų žmogiškųjų, materialųjų ir finansinių veiksnių. Reiškinių kompleksškumas kuria erdvę įvairaus tipo uždaviniams, ypač kai reikia įvertinti esamą švietimo sistemos būklę ir palyginti jos kitimą laike.

Pavieniai švietimo sistemos rodikliai, nors ir leidžia stebėti bei vertinti įvairius švietimo sistemos aspektus, tačiau apriboja visuminį, apibendrintą šio fenomeno suvokimą bei palyginimą. Siekiant gauti kompleksišką švietimo sistemos vertinimą buvo pasirinkta skaičiuoti sudėtinius rodiklius (angl. composite indices) – švietimo išteklių ir rezultatų indeksus. Esminis indekso privalumas – galimybė vykdyti švietimo sistemos stebėseną skirtingose šalyse ir laike, nes indeksai atspindi apibendrintą reiškinio būseną vienu skaičiumi [3], [18]. Švietimo išteklių ir rezultatų indeksai padeda nuolat ir sistemingai stebėti švietimo išteklių ir rezultatų būklę. Toks apibendrintas švietimo sistemos vertinimas būtų naudingas kiekybinis rodiklis politikams formuojantiems švietimo sistemos vystymosi kryptis bei visuomenei suprasti ir vertinti esamą ir būsimą švietimo išteklių ir rezultatų būseną. Nepaisant to, kad indeksas palengvina reiškinio supratimą ir stebėjimą (užuoat stebėjus keliasdešimt rodiklių, imamas tik vienas indeksas), tačiau naudojant jį praktiniam vertinimui neturėtų būti pamiršamas indekso ribotumas, t. y. kad jis atspindi tik tuos reiškinio aspektus, kurie yra įtraukti į indekso skaičiavimą.

Indeksų skaičiavimas yra gana populiarus daugelyje sričių, tai lemia sąlyginis jų paprastumas ir aiškumas, kai norima palyginti keletą šalių ar vertinti reiškinio dinamiką bėgant laikui. Socialiniams reiškiniams vertinti naudojamas Žmogaus socialinės raidos indeksas (angl. Human Development Index) [22], Socialinės plėtros indeksas (angl. Social Development Index) [8], Gerovės indeksas (angl. Wellbeing Index) [16], aplinkosaugos srityje skaičiuojamas Klimato kaitos indeksas (angl. Climate change performance index) [2], ekonomikoje – Užimtumo indeksas (angl. Employment Index) [21] ir daug kitų indeksų. Tuo tarpu švietimo sistemai stebėti buvo skaičiuoti vos keli indeksai.

Kanadoje 2006 metais buvo sukurtas pirmasis pasaulyje švietimo stebėsenos indeksas (angl. Composite Learning Index – CLI), kurio tikslas – sekti mokymosi visą gyvenimą progresą. Indeksą sudaro keturios rodiklių grupės, atspindinčios skirtingas mokymosi visą gyvenimą aplinkas: mokyklos, bendruomenės, darbo ir namų. Konstruojant CLI indeksą buvo sudaryti 25 skirtingi scenarijai: svorių parinkimui naudota pagrindinių komponentų analizė, faktorinė analizė, regresinė analizė, taikyti vienodi svoriai, naudotas tiesinis, geometrinis arba daugiakriterinis agregavimas. Įvertinus visus sukonstruotus indeksus, CLI indeksui konstruoti buvo parinktas vienas iš scenarijų, kuriame naudojami normalizuoti duomenys (z reikšmes), taikoma pagrindinių komponentų analizė, faktorinė analizė ir regresinė analizė, naudojamas tiesinis agregavimas [17].

Remiantis CLI indeksu, 2010 metais buvo sukurtas Europos mokymosi visą gyvenimą stebėsenos indeksas (angl. European Lifelong Learning Indicators – ELLI), o 2012 metais – Vokietijos švietimo žemėlapis (angl. German Learning Atlas). ELLI indeksas skirtas mokymosi visą gyvenimą vertinimui šalies lygmeniu, jis

suskaičiuotas 23 Europos šalims (tarp kurių nėra Lietuvos), naudojant vieningą rodiklių sistemą, kurią sudaro 36 rodikliai iš Eurostat'o ir kitų viešai prieinamų duomenų bazių [19]. 2010 metais suskaičiuoto ELLI indekso rezultatai rodo, kad Šiaurės šalys (Danija, Švedija ir Suomija; Norvegijai indeksas nebuvo suskaičiuotas) bei Nyderlandai geriausiai Europoje įgyvendina mokymosi visą gyvenimą idėją. Vokietijos švietimo žemėlapis – pirmasis švietimo stebėsenos instrumentas Europoje, skirtas detalesnei šalies vidaus švietimo būsenos stebėsenai. Sudėtinis indeksas suskaičiuotas visiems 412 Vokietijos administraciniams rajonams ir miestams bei federalinėms žemėms [20].

Mūsų žiniomis, Lietuvoje iki šiol švietimo stebėsenos indeksas nebuvo skaičiuotas. 2011 metais buvo parengta Lietuvos socialinio teisingumo rodiklių sistema ir įvertintas socialinis teisingumas Lietuvos švietimo sistemoje, atskirai kiekvienu švietimo lygmeniu [24].

Tyrimo tikslas – sukurti švietimo išteklių ir rezultatų indeksus, leisiančius stebėti Lietuvos švietimo sistemos būklę, apskaičiuoti jų sąveiką bei palyginti laike ir kitų ES šalių kontekste. Indeksų skaičiavimui naudoti vienodų ir pagrindinių komponentų svoriai su tiesiniu agregavimu. Daugiau nei per pusę padidinus rodiklių skaičių buvo tikrinamas Lietuvos švietimo rezultato indekso jautrumas. Indeksai apskaičiuoti 2002-2014 m. periodui naudojant viešai prieinamus Eurostat'o, Ekonominio ir socialinio bendradarbiavimo ir vystymosi organizacijos (angl. OECD – Organisation for Economic and Social Cooperation and Development) ir Tarptautinės švietimo pasiekimų vertinimo asociacijos (angl. IEA – International Association of the Evaluation of Educational Achievement) duomenis, kurie apjungia šalių makroekonominis rodiklius su tarptautiniais mokinių pasiekimų tyrimais: Tarptautiniu penkiolikmečių tyrimu (angl. PISA – Programme for International Student Assessment), Tarptautiniu matematikos ir gamtos mokslų gebėjimų tyrimu (angl. TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Study) ir Tarptautiniu skaitymo gebėjimų tyrimu (angl. PIRLS – Progress in International Reading Literacy Study). Švietimo išteklių ir rezultatų indeksų palyginimui kitų šalių kontekste, buvo pasirinktos penkios šalys: Latvija, Estija ir trys „senosios“ ES šalys – Jungtinė Karalystė, kuri atstovauja anglosaksišką liberalųjį švietimo modelį, Vokietija kaip kontinentinio-korporatyvistinio modelio atstovė ir Suomija, skandinaviškojo socialdemokratinio modelio pavyzdys.

Straipsnis pradėtas įvadu, kurį tęsia indeksų sudarymo metodikos pasirinkimas ir aprašymas. Toliau aprašomas rodiklių parinkimas sudėtiniam indeksui, Lietuvos ir kitų užsienio šalių švietimo stebėsenos indeksų sudarymas, aptariami gauti rezultatai. Straipsnis baigiamas tyrimo išvadomis.

## **2 Indekso konstravimo metodika**

Sudėtinio indekso konstravimo būdų yra įvairių. Paprastai indekso sudarymas išskaidomas į penkis žingsnius: visų pirma duomenys apdorojami ir standartizuojami, tuomet, taikant statistinius metodus, rodikliams priskiriami svoriai bei parinkus sintetinio funkciją rodikliai agreguojami į sudėtinį indeksą, dažniausiai indeksai konstruojami pagal keletą skirtingų scenarijų ir tuomet palyginami tarpusavyje [12].

Pirmame žingsnyje atliekamas naudojamų duomenų apdorojimas: užpildomos praleistos reikšmės, panaikinamos išskirtys, atliekamas skalių koregavimas. Kai pakankamai dideliame duomenų rinkinyje yra praleistas nedidelis skaičius stebėjimų,

nėra būtina taikyti sudėtingų duomenų įterpimo metodų [12]. Sudarant sudėtinį indeksą, rodikliai pakoreguoti pagal naudos principą (angl. profit type) – „didesnis yra geresnis“ tam, kad kiekvieno rodiklio didesnė reikšmė atitiktų didesnę švietimo stebėsenos indekso reikšmę. Duomenų standartizavimas yra būtinas žingsnis prieš agregavimo procesą, kad rodikliai su skirtingomis matavimo skalėmis taptų palyginami ir būtų išvengta neproporcingos svarbos suteikimo kitų sąskaita [10].

Konstruojant indeksą pagrindinis klausimas – kaip priskirti svorius rodikliams ir kokią sintetinio funkciją parinkti [3]. Daugelyje mokslinių tyrimų, kaip lengviausiai pritaikomas ir skaidriausias metodas indekso sudarymui, pristatomas paprastasis adityvus svertinis svorių priskyrimas (angl. simple additive weighted, SAW) [1]. Šis metodas taikomas standartizuotiems duomenims ir aprašomas (1) formule. Visiems rodikliams suteikus vienodo dydžio svorius, gauname paprastąjį adityvų vienodų svorių (VS) priskyrimo metodą, kuriame kiekvienas iš rodiklių turi tokį patį poveikį konstruojamam indeksui [9].

$$CI_j^t = \sum_{i=1}^m w_{ij} \cdot y_{ij}^t, \quad j=1, \dots, n, i=1, \dots, m, \quad (1)$$

čia

$CI_j^t$  – šalies j sudėtinis indeksas laiko momentu t,

$y_{ij}^t$  – šalies j rodiklio i reikšmė laiko momentu t,

$w_{ij}$  – šalies j svoris priskirtas rodikliui i.

Konstruojant sudėtinį indeksą, svoriai gali būti priskirti rodikliams taikant statistinį metodą – pagrindinių komponentių analizę (PKA) [12], [13], [15], [23]. Esminė PKA idėja yra sumažinti duomenų matmenų skaičių atliekant tiesinę transformaciją ir atsisakant dalies po transformacijos gautų naujų komponentių, kurių dispersijos yra mažiausios [4]. Pagrindinių komponentių analizė (PKA), kaip metodas nustatantis rodiklių svorius, buvo pasiūlytas konstruojant gerovės indeksą [6]. Pasaulio bankas, remdamasis šiuo darbu, pasiūlytą PKA naudojimo metodiką indeksui konstruoti pritaikė nelygybės analizei įvertinti [11]. Svorių priskyrimas rodikliams, naudojant PKA, pagal OECD [12] pristatytą metodiką atliekamas per keturis žingsnius: rodiklių tinkamumo patikrinimas, optimalaus latentinių faktorių skaičiaus nustatymas, pasukimo atlikimas ir tarpinių sudėtinių indeksų konstravimas.

Pirmasis žingsnis, taikant PKA svorių priskyrimui, patikrinti, ar rodikliai tarpusavyje koreliuoja. Rodiklių tinkamumą galima patikrinti taikant Kaizerio-Mejerio-Olkinio (KMO) matą. KMO matas priklauso intervalui [0;1], jeigu  $KMO < 0,55$  – PKA nerezultatyvi, t. y. kintamųjų porų koreliacija nėra paaiškinama kitais kintamaisiais. Antras žingsnis - nustatyti optimalų latentinių faktorių skaičių. Remiantis Kaiserio kriterijumi (angl. Kaiser criterion), naudojami tik tie faktoriai, kurių tikrinės reikšmės (angl. eigenvalues) yra didesnės už 1. Trečias žingsnis - atlikti pasukimą (angl. rotation). Pasukimas atliekamas tam, kad būtų sumažintas rodiklių skaičius, kurie turi didelius faktorių koeficientus tame pačiame faktoriuje. Atlikus pasukimą, tikrinių reikšmių paaiškinamos variacijos suma nepakinta, keičiasi tik tikrinės reikšmės ir faktorių koeficientai (angl. loadings). Taikomas Varimax pasukimas. Ketvirtas žingsnis – tarpinių sudėtinių indeksų konstravimas [12]. Faktorių koeficientų kvadratas nusako bendros variacijos proporciją, kurią paaiškina šis faktorius. Šiame žingsnyje sugrupuojami rodikliai su didžiausiais faktorių koeficientais į tarpinius sudėtinius indeksus. Tuomet faktorių koeficientai pakeliami

kvadratu, gautas skaičius padalinamas iš faktoriaus tikrinės reikšmės (bendros to faktoriaus paaiškinamos variacijos). Gautas rezultatas modifikuojamas taip, kad tarpinių sudėtinių indeksų svorių suma būtų lygi 1.

Indeksu pateikiama apibendrinta indekso konstravimui pasirinktų rodiklių informacija, kiek pakito stebimas reiškinys nagrinėjamu laikotarpiu. Didesnė indekso reikšmė reiškia geresnę reiškinio būklę. Skaičiuojant indeksą svarbu nuspręsti, ką indeksas matuos, t.y. kokie švietimo sistemos aspektai bus vertinami ir nuo to priklausys rodiklių parinkimas indeksui konstruoti. Akcentuojame, kad interpretuoti indekso pokyčius galima tik pasirinktų rodiklių atžvilgiu.

Šioje dalyje aprašyta sudėtinio indekso sudarymo metodika buvo pritaikyta šešių Europos šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų sudarymui. Rodiklių pasirinkimas, duomenų apdorojimas ir sudėtinių indeksų pasirinktoms šalims skaičiavimas pateikiami kitoje straipsnio dalyje.

### **3 Rodiklių parinkimas, švietimo išteklių ir rezultatų indeksų skaičiavimas**

Kiekvienai šaliai buvo sudaromi du indeksai – švietimo išteklių indeksas, kurį sudaro kiekvienos šalies švietimo sistemoje naudojamų išteklių (žmogiškasis ir materialusis kapitalas) rodikliai, ir švietimo rezultatų indeksas, kurį sudaro kiekvienos šalies pasiektų švietimo rezultatų ir padarinių rodikliai. Pasirinktų šalių indeksų konstravimui iš viso buvo atrinkti 38 švietimo sistemos rodikliai: 15 išteklių rodiklių ir 23 rezultatų rodikliai (iš jų 14 rodiklių buvo naudoti visų šalių švietimo rezultatų indekso konstravimui, o papildomi 9 rodikliai buvo įtraukti į Lietuvos švietimo rezultatų indeksą).

Rodiklių parinkimą švietimo rezultatų indeksui pirmiausiai lėmė Europos Komisijos strategijoje bendradarbiavimo švietimo ir mokymo srityje (ET 2020 ) išskirti septyni pagrindiniai švietimo rezultatų ir padarinių rodikliai: mokyklos nebaigę asmenys, tretinį išsilavinimą įgiję asmenys, dalyvavimas ankstyvame ugdyme ir priežiūroje, absolventų užimtumas, suaugusiųjų dalyvavimas mokymosi visą gyvenimą programose, prasti penkiolikmečių rezultatai (žemesnis nei antras lygmuo skaityme, matematikoje, gamtos moksluose) PISA tyrime ir mokymosi mobilumas. Iš septynių stebimų rodiklių, tik mokymosi mobilumui įvertinti tarp šalių kol kas nėra duomenų [7].

Išsamiam švietimo rezultatų indekso skaičiavimui ET 2020 strategijoje pateiktus pagrindinius švietimo sistemos rezultatų ir padarinių rodiklius papildė šešiais papildomais rodikliais: puikūs penkiolikmečių rezultatai (penktas ir šeštasis lygmuo skaityme, matematikoje, gamtos moksluose) PISA tyrime, asmenys, sėkmingai įgiję aukštesnį nei vidurinis išsilavinimą dviejose amžiaus grupėse ir jauni asmenys, kurie nei mokosi, nei dirba. ET 2020 strategijoje įtraukti PISA tyrimo rodikliai, tačiau nenaudojami kitų tarptautinių mokinių pasiekimų tyrimų informacija. Siekiant įvertinti TIMSS ir PIRLS rodiklių svarbą švietimo rezultatų indekso skaičiavimui, Lietuvos švietimo rezultatų indekso skaičiavimui papildomai naudoti 7 TIMSS ir 2 PIRLS rodikliai.

Švietimo išteklių indekso skaičiavimui buvo parinkta 15 švietimo sistemoje naudojamų išteklių rodiklių, kurie atspindi žmogiškąjį ir materialųjį kapitalą švietimo sistemoje: mokytojų ir mokinių skaičius bei išlaidos švietimui skirtingose švietimo sistemos lygmenyse. Naudojamų rodiklių sąrašas pateiktas 1 priede.

Pirmame indeksų konstravimo žingsnyje buvo patikrinta ar nėra išskirčių, pavienės praleistos stebėjimų reikšmės buvo pakeistos artimiausių kaimynų vidurkiu. Tarptautinių tyrimų PISA, TIMSS ir PIRLS rodiklių praleistoms reikšmėms užpildyti (tyrimai atliekami atitinkamai kas trejus, ketverius ir penkerius metus) buvo naudojama procedūra: praleisti stebėjimai užpildomi pastoviomis reikšmėmis, glodinimui skaičiuojamas atitinkamai trijų, keturių ir penkių metų slenkantis vidurkis, paskutiniams stebėjimams užpildyti taikomas paskutinis stebėtas augimo tempas.

Penki rodikliai (prasti penkiolikmečių rezultatai matematikoje, skaityme ir gamtos moksluose PISA tyrime, mokyklos nebaigę asmenys, jauni asmenys, kurie nei mokosi, nei dirba) buvo pakoreguoti pagal naudos principą – „didesnis yra geresnis“, kad šių rodiklių didesnė reikšmė atitiktų didesnę švietimo rezultatų indekso reikšmę. Visi rodikliai buvo standartizuojami skaičiuojant z reikšmes.

Atlikus duomenų apdorojimą ir normalizavimą, švietimo išteklių ir rezultatų indeksai buvo konstruojami pagal (2) formulę. Svoriai rodikliams priskirti taikant paprastąjį adityvų vienodų svorių (VS) priskyrimo metodą ir pagrindinių komponentų analizę (PKA). Prieš atliekant PKA, rodikliams, atrinktiems švietimo išteklių ir rezultatų indeksų skaičiavimui, buvo suskaičiuoti KMO matai (pateikti 2 priede) kiekvienai šaliai. Nepaisant to, kad kai kurių šalių KMO matas buvo mažesnis nei 0,55, PKA buvo naudojami visi rodikliai, kad kiekvienos šalies švietimo stebėsenos indeksus sudarytų tie patys rodikliai. Kadangi švietimo išteklių ir rezultatų indeksų konstravime naudojamos rodiklių z reikšmės, apskaičiuota indekso reikšmė padidinama dviem, kad galutinės indekso reikšmės būtų teigiamos. Visų šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų svoriai, parinkti taikant PKA pateikti 3 priede.

$$CI_j^t = \sum_{i=1}^m (w_{ij} \cdot y_{ij}^t) + 2, \quad j=1, \dots, n, i=1, \dots, m, \quad (2)$$

čia

$CI_j^t$  – šalies j sudėtinis indeksas laiko momentu t,

$y_{ij}^t$  – šalies j rodiklio i reikšmė laiko momentu t,

$w_{ij}$  – šalies j svoris priskirtas rodikliui i.

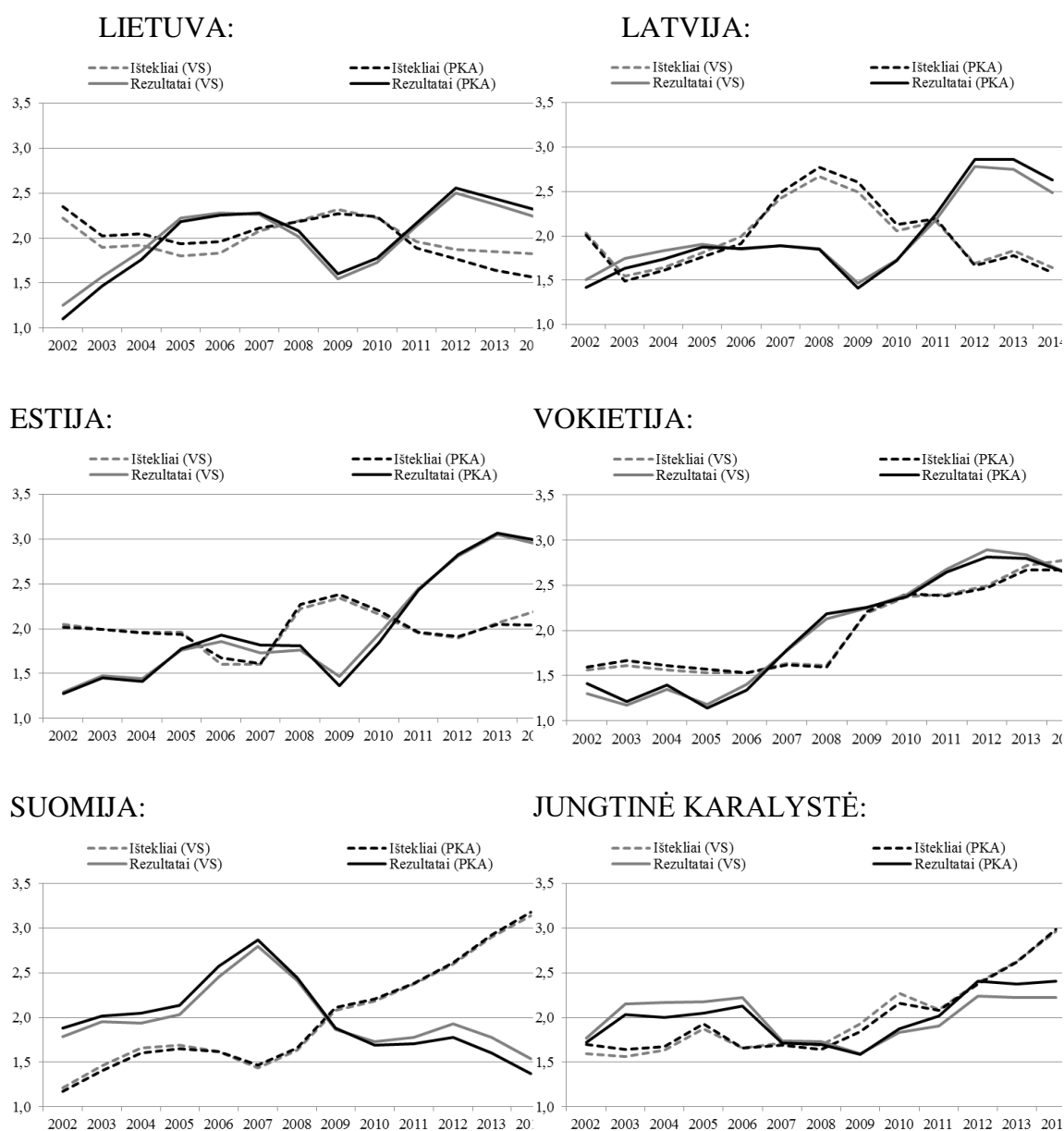
Šioje dalyje aprašyti švietimo išteklių ir rezultatų rodikliai bei šešių Europos šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų skaičiavimas, taikant paprastąjį adityvų vienodų svorių (VS) priskyrimo metodą ir pagrindinių komponentų analizę (PKA). Suskaičiuotų Lietuvos ir kitų šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų analizė pateikta kitoje straipsnio dalyje.

## 4 Lietuvos ir kitų šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų analizė

Remiantis anksčiau straipsnyje aprašyta indeksų konstravimo metodika ir atrinktais viešai prieinamais rodikliais iš Eurostat'o ir OECD duomenų bazių, sukonstruoti Lietuvos, Latvijos, Estijos, Vokietijos, Suomijos ir Jungtinės Karalystės švietimo išteklių ir rezultatų indeksai. Lietuvai švietimo rezultatų indeksas papildomai suskaičiuotas naudojant IEA rodiklius.



Nagrinėjant švietimo išteklių ir rezultatų indeksus, suskaičiuotus taikant vienodus ir PKA svorius, stebime nežymius skirtumus tarp indeksų visoms šalims. Indeksų panašumas itin didelis nagrinėjamo periodo viduryje, o periodo pradžioje ir pabaigoje indeksai skiriasi, išskyrus Estiją ir Vokietiją (1 paveiksle). Koreliacijos koeficientai tarp šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksų, taikant VS ir PKA svorius, yra artimi 1. Pavyzdžiui Lietuvai koreliacijos koeficientas švietimo išteklių indeksui lygus 0,83, o švietimo rezultatų indeksui – 0,99.



Šaltinis: autorių skaičiavimai

1 pav. Švietimo išteklių ir rezultatų sudėtiniai indeksai, naudojant vienodus (VS) ir PKA svorius.

Analizuojant švietimo išteklių ir rezultatų indeksų dinamikos skirtumus tarp šalių, gauname atvirkštinę priklausomybę tarp švietimo išteklių ir rezultatų indeksų

Suomijai (1 paveikslas ir 1 lentelė). Tiesioginė priklausomybė sieja indeksus Vokietijai ir Jungtinei Karalystei. (Baltijos šalių) Pabaltijo šalių švietimo rezultatų indeksų dinamika yra panaši, kai stebimas indekso lygio sumažėjimas 2009 m. ir augimas 2010-2011 m. 2008-2010 m. švietimo išteklių indekso lygis viršija švietimo rezultatų indekso lygį. Matant apskaičiuotų indeksų dinamikos skirtumus aišku, kad ryšys tarp švietimo išteklių ir rezultatų indeksų yra skirtingas tarp šalių, t.y. yra skirtingas sistemų inertiškumas. Norint įvertinti inertiškumo skirtumus, atlikta koreliacinė (žr. 1 lentelę) ir grafinė (2 paveikslas) analizės su švietimo išteklių indekso postūmiu laike atgal. Dėl trumpos laiko eilutės vėlinimas pasirinktas empiriškai iki 4 metų. Gauname, kad švietimo išteklių pokyčiams atsispindėti rezultatuose ilgiausiai (3-4 metus) užtrunka Lietuvoje ir Latvijoje. Estijoje inercija kiek mažesnė ir poveikis pajuntamas antrais metais. Vokietijoje ir Jungtinėje Karalystėje pasikeitimai matomi tais pačiais ar kitais metais.

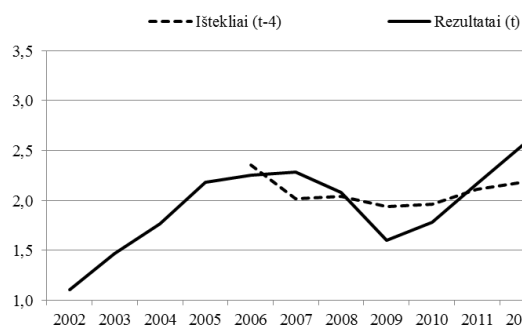
1 lentelė. Koreliacijos koeficientai tarp švietimo išteklių ir rezultatų indeksų, esant postūmiui laike.

	Lietuva	Latvija	Estija	Vokietija	Suomija	JK
	Rezultatai (t)	Rezultatai (t)	Rezultatai (t)	Rezultatai (t)	Rezultatai (t)	Rezultatai (t)
Ištekliai (t)	-0,75	-0,38	-0,12	<b>0,90</b>	-0,71	0,73
Ištekliai (t-1)	-0,76	-0,33	-0,05	0,82	-0,70	<b>0,78</b>
Ištekliai (t-2)	-0,41	-0,09	0,35	0,74	-0,60	0,71
Ištekliai (t-3)	0,37	0,46	<b>0,69</b>	0,59	-0,59	0,57
Ištekliai (t-4)	<b>0,74</b>	<b>0,82</b>	0,60	0,41	-0,74	0,30

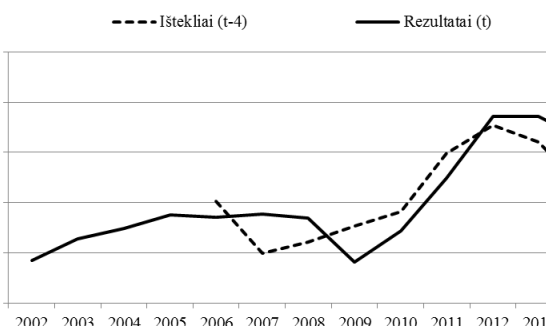
Šaltinis: autorių skaičiavimai

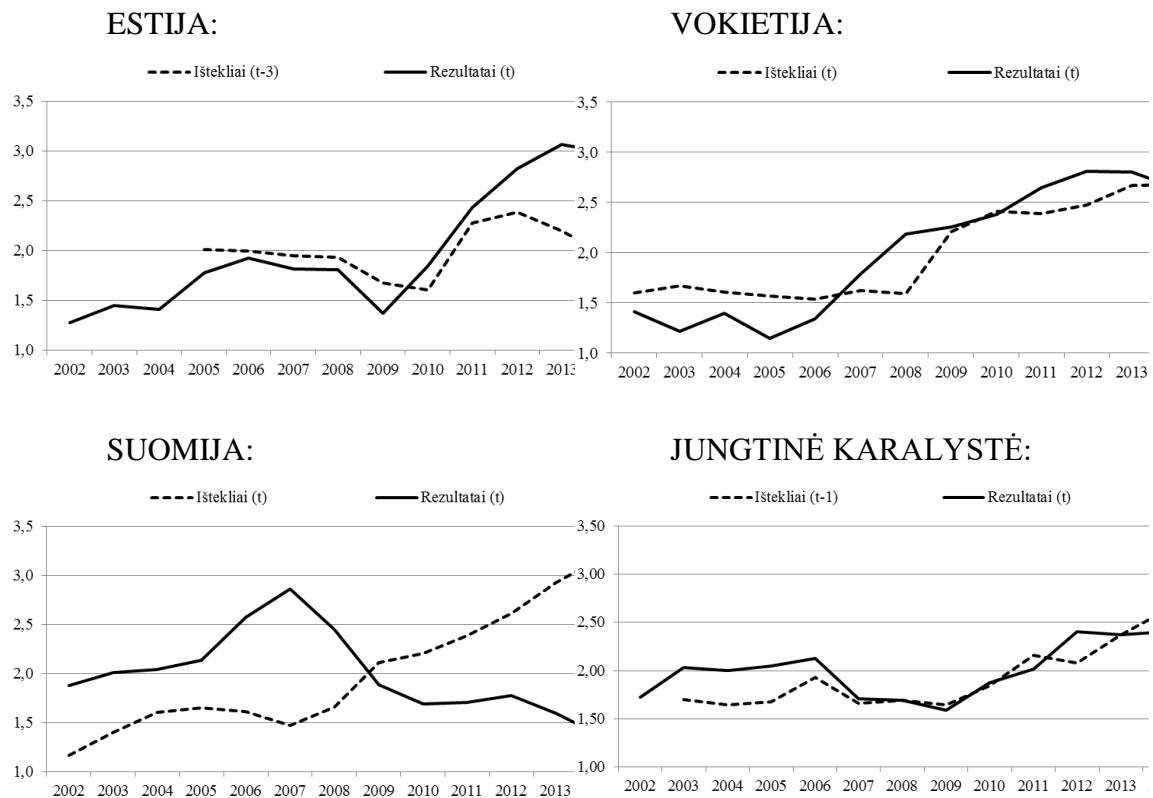
Vertinant švietimo sistemos būseną, gauname, kad nuo 2008 m. būklė tiek išteklių, tiek rezultatų gerėja Vokietijoje ir Jungtinėje Karalystėje ir, įvertinus šių šalių sistemų mažą inertiškumą, turėtume stebėti tolimesnį gerėjimą 2015-2106 m. Nuo 2011m. Lietuvoje ir Latvijoje stebimas švietimo išteklių mažėjimas, kas reikštų, kad švietimo rezultatų indeksas nepereis į augimo būseną ir galime tikėtis tolimesnio švietimo rezultatų blogėjimo 2015-2017 m. Estijoje, dėl švietimo išteklių indekso lygio stabilizavimosi 2012-2014 m., turėtume laukti švietimo rezultatų indekso stabilizavimosi 2015-2106 m. Tarp nagrinėjamų šalių, išskirtinė Suomijos situacija, kai nuo 2007 m. stebimas nuolatinis švietimo išteklių indekso gerėjimas, tačiau tai niekaip neatspindi švietimo rezultatų indekse ir prognozuoti būsimą raidą yra keblu.

LIETUVA:



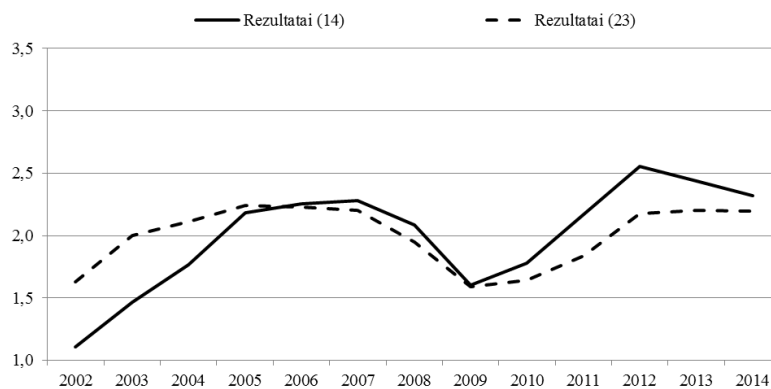
LATVIJA:





Šaltinis: autorių skaičiavimai

2 pav. Šalių švietimo išteklių ir rezultatų indeksai, esant postūmiui laike



Šaltinis: autorių skaičiavimai

3 pav. Lietuvos švietimo rezultatų indeksai, neįtraukus TIMSS ir PIRLS rodiklių (14) bei juos įtraukus (23)

Siekiant įvertinti TIMSS ir PIRLS rodiklių svarbą, o kartu ir sudarytų indeksų jautrumą duomenų kiekiui, Lietuvos švietimo rezultatų indeksas buvo suskaičiuotas, papildomai įtraukus 9 rezultatų rodiklius – tarptautinių tyrimų TIMSS ir PIRLS

mokinių pasiekimus matematikoje, gamtos moksluose ir skaityme 4 ir 8 klasėse. Lietuvos švietimo rezultatų indekso palyginimui buvo taikyti PKA svoriai. Iš 3 paveikslų matome, kad esant mažesniai skaičiui rodiklių, indekso dinamika laike panaši, kaip ir sudaryto iš daugiau rodiklių. Koreliacijos koeficientas tarp švietimo rezultatų indekso, sudaryto iš 14 rodiklių, ir švietimo rezultatų indekso, sudaryto iš 23 rodiklių, yra lygus 0,73. Galima teigti, kad sudaryto švietimo rezultatų indekso dinamika laike mažai priklauso nuo papildomai įtrauktų mokinių pasiekimų rezultatų. Tačiau TIMSS ir PIRLS mokinių pasiekimai prisideda prie aukštesnio švietimo rezultatų indekso lygio 2002-2004 m. ir, atitinkamai, mažesnio lygio 2010-2014 m. Panaši situacija buvo stebėta ir kitoms šalims, todėl detalesnė informacija straipsnyje nėra pateikiama. Apibendrinant, švietimo rezultatų indeksų lygio analizei yra svarbūs ne tik PISA, bet ir TIMSS bei PIRLS tyrimai.

## 5 Išvados ir pasiūlymai

Sukonstruoti Lietuvos, Latvijos, Estijos, Vokietijos, Suomijos ir Jungtinės Karalystės švietimo išteklių ir rezultatų indeksai. Nustatyta, kad skirtumas tarp vienodų svorių priskyrimo ir svorių priskyrimo taikant pagrindinių komponenčių analizę yra mažas, o koreliacija tarp indeksų labai stipri. Parodyta, kad rezultatų indeksų dinamikai laike rodiklių kiekio padidėjimas beveik dviem trečdaliais įtakos neturi. Švietimo rezultatų indeksų lygiui TIMSS ir PIRLS tyrimų duomenys yra svarbūs. Atlikus švietimo išteklių ir rezultatų indeksų sąveikos laike analizę, gauta, kad nagrinėjamų šalių švietimo sistemų inercija tarp išteklių ir rezultatų yra skirtinga. Išteklių pasikeitimai atsispindi rezultatų indekse iškart ar po 1 metų Vokietijoje ir Jungtinėje Karalystėje, o Baltijos šalyse tai trunka 2-4 metus. Iš šios analizės galime prognozuoti, kad Vokietijos ir Jungtinės Karalystės švietimo rezultatų indeksas didės, Estijos stabilizuosis, o Lietuvos ir Latvijos mažės artimoje ateityje.

Švietimo išteklių ir rezultatų indeksai Lietuvai, kaip ir Latvijai bei Estijai, suskaičiuoti pirmą kartą. Iš sudėtinių indeksų pamatėme, kaip švietimo ištekliai ir rezultatai kito 2002-2014 m. bei skyrėsi tarp šalių. Švietimo sudėtinių indeksų sudarymui naudotos rodiklių laiko eilutės, žinant, kad tarptautiniai tyrimai nevyksta kas metus, nėra pakankamai ilgios, todėl analizę reikėtų pakartoti vėliau, turint daugiau duomenų. Suomijos rezultatai gauti skirtingi lyginant su kitomis nagrinėtomis šalimis. Tai gali būti rodiklių parinkimo ribotumas, nes interpretuoti indekso dinamiką galima tik pasirinktų rodiklių atžvilgiu. Vertėtų sudėtinių indeksų analizę pakartoti ženkliai padidinus rodiklių kiekį bei svorių parinkimui naudojant kitus metodus, tarkime, duomenų apgaubties metodą (angl. data envelopment analysis), leidžiantį pereiti nuo sistemos vertinimo (kontrolės) į sistemos valdymą (tobulinimą). Taip pat analizę būtų galima praplėsti pritaikant kitus agregavimo metodus, tarkime, geometrinį agregavimą, leidžiantį sumažinti vieno rodiklio su mažais svoriais kompensavimą kitais rodikliais, kurių svoriai didesni. Matėme, kad Baltijos šalių indeksų dinamika panaši galimai sudaranti atskirą grupę. Analizę taip pat būtų įdomu išplėsti visoms ES šalims, aiškinantis, ar kitos ES šalys sudarytų kitus klasterius.

## Literatūra

- [1] Blancas F. J., Contreras I., Ramirez-Hurtado J. M. 2012. Constructing a composite indicator with multiplicative aggregation under the objective of ranking alternatives. *Journal of the Operational Research Society* 64.5: 668-678.
- [2] Burck J., Bals C., Ackermann S. 2009. The climate change performance index: background and methodology. *Germanwatch*.
- [3] De Muro P., Mazziotta M., Pareto A. 2011. Composite indices of development and poverty: An application to mdgs. *Social indicators research*, 104(1):1–18.
- [4] Dzemyda G., Kurasova O., Žilinskas J. 2006. Daugiamačių duomenų vizualizavimo metodai. *Journal of Operational Research*, 173(3): 729–745.
- [5] Esping-Andersen G. 1990. *The Three Worlds of Welfare Capitalism*. Princeton: Princeton University Press.
- [6] Filmer D., Pritchett L.H. 2001. Estimating wealth effects without expenditure data - or tears: an application to educational enrollments in states of India. *Demography*, 38:115-132.
- [7] Flisi, S., Goglio V., Meroni E. 2014. *Monitoring the Evolution of Education and Training Systems: A Guide to the Joint Assessment Framework*, Joint Research Centre.
- [8] Foa R., Jeffery T. 2012. *Methodology of the indices of social development*. International Institute of Social Studies of Erasmus University Rotterdam No. 2012-04.
- [9] Freudenberg, M. 2003. *Composite indicators of country performance: A critical assessment*, STI working paper 2003/16, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.
- [10] Gilthorpe M. S. 1995. The importance of normalisation in the construction of deprivation indices. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 49(Suppl 2):S45–S50.
- [11] Howe L. D., Hargreaves J. R., Huttly S. R. 2008. Issues in the construction of wealth indices for the measurement of socio-economic position in low-income countries. *Emerging themes in epidemiology* 5.1: 3.
- [12] Joint Research Centre-European Commission. 2008. *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and User guide*. OECD publishing.
- [13] Krishnan V. 2010. *Constructing an area-based socioeconomic index: A principal components analysis approach*. Edmonton, Alberta: Early Child Development Mapping Project.

- [14] Nicoletti G., Scarpetta S., Boylaud O. 1999. Summary indicators of product market regulation with an extension to employment protection legislation. OECD publishing.
- [15] Osorio A. M., Bolance C., Alcaniz M. 2011. Measuring early childhood health: a composite index comparing Colombian departments. No. 201122. University of Barcelona, Research Institute of Applied Economics.
- [16] Prescott-Allen R., Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources. 2001. The wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment. Washington, DC: Island Press.
- [17] Saisana M. 2008. The 2007 composite learning index: robustness issues and critical assessment. Ispra, Italy: European Commission, Joint Research Centre.
- [18] Salzman J. 2003. Methodological choices encountered in the construction of composite indices of economic and social well-being. Center for the Study of Living Standards.
- [19] Stiftung B. 2010. Making lifelong learning tangible. The european elli-index 2010.
- [20] Stiftung B. 2013. The german learning atlas: Making lifelong learning tangible on a regional level.
- [21] Storrie D., Bjurek H. 2000. Benchmarking European labour market performance with efficiency frontier techniques. Discussion Papers.
- [22] United Nations. 2015. 2015 Human development report. Technical report. New York: United Nations Development Programme.
- [23] Vyas S., Kumaranayake L. 2006. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. Health policy and planning 21.6: 459-468.
- [24] Žalimienė L., Lazutka R., Skučienė D., Aidukaitė J., Kazakevičiūtė J., Navickė J., Ivaškaitė-Tamošiūnė V. 2011. Socialinis teisingumas švietime: teorinė samprata ir praktinis vertinimas, Švietimo aprūpinimo centras, Vilnius.

### ***Priedas Nr. 1.***

Rodikliai naudoti švietimo išteklių ir rezultatų indeksų skaičiavimui.

Rodiklio pavadinimas lietuviškai	Rodiklio pavadinimas angliskai	Šaltinis
<b>IŠTEKLIŲ RODIKLIAI</b>		
X1 Vaikų skaičius ankstyvajame ugdyme (ISCED level 0), 1000	Pupils at early childhood education (ISCED level 0), 1000	Eurostat
X2 Mokinių skaičius pradiniam ugdyme (ISCED level 1), 1000	Pupils at primary education (ISCED level 1), 1000	Eurostat
X3 Mokinių skaičius viduriniame ir paviduriniame ugdyme (ISCED level 2-4), 1000	Students at secondary and post-secondary education (ISCED level 2-4), 1000	Eurostat
X4 Studentų skaičius tretiniame ugdyme (ISCED level 5-8), 1000	Students at tertiary education (ISCED level 5-8), 1000	Eurostat
X5 Mokytojų skaičius ankstyvajame ugdyme (ISCED level 0), 1000	Teachers at early childhood education (ISCED level 0), 1000	Eurostat
X6 Mokytojų skaičius pradiniam ugdyme (ISCED level 1), 1000	Teachers at primary education (ISCED level 1), 1000	Eurostat
X7 Mokytojų skaičius viduriniame ir paviduriniame ugdyme (ISCED level 2-4), 1000	Teachers at secondary and post-secondary education (ISCED level 2-4), 1000	Eurostat
X8 Akademino personalo skaičius tretiniame ugdyme (ISCED level 5-8), 1000	Academic staff at tertiary education (ISCED level 5-8), 1000	Eurostat
X9 Viešosios išlaidos švietimui - mln. PGS, tenkančios pradiniam ugdymui (ISCED 1)	Total public expenditure on education in millions PPS, at primary level of education (ISCED 1)	Eurostat
X10 Viešosios išlaidos švietimui - mln. PGS, tenkančios viduriniam ir paviduriniam ugdymui (ISCED 2-4)	Total public expenditure on education in millions PPS, at secondary level of education (ISCED 2-4)	Eurostat
X11 Viešosios išlaidos švietimui - mln. PGS, tenkančios tretiniam ugdymui (ISCED 5-8)	Total public expenditure on education in millions PPS, at tertiary level of education (ISCED 5-8)	Eurostat
X12 Viešosios išlaidos švietimui - procentinė BVP dalis, tenkanti ankstyvajam ugdymui (ISCED 0)	Total public expenditure on education as % of GDP, at pre-primary level of education (ISCED 0)	Eurostat
X13 Viešosios išlaidos švietimui - procentinė BVP dalis, tenkanti pradiniam ugdymui (ISCED 1)	Total public expenditure on education as % of GDP, at primary level of education (ISCED 1)	Eurostat
X14 Viešosios išlaidos švietimui - procentinė BVP dalis, tenkanti viduriniam ir paviduriniam ugdymui (ISCED 2-4)	Total public expenditure on education as % of GDP, at secondary level of education (ISCED 2-4)	Eurostat
X15 Viešosios išlaidos švietimui - procentinė BVP dalis, tenkanti tretiniam ugdymui (ISCED 5-8)	Total public expenditure on education as % of GDP, at tertiary level of education (ISCED 5-8)	Eurostat
<b>REZULTATŲ IR PADARINIŲ RODIKLIAI</b>		
Y1 Prasti penkiolikmečių rezultatai - PISA skaitymas, proc.	PISA Low achievers (below Level 2) in reading	OECD
Y2 Prasti penkiolikmečių rezultatai - PISA matematika, proc.	PISA Low achievers (below Level 2) in mathematics	OECD
Y3 Prasti penkiolikmečių rezultatai - PISA gamtos mokslai, proc.	PISA Low achievers (below Level 2) in science	OECD
Y4 Puikūs penkiolikmečių rezultatai - PISA skaitymas, proc.	PISA Top achievers (Level 5 or 6) in reading	OECD
Y5 Puikūs penkiolikmečių rezultatai - PISA matematika, proc.	PISA Top achievers (Level 5 or 6) in mathematics	OECD
Y6 Puikūs penkiolikmečių rezultatai - PISA gamtos mokslai, proc.	PISA Top achievers (Level 5 or 6) in science	OECD
Y7 Mokyklos nebaigę asmenys (18-24 metų amžiaus grupė), proc.	Early leavers from education and training, aged 18-24	Eurostat
Y8 Asmenys, sėkmingai įgiję aukštesnį nei vidurinis išsilavinimą (25-64 metų amžiaus grupė), proc.	Upper secondary or tertiary educational attainment, age group 25-64	Eurostat
Y9 Asmenys, sėkmingai įgiję aukštesnį nei vidurinis išsilavinimą (20-24 metų amžiaus grupė), proc.	Upper secondary or tertiary educational attainment, age group 20-24	Eurostat
Y10 Tretinį išsilavinimą įgiję asmenys (30-34 metų amžiaus grupė), proc.	Tertiary educational attainment, age group 30-34	Eurostat
Y11 Dalyvavimas ankstyvame ugdyme ir priežiūroje, proc.	Early childhood education	Eurostat
Y12 Suaugusiųjų dalyvavimas mokymosi visą gyvenimą programose (25-64 metų amžiaus grupė), proc.	Lifelong learning	Eurostat
Y13 Absolventų užimtumas (20-34 metų asmenys), proc.	Employment rates of recent graduates	Eurostat
Y14 Jauni žmonės, kurie nei mokosi, nei dirba (15-34 metų amžiaus grupė), proc.	Young people neither in employment nor in education and training	Eurostat
<b>PAPILDOMI REZULTATŲ IR PADARINIŲ RODIKLIAI (Lietuvai)</b>		
Y15 Mokiniai pasiekė minimalų lygmenį - TIMSS matematika 4 klasė, proc.	TIMSS Math 4 grade (Low international benchmark)	IEA
Y16 Mokiniai pasiekė aukščiausią lygmenį - TIMSS gamtos mokslai 4 klasė, proc.	TIMSS Sciens 4 grade (Advanced international benchmark)	IEA
Y17 Mokiniai pasiekė minimalų lygmenį - TIMSS gamtos mokslai 4 klasė, proc.	TIMSS Sciens 4 grade (Low international benchmark)	IEA
Y18 Mokiniai pasiekė aukščiausią lygmenį - TIMSS matematika 8 klasė, proc.	TIMSS Math 8 grade (Advanced international benchmark)	IEA
Y19 Mokiniai pasiekė minimalų lygmenį - TIMSS matematika 8 klasė, proc.	TIMSS Math 8 grade (Low international benchmark)	IEA
Y20 Mokiniai pasiekė aukščiausią lygmenį - TIMSS gamtos mokslai 8 klasė, proc.	TIMSS Sciens 8 grade (Advanced international benchmark)	IEA
Y21 Mokiniai pasiekė minimalų lygmenį - TIMSS gamtos mokslai 8 klasė, proc.	TIMSS Sciens 8 grade (Low international benchmark)	IEA
Y22 Mokiniai pasiekė aukščiausią lygmenį - PIRLS 4 klasė, proc.	PIRLS 4 grade (Advanced international benchmark)	IEA
Y23 Mokiniai pasiekė minimalų lygmenį - PIRLS 4 klasė, proc.	PIRLS 4 grade (Low international benchmark)	IEA

Šaltinis: Eurostat, OECD, IEA duomenų bazės

## Priedas Nr. 2

Išteklių ir rezultatų rodiklių KMO matai kiekvienai šaliai.

	KMO (išteklių rodikliai)	KMO (rezultatų rodikliai)
Lietuva	0,48	0,33
Latvija	0,57	0,31
Estija	0,33	0,47
Vokietija	0,66	0,39
Suomija	0,62	0,33
JK	0,48	0,47

Šaltinis: autorių skaičiavimai

## Priedas Nr. 3

Rodiklių svoriai 2002 – 2014 metams gauti, taikant pagrindinių komponenčių analizę.

Rodiklis	IŠTEKLIŲ RODIKLIAI					
	Lietuva	Latvija	Estija	Vokietija	Suomija	JK
X1	0,019	0,051	0,051	0,059	0,082	0,074
X2	0,073	0,093	0,067	0,072	0,059	0,056
X3	0,095	0,032	0,055	0,080	0,084	0,092
X4	0,070	0,077	0,073	0,073	0,055	0,065
X5	0,023	0,072	0,061	0,047	0,060	0,066
X6	0,090	0,058	0,069	0,049	0,059	0,065
X7	0,086	0,047	0,032	0,070	0,066	0,073
X8	0,059	0,087	0,067	0,081	0,055	0,048
X9	0,086	0,078	0,062	0,073	0,080	0,060
X10	0,060	0,094	0,097	0,067	0,065	0,048
X11	0,094	0,050	0,087	0,080	0,062	0,087
X12	0,066	0,082	0,059	0,032	0,086	0,063
X13	0,078	0,050	0,082	0,076	0,040	0,063
X14	0,067	0,066	0,090	0,074	0,059	0,049
X15	0,033	0,062	0,050	0,065	0,087	0,091

Rodiklis	REZULTATŲ IR PADARINIŲ RODIKLIAI					
	Lietuva	Latvija	Estija	Vokietija	Suomija	JK
Y1	0,048	0,072	0,078	0,048	0,086	0,094
Y2	0,047	0,054	0,061	0,032	0,081	0,091
Y3	0,078	0,061	0,077	0,026	0,082	0,044
Y4	0,044	0,082	0,071	0,099	0,086	0,076
Y5	0,067	0,058	0,055	0,097	0,081	0,093
Y6	0,085	0,083	0,064	0,097	0,081	0,080
Y7	0,097	0,086	0,056	0,080	0,061	0,056
Y8	0,067	0,084	0,086	0,073	0,041	0,096
Y9	0,096	0,082	0,063	0,095	0,073	0,091
Y10	0,085	0,084	0,080	0,030	0,081	0,095
Y11	0,073	0,058	0,067	0,033	0,069	0,073
Y12	0,062	0,031	0,057	0,094	0,060	0,035
Y13	0,075	0,081	0,090	0,098	0,051	0,030
Y14	0,077	0,085	0,095	0,096	0,068	0,046

Šaltinis: autorių skaičiavimai