



DAUGIAKRITERIŲ METODŲ PANAUDOJIMAS VERTINANT DARNŲ VYSTYMĄSI

Roberta Kareivaitė
Šiaulių universitetas

Anotacija

Straipsnyje teoriškai ir praktiškai yra pateikta, kaip būtų galima vertinti darnų vystymąsi. Daugiakriteriniai vertinimo metodai – tai vienas iš būdų įvertinti šalies ekonomikos situaciją darnaus vystymosi požiūriu. Analizuojami keturi daugiakriteriniai metodai: SAW, TOPSIS, COPRAS bei integruotas metodas. SAW metodu ieškomos pasvertųjų rodiklių reikšmės, COPRAS metodu nagrinėjamas variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas, kuris priklauso nuo alternatyvos reikšmių ir reikšmingumo dydžių, o TOPSIS metodu skaičiuojamas geriausias sprendinys, kuris yra arčiausiai idealaus sprendinio ir toliausiai nuo blogiausio. Integruotu metodu yra apskaičiuojamas darnaus vystymosi indeksas atsižvelgiant į keturias straipsnyje pateiktas dimensijas: ekonominę, socialinę, aplinkosauginę bei institucinę. Institucinė dimensija, kaip ketvirtoji darnaus vystymosi dimensija, pasirinkta todėl, kad 2012 m. birželio 20-22 dienomis vyksiančioje „Rio+20“ konferencijoje yra akcentuojamas gana didelis dėmesys institucinei aplinkai, todėl į darnaus vystymosi vertinimą reikia įtraukti institucijas.

Straipsnio rezultatai parodė, kad ekonomikos nuosmukio laikotarpiu arba Lietuvos įstojimo į tam tikras sąjungas (ES, NATO) metais, institucinei dimensijai buvo skiriama gana daug dėmesio. 2009 metai Lietuvai buvo ekonomiškai silpniausias laikotarpis, nes ekonominio vystymosi indeksas sumažėjo 34,39 proc., socialinės dimensijos vystymosi indeksas sumažėjo 6,13 proc., o aplinkosauginės dimensijos vystymosi indeksas padidėjo 10,16 proc. Kaip ir buvo minėta, institucinės dimensijos indeksas padidėjo net 41,93 proc. Vadinasi, intensyvios institucinės dimensijos apraiškos sudaro sąlygas darnaus vystymosi raiškai, tačiau lygiavertis dėmesys visoms darnaus vystymosi dimensijoms turi būti išlaikomas. O iš daugiakriterių metodų geriausiai tinkamas analizuoti darnų vystymąsi yra TOPSIS metodas, nes jis geriausiai atspindi daugiakriteriais metodais gautų rangų vidurkį. PAGRINDINIAI ŽODŽIAI: daugiakriteriniai metodai, darnus vystymasis, vertinimas, institucijos, ekonomika.

Įvadas

Darnus vystymasis – tai XX a. pabaigoje pradėtas įgyvendinti procesas, kurio metu ekonominė, socialinė bei aplinkosauginė sritys turi vystytis suderintai, kad kuo mažesnė žala būtų daroma žmogui bei aplinkai. Tačiau toks suderinamumas galimas tik per institucinę aplinką, nes institucijos, jų priimami sprendimai veikia ekonominę, socialinę bei aplinkosauginę dimensijas, kaip ir jos turi poveikį institucijoms.

Kylant vis daugiau ekonominių problemų, veikiančių socialinių grupių interesams, didėjant aplinkosauginiams reikalavimams, formuojantis pasauliniams instituciniams tinklams, darnus vystymasis tampa neatsiejama šiuolaikinės demokratinės visuomenės dalimi ir ypač aktuali mokslinių tyrimų objektu. Todėl toks objektas yra ir turėtų būti nagrinėjamas ir per vertinimo prizmę, siekiant atskleisti jo giluminį vaizdą.

Mokslinėje literatūroje darnaus vystymosi vertinimas analizuojamas pagal tris aspektus. Vieni autoriai (Spangenberg, Bonniot, 1998; Cooper, Ellram, 1993; Lummus, Krumwiede, Vokurka, 2001; Owens, 2009; ir kt.) darnaus vystymosi vertinimą atlieka pritaikant modelius (Informacijos srautų, Sisteminio požiūrio modelius ir pan.), tačiau jie nepritaikyti kompleksiskai vertinti darnų vystymąsi. Kiti autoriai (Gonzalez 2007; Szel, Bungāu, Prada, Lucaciu, 2011; Statyukha, Bojko, Bendyug, Shakhnovsky, 2010; Barysienė, Speičytė, 2009; Čaplikas 2003; Čiegis 2004; ir kt.) analizuoja pavienius darnaus vystymosi rodiklius, tačiau pavienių

darnaus vystymosi rodiklių analizė neparodo bendros darnaus vystymosi situacijos šalyje, todėl reikalinga sujungti rodiklius į sistemą ir ją analizuoti kompleksiskai. Treti autoriai (Triantaphyllou 2000; Brauers 2004; Parkan, Wu, 2000; Zhang, Yang, 2001; Zapounidis, Doumpos, 2002; ir kt.) analizuoja daugiakriterius metodus ir atlieka pavienių ekonominių-socialinių rodiklių analizę arba taiko šiuos metodus analizuojant tam tikrus sektorius. Kadangi dažniausiai daugiakriteriniai vertinimo metodai orientuoti į statybų sektoriaus analizę, todėl straipsnyje buvo panaudoti keli daugiakriteriniai metodai (SAW, TOPSIS, COPRAS, integruotas metodas) darniam vystymuisi vertinti.

Vis dėlto nagrinėtuose tyrimuose iki galo atskleidžiamos tik trys dimensijos, o ketvirtoji – institucinė – lieka nepakankamai ištirta arba net netiriama. Todėl yra aktualu atskleisti visų keturių dimensijų poveikį darnaus vystymosi sistemos kompleksiskumui ir jo vertinimo struktūrai. Vadinasi, kompleksinis požiūris tampa nauju ir aktuali mokslinių tyrimų objektu ir reikalauja naujo sisteminio požiūrio.

Atsižvelgiant į pagrindinius kompleksinio darnaus vystymosi vertinimo aspektus, galima nurodyti **mokslinę problemą**: kaip kompleksiskai įvertinti darnų vystymąsi ir koks darnaus vystymosi vertinimo metodas geriausiai būtų pritaikomas Lietuvoje, siekiant apimti ekonominius, socialinius, aplinkosauginius ir institucinius tikslus.

Tyrimo **objektas**: darnaus vystymosi vertinimas.

Straipsnio **tikslas**: įvertinus daugiakriterių vertinimo metodų bei integruoto darnaus vystymosi indekso

apskaičiavimo teorinius aspektus, išanalizuoti darnaus vystymosi situaciją Lietuvoje.

Tikslui pasiekti buvo iškelti tokie **uždaviniai**:

1. Pateikti daugiakriterių vertinimo metodų teorinius aspektus;
2. Išsiaiškinti, kaip apskaičiuojamas integruotas darnaus vystymosi indeksas;
3. Atlikti darnaus vystymosi indekso Lietuvoje analizę.

Tyrimo metodai: sisteminė analizė, sintezė, loginė mokslinės literatūros analizė, grupavimas, lyginimas, struktūrinė, dinaminė ir priežastinė statistinių duomenų analizė, SAW, TOPSIS, COPRAS bei integruotas vertinimo metodai.

Daugiakriterių metodų teoriniai aspektai

Mokslinėje literatūroje (Ginevičius, Podvezko, 2004a, b, 2005, 2007a, b, 2008a, b; Ustinovičius, Zavadskas, 2004) dažniausiai taikomas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodas. Šio metodo kriterijus S_j yra pasvertųjų rodiklių reikšmių suma:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i \tilde{r}_{ij} \quad (1)$$

kur: w_i – i -ojo rodiklio svoris; \tilde{r}_{ij} – i -ojo rodiklio normalizuota reikšmė j -jam objektui.

SAW metodas taiko „klasikinį“ normalizavimą. Rodiklių reikšmės normalizuojamos pagal R. Ginevičiaus, V. Podvezko (2007a, b) pateiktą formulę:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}, \text{ kai: } \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} = 1 \quad (2)$$

Geriausią kriterijaus S_j reikšmę didžiausia.

TOPSIS (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Skaičiuojant šiuo metodu geriausias sprendinys yra tas, kuris yra arčiausiai idealaus sprendinio ir toliausiai nuo blogiausio sprendinio. Yra pateikti tam tikri etapai (Olson 2004): normalizuojamos reikšmės (normalizuotos sprendimų matricos sudarymas); sudaroma normalizuota pasverta sprendimų matrica (kai normalizuotos reikšmės dauginamos iš atitinkamo svorinio koeficiento); nustatomos iš pasvertos sprendimų matricos geriausios (gali būti maksimalios ir minimalios) reikšmės (V^*); nustatomos iš pasvertos sprendimų matricos blogiausios (gali būti maksimalios ir minimalios) reikšmės (V^-); iš pasvertos sprendimų matricos apskaičiuojamas atstumas iki idealiausio taško (D^+) ir iki blogiausio taško (D^-); kiekvienai alternatyvai apskaičiuojamas C_j^* ir atliekamas rangavimas pagal kiekvieną alternatyvą.

TOPSIS metodas naudoja vektorinę normalizaciją (Ginevičius, Podvezko, 2008b):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n r_{ij}^2}} \quad (i=1, \dots, m, j=1, \dots, n); \quad (3)$$

kur: \tilde{r}_{ij} – i -ojo rodiklio j -ojo objekto normalizuota reikšmė.

Geriausias sprendinys (variantas) V^* ir blogiausias sprendinys V^- skaičiuojami pagal formules, kurias pateikė F. H. Lofti, T. Allahviranloo, M. A. Jondabeh, N. A. Kiani (2007), R. Ginevičius, V. Podvezko (2008a):

$$V^* = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_m^*\} = \{(\max_j \tilde{r}_{ij} / i \in I_1), (\min_j \tilde{r}_{ij} / i \in I_2)\}, \quad (4)$$

$$V^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_m^-\} = \{(\min_j \tilde{r}_{ij} / i \in I_1), (\max_j \tilde{r}_{ij} / i \in I_2)\}, \quad (5)$$

kur: I_1 – maksimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė, I_2 – minimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė.

Kiekvieno lyginamo varianto bendras atstumas D_j^* iki geriausių sprendinių ir D_j^- iki blogiausių sprendinių skaičiuojamas pagal formules:

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\omega_i \tilde{r}_{ij} - V_i^*)^2}; \quad (6)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\omega_i \tilde{r}_{ij} - V_i^-)^2}. \quad (7)$$

TOPSIS metodo kriterijus C_j^* skaičiuojamas pagal formulę:

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \quad (j = 1, \dots, n). \quad (8)$$

Kriterijaus C_j^* reikšmė turi svyruoti nuo 0 iki 1 ($0 \leq C_j^* \leq 1$). Geriausiam variantui atitinka didžiausia C_j^* kriterijaus reikšmė.

COPRAS (angl. *Complex Proportional Assessment method*) metodas sukurtas VGTU mokslininkų E. K. Zavadsko ir A. Kaklauskos (Zavadskas, Kaklauskas, 1996a, b). Šiuo metodu nagrinėjamas variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas, kuris priklauso nuo alternatyvos reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Nagrinėjamų alternatyvų prioritetiškumas ir reikšmingumas gali būti pateikiamas tokiu skaičiavimo algoritmu (Zavadskas, Turskis, Tamošaitienė, Marina, 2008a, b): sudaroma sprendimų matrica; normalizuota matrica; normalizuota pasverta sprendimų matrica; sumuojamos matricos reikšmės kiekvienai alternatyvai, kurių optimumas yra maksimumas ir minimumas; surandama minimali R reikšmė; skaičiuojamas kiekvienos alternatyvos santykinis reikšmingumas; nustatomas alternatyvų optimalumo rodiklis; apskaičiuojamas kiekvienos alternatyvos naudingumo laipsnis.

I etapas yra sudaroma normalizuota sprendimų matrica R . Etapo tikslas – iš analizuojamųjų rodiklių gauti normalizuotas reikšmes. Kadangi kiekvienas rodiklis turi skirtingus matavimo vienetus, todėl ir reikia sudaryti šią normalizuotą matricą:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{r}_{1m} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{r}_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{r}_{n1} & \tilde{r}_{n2} & \dots & \tilde{r}_{nm} \end{bmatrix} \quad (9)$$

kai: $i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, n$; n – alternatyvų skaičius; m – rodiklių skaičius.

Rodiklių reikšmės normalizuojamos taikant (3) formulę. Ta pati formulė taikoma ir skaičiuojant SAW metodu. Normalizuojant rodiklius reikia atsižvelgti į faktą, kad vienu rodiklių didėjanti reikšmė parodo gerėjančią situaciją (pvz., bendrasis vidaus produktas, investicijos, išsilavinimo lygis), o kitų rodiklių (pvz., nedarbo lygio, energijos intensyvumo, mirusiųjų skaičiaus) didėjimas rodo blogėjančią situaciją. Todėl reikėtų pertvarkyti minimizuojančius rodiklius į maksimizuojančius. C. L. Hwang, K. S. Yoon (1981); R. Ginevičius, V. Podvezko (2007a) siūlo tą padaryti taikant tokią formulę:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}}; \quad (10)$$

kur: \tilde{r}_{ij} – maksimizuota i -ojo rodiklio reikšmė; $\min_j r_{ij}$ – i -ojo rodiklio mažiausia reikšmė ($\min_j r_{ij} > 0$).

Daugeliu daugiakriterio vertinimo atvejų minimali rodiklio reikšmė negali būti lygi 0 arba būti neigiama. Jeigu yra (pvz., galbūt šalyje buvo užfiksuota defliacija arba namų ūkių santaupų lygis tam tikru laikotarpiu yra neigiamas) neigiama rodiklio reikšmė ir norima pertvarkyti į normalizuotą reikšmę, šį rodiklį reikia perskaičiuoti pagal tokią formulę:

$$r'_{ij} = r_{ij} + \left| \min_j r_{ij} \right| + 1; \quad (11)$$

kur: r_{ij} – i -ojo rodiklio reikšmė; r'_{ij} – perstumta i -ojo rodiklio reikšmė j -jam objektui.

Norint sudaryti pasvertą normalizuotą sprendimų matricą \hat{R} , reikia dauginti normalizuotas reikšmes iš atitinkamų rodiklių reikšmingumų pagal formulę:

$$\hat{r}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot q_{ij}; \quad (12)$$

kur: \tilde{r}_{ij} – maksimizuota i -ojo rodiklio reikšmė; q_{ij} – i -ojo rodiklio svorinis koeficientas.

2 etape apskaičiuojamos j variantus apibūdinančios maksimizuojamų (rodiklių didesnė reikšmė yra geresnė) S_{+j} bei minimizuojamų (jų mažesnė reikšmė yra geresnė) S_{-j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos (Zavadskas, Kazlauskas, 1996a, b):

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m w_i \cdot r_{+ij} \quad (13)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^m w_i \cdot r_{-ij} \quad (14)$$

kur: m – rodiklių, kurių optimizavimo kryptis maksimumas/minimumas, skaičius; S_{+j} –

maksimizuojančių rodiklių pasvertų reikšmių \tilde{r}_{+ij} suma; S_{-j} – minimizuojančių rodiklių pasvertų reikšmių suma (jų minimali reikšmė $S_{-min} = \min_j S_{-j}$); w_i – i -ojo rodiklio reikšmingumo koeficientai.

Kiekvienos alternatyvos santykinis reikšmingumas skaičiuojamas **3 etape**.

$$Z_j = S_{+j} + \frac{\sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \sum_{j=1}^n \frac{1}{S_{-j}}}. \quad (15)$$

4 etape yra apskaičiuojamas optimalumo rodiklis bei kiekvienos alternatyvos naudingumo laipsnis pagal šias formules (Zavadskas, Turskis, Tamošaitienė, Marina, 2008a, b):

$$K = \max_j Z_j \quad (16)$$

kur: $j=1, 2, \dots, n$; n – alternatyvų skaičius.

$$N_j = \frac{Z_j}{Z_{\max}} \cdot 100\% \quad (17)$$

kur: Z_j ir Z_{\max} – alternatyvų reikšmės, apskaičiuotos pagal (15) formulę.

Sudaroma alternatyvų prioritetų eilutė. Geriausia reikšmė yra ta, kur Z_j yra didžiausia. Pagal šias reikšmes yra suranguojamos visos alternatyvos.

Daugiakriterius vertinimo metodus (SAW, COPRAS, TOPSIS) patogu taikyti, nes kiekvieni rodikliui perskaičiuojami taip, kad būtų galima palyginti skirtingus mato vienetus turinčius rodiklius. Nors kiekvienas metodas nėra idealus (turi tam tikrų trūkumų), tačiau gali būti taikomi vertinant ekonominę situaciją šalyje. Tokie metodai paprastai naudojami statybos technologiniams ir organizaciniais klausimams spręsti, tačiau tokie metodai gali būti pritaikyti kompleksiskai vertinant darnų vystymąsi.

Darnaus vystymosi indekso nustatymas

Nustatant darnaus vystymosi kompleksinio vertinimo integruotą indeksą, reikia pateikti kiekvieno komponento, sudarančio darnų vystymąsi, formalias matematinės išraiškas, skirtas kiekybiniam vertinimui atlikti. Šios matematinės išraiškos yra pritaikytos atsižvelgiant į identifikuotus rodiklius, labiausiai atspindinčius nagrinėjamą dimensiją. Svarbus momentas yra tas, kad šie rodikliai taip pat apima ir svorinius koeficientus, kurie nurodo, kokią dalį šis rodiklis sudaro bendroje sistemoje. Straipsnyje į darnaus vystymosi indeksą įeina keturios dimensijos: ekonominė, socialinė, aplinkosauginė ir institucinė.

Remiantis R. Čiegio (2009) sudaryta integruoto darnaus vystymosi indekso apskaičiavimo metodika, galima pateikti visų darnaus vystymosi dimensijų integruotų indeksų bei bendro integruoto darnaus vystymosi indekso skaičiavimų algoritmus. Ekonominio vystymosi indeksas apskaičiuojamas:

$$I_E = \sum_{i=1}^n a_{Ei} E_i \quad (18)$$

kur: I_E – integruotas ekonominės dimensijos indeksas; E_i – atskiri ekonominės dimensijos rodikliai; a_{Ei} – ekonominės dimensijos rodiklių kiekybiniai reikšmingumai (svoriai), kurių suma sudaro 1; n – rodiklių skaičius.

Socialinio vystymosi indeksas apskaičiuojamas:

$$I_S = \sum_{i=1}^n a_{Si} S_i \quad (19)$$

kur: I_S – integruotas socialinės dimensijos indeksas; S_i – atskiri socialinės dimensijos rodikliai; a_{Si} – socialinės dimensijos rodiklių kiekybiniai reikšmingumai (svoriai), kurių suma sudaro 1; n – rodiklių skaičius.

Aplinkosauginio vystymosi indeksas apskaičiuojamas taip:

$$I_A = \sum_{i=1}^n a_{Ai} A_i ; \quad (20)$$

kur: I_A – integruotas aplinkosauginės dimensijos indeksas; A_i – atskiri aplinkosauginės dimensijos rodikliai; a_{Ai} – aplinkosauginės dimensijos rodiklių kiekybiniai reikšmingumai (svoriai), kurių suma sudaro 1; n – rodiklių skaičius.

Bei institucinio vystymosi indeksas apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$I_I = \sum_{i=1}^n a_{Ii} I_i ; \quad (21)$$

kur: I_I – integruotas institucinės dimensijos indeksas; I_i – atskiri institucinės dimensijos rodikliai; a_{Ii} – institucinės dimensijos rodiklių kiekybiniai reikšmingumai (svoriai), kurių suma sudaro 1; n – rodiklių skaičius.

Bendras integruotas darnaus vystymosi indeksas gali būti apskaičiuojamas taip:

$$I_{DV} = \sum_{i=1}^4 k_i M_i ; \quad (22)$$

kur: I_E, I_S, I_A, I_I – integruoti darnaus vystymosi dimensijų indeksai; k_E, k_S, k_A, k_I – integruotų dimensijų indeksų kiekybiniai reikšmingumai (svoriai), kurių suma sudaro 1.

Remiantis darnaus vystymosi holistiniu principu, kuris remiasi į lygiavertiškumo išlaikymą visoms dimensijoms, todėl kiekviena nurodoma dimensija sudaro

vienodą svorį visame bendrame darnaus vystymosi indekse. Kitoje straipsnio dalyje yra pateikiami ne tik daugiakriteriais metodais gauti rezultatai, bet ir apskaičiuotas integruotas darnaus vystymosi indeksas.

Darnaus vystymosi Lietuvoje analizė

Darnaus vystymosi tyrimui atlikti buvo pasirinktas 2000-2010 metų laikotarpis. Ekonominio vystymosi indeksui apskaičiuoti buvo imami tokie rodikliai: realus bendrasis vidaus produktas (BVP), bendrosios investicijos, vyriausybės skola, maisto suvartojimas, nedarbo lygis, energetinis intensyvumas, energetinė priklausomybė.

Socialinio vystymosi indeksą sudarė tokie rodikliai: suminis gimstamumo indeksas, vidutinė gyvenimo trukmė, mirtingumas nuo chroniškų ligų, savižudybių lygis, mirusiųjų avarijose skaičius, visą gyvenimą trunkantis mokymasis bei išlaidos švietimui.

Į aplinkosauginio vystymosi indeksą buvo įskaičiuojami tokie rodikliai: atsinaujinančių išteklių dalis bendroje energijos sąnaudoje, elektros energija iš atsinaujinančių šaltinių, žalingų dalelių išmetimai, dujų, sukeliančių šiltnamio efektą, kiekis, sukauptos komunalinės atliekos, ekologinių ūkių bei miško žemės plotas, įmonių, dirbančių pagal ISO standartus, skaičius, aplinkosauginių mokesčių dalis bendroje pajamos iš mokesčių.

Institucinei dimensijai priklauso: balso ir atskaitomybės indeksas, politinio stabilumo ir smurto nebuvimo indeksas, valdžios efektyvumo indeksas, reguliavimo kokybė, įstatymo viršenybė, korupcijos suvokimo indeksas bei ekonominė laisvė.

Daugiakriteriais metodais pateikti rezultatai parodyti 1 lentelėje.

Kaip matyti, SAW ir COPRAS metodais gautų rezultatų (t. y. visų alternatyvų) suma yra lygi 1, o TOPSIS metodu svarbiausia yra tai, kad kiekviena alternatyva patektų į intervalą [0;1], o visų alternatyvų suma gali būti didesnė nei 1. Visais metodais skaičiuojant buvo gauta, kad blogiausia pozicija buvo 2000–2003 metų laikotarpiu (buvo didžiausi rangai), o geriausia pozicija buvo 2010 metais (mažiausi rangai).

1 lentelė. Daugiakriteriais metodais gauti rezultatai

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Sj (SAW)	0,0762	0,0832	0,0798	0,089	0,0942	0,0949	0,0941	0,0980	0,0966	0,0937	0,1002
Rangas	11	9	10	8	5	4	6	2	3	7	1
Zj (COPRAS)	0,0785	0,0869	0,0836	0,0915	0,0958	0,0948	0,0899	0,0911	0,0917	0,0947	0,1014
Rangas	11	9	10	6	2	3	8	7	5	4	1
Cj (TOPSIS)	0,2745	0,3703	0,3222	0,4861	0,5728	0,5973	0,5493	0,5739	0,5662	0,5517	0,6122
Rangas	11	9	10	8	4	2	7	3	5	6	1
Rangų vidurkis	11,0	9,0	10,0	7,3	3,7	3,0	7,0	4,0	4,3	5,7	1,0
BVP augimo tempai	3,62	6,7	6,84	10,28	7,37	7,79	7,81	9,79	2,91	-14,84	1,44

Galima išskirti kelis laikotarpius, kurie paaiškintų tokius gautus rezultatus.

2000–2003 m. laikotarpis, kuriame 2001 metai šalies ekonomikai buvo sėkmingi – palyginti su ankstesniaisiais metais daugelis makroekonomikos rodiklių pagerėjo.

2004–2005 m. periodas susijęs su Lietuvos įstojimu į Europos Sąjungą bei NATO. Apskaičiuoti rangų vidurkiai mažėjo, o tai teigiamai atspindi ir visus įvykius, įvykusius šiuo laikotarpiu. Tačiau pastebima (Lietuvos makroekonomikos apžvalga 2005), kad daugeliui socialinių sričių 2006 m. numatytos mažesnės nei 2005 metais valstybės biudžeto išlaidos, o tai rodo, kad socialinės srities gerinimas nėra pagrindinė valdžios sektoriaus asignavimų kryptis.

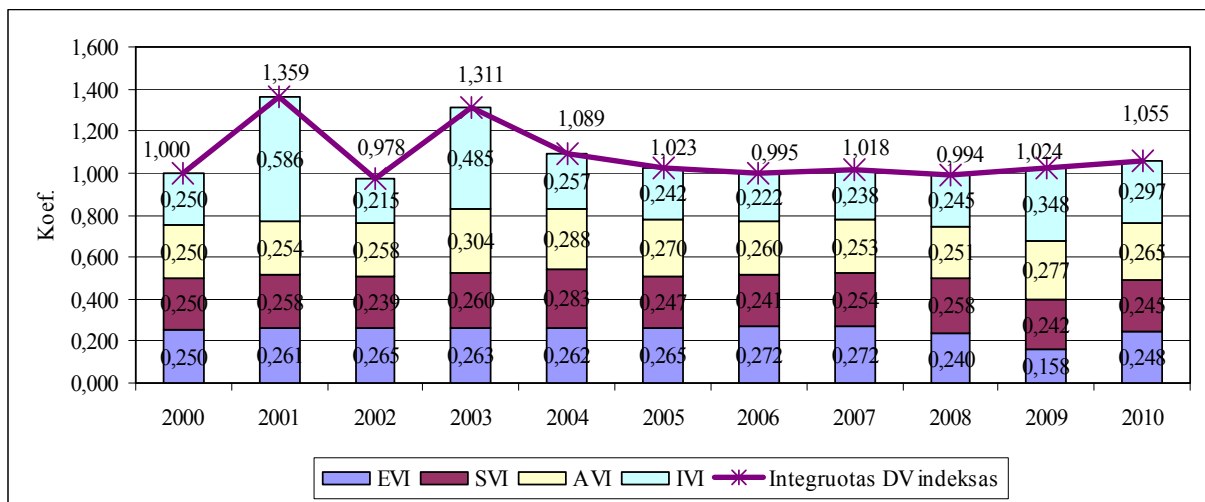
2006–2007 m. laikotarpiu Lietuva stengėsi tapti visateise euro zonos valstybe, todėl buvo gerinami makroekonominiai rodikliai, tačiau 2007 m. vis dėlto negalėjo įsivesti euro dėl infliacijos, kuri neatitiko nustatyto dydžio. Taip pat buvo imamos paskolos iš bankinio sektoriaus, o tai paskatino itin smarkų nekilnojamojo turto kainų augimą. Todėl tokie svyravimai irgi atspindi apskaičiuotuose rangų vidurkiuose.

2008–2010 m. laikotarpis susijęs su 2007 m. pabaigoje JAV įvykusia finansų krize, kuri nulėmė prastėjančius rodiklius bei ekonomikos nuosmukius ne tik Lietuvoje, bet ir kitose pasaulio šalyse. Jau nuo 2008 m. (palyginti su 2007 m.) BVP augimo tempai smarkiai sulėtėjo, kol 2009 m. BVP augimo tempai buvo neigiami (tai reiškia, kad pats BVP sumažėjo). Tačiau 2010 m.

matyti, kad Lietuvos ekonomika jau pradėjo atsigaivinti, darnaus vystymosi rodikliai keitėsi į gerąją pusę. Daugiakriterio vertinimo rangai irgi kito ta pačia linkme, kaip ir BVP augimo tempai. Galima daryti išvadą, kad ekonomikos nuosmukis labai paveikė darnų vystymąsi (neigiama linkme), tačiau tik dėl jo vėl buvo atkreipiamas dėmesys į ekologines problemas, į visuomenės gerovę, ir pačiu svarbiausiu instrumentu tapo institucijos ir makroekonominiams procesams daromas reguliavimas.

Apibendrinant daugiakriterių vertinimo metodų (SAW, TOPSIS, COPRAS) rezultatus, galima akcentuoti, kad nuo taikomų metodų priklauso ir galutinis alternatyvų rangavimas. Žinoma, darnaus vystymosi vertinimui tinkami visi šie trys daugiakriteriai metodai, tačiau objektyvesnis ir labiausiai atitinkantis rangų vidurkius yra TOPSIS metodas, kuris parodo atstumą nuo idealiausio iki blogiausio varianto. Šio modelio patikimumą rodo du pagrindiniai aspektai. Pirmiausia, remiantis matematine logika, TOPSIS metodo rezultatas (koeficientas) svyruoja nuo 0 (blogiausias variantas) iki 1 (geriausias variantas). Antra, visame pasaulyje TOPSIS metodas yra populiarus, juo atlikta daugybė tyrimų, todėl užsienio šalių praktika ir metodo naudojimo dažnumas kaip tik parodo, kad tas metodas yra tinkamiausias vertinant darnų vystymąsi.

Kaip per analizuojamą laikotarpį kito kitu metodu apskaičiuotas integruotas darnaus vystymosi indeksas, pateikta 1 pav.



1 pav. Integruoto darnaus vystymosi indekso dinamika

Paveikslo duomenys rodo, kad iki 2004 metų darnaus vystymosi indeksas smarkiai svyravo, o jau po įstojimo į Europos Sąjungą indekso reikšmės keitėsi tik šimtosiomis dalimis. Tokius pokyčius galėjo sąlygoti tai, kad buvo sudarytos tiek nacionalinės darnaus vystymosi strategijos, tiek ir Europos Sąjungos tvaraus vystymosi strategija, kurių turėjo laikytis šalys, bei priimti kiti įsipareigojimai atsižvelgti į ekologines problemas ir užtikrinti, kad būtų laikomasi darnaus vystymosi principų. Analizuojant jau kiekvieną dimensiją atskirai, galima pastebėti, kad 2009 metais (ekonomikos nuosmukio metu) ypač sustiprėjo institucijų vaidmuo, o ekonominės dimensijos indeksas labai stipriai sumažėjo

bendrame darnaus vystymosi indekse. Kaip akcentuoja A. Janušauskas, E. Nedzinskas, A. Uleckas ir P. Vepšta (2009), būtina gerinti ekonominę ir socialinę aplinką, kuri padidina Lietuvos patrauklumą pritraukiant aukštos kvalifikacijos darbo jėgą, kuri prisidėtų prie ekonomikos plėtros didinant darbo našumą. O R. Čiegis ir A. Gavenauskas pažymi, kad visos pastangos siekiant darnaus vystymosi turi būti nukreiptos į žmogų, nes tik žmoguje, jo prigimtyje yra ekologinių problemų sprendimas.

Jau 2010 metais matyti, kad socialinei sričiai skiriama vis dar mažai dėmesio, o aplinkosauginių problemų sprendimas duoda vis didesnę laukiamą rezultatą. Jeigu

institucinė dimensija nereguliuotą aplinkosauginės srities (ir kitų sričių), tai nebūtų jokių galimybių laikytis darnaus vystymosi principų.

Išvados

SAW metodas – tai geriausiai žinomas, vienas iš tradicinių daugiakriterių metodų, kuris labai dažnai naudojamas tyrimuose. Išėties duomenys taikant šį metodą yra sprendimų matrica, kuri negali turėti neskaitinių reikšmių, ir kiekvieno rodiklio reikšmingumai. Jo rezultatas yra S_j – pasvertųjų rodiklių reikšmių suma kiekvienai alternatyvai (t. y. kiekvieniems metams). COPRAS metodas labai panašus į SAW metodą, tik jo rezultatas (Z_j) – kiekvienos alternatyvos santykinis reikšmingumas. Tuo tarpu TOPSIS metodo rezultatas (C_j) – alternatyvų racionalumo reikšmės.

Įvertinus darnų vystymąsi Lietuvoje, vadovaujantis daugiakriteriais vertinimo metodais, gauti rezultatai rodo, kad blogiausia šalies pozicija darnaus vystymosi atžvilgiu buvo 2000–2003 metais (didžiausi rangai), o geriausia pozicija – 2010 metais (mažiausi rangai). Taip pat nustatyta, kad TOPSIS metodas geriausiai atspindi daugiakriteriais metodais gautų rangų vidurkį ir yra tinkamiausias vertinant darnų vystymąsi.

Remiantis integruoto darnaus vystymosi indekso analize, buvo nustatyta, kad 2000–2001 ir 2002–2003 metais indekso reikšmė padidėjo atitinkamai 35,9 proc. ir 34,05 proc. Tai lėmė įvairios priežastys: sudaroma Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, diskusijos dėl stojimo į ES, lito susiejimas su euru ir kt. Tuo laikotarpiu institucinei dimensijai priklausė didžiausia darnaus vystymosi indekso dalis. 2009 metais pastebėtas ekonominės dimensijos vystymosi indekso sumažėjimas 34,39 proc., nors socialinės dimensijos vystymosi indeksas sumažėjo 6,13 proc., o aplinkosauginės dimensijos vystymosi indeksas padidėjo 10,16 proc. Ekonomikos nuosmukio laikotarpiu gana svarbų poveikį darniam vystymuisi turėjo institucinė dimensija, kurios indeksas padidėjo net 41,93 proc. To rezultatas – 2010 m. juntamas ekonomikos pagerėjimas, kuris gali atskleisti reiškinį, kai intensyvios institucinės dimensijos apraiškos sudaro sąlygas darnaus vystymosi raiškai.

Literatūra

Barysienė, J., Speičytė, E. (2009). Darnaus transporto sistemos plėtojimo Lietuvoje analizė. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, T. 1, Nr. 6., p. 77-80.

Brauers, W. K. (2004). *Optimization Methods for a Stakeholder Society, a Revolution in Economic Thinking by Multi-Objective Optimization*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Cooper, M. C., Ellram, L. M. (1993). Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 4, No. 2, p. 13–24.

Čaplikas, J. (2003). *Mažiau palankių ūkininkauti vietovių atrankos kriterijų parinkimas*. [žiūrėta 2012 03 20], www.lrti.lt/veikla/RP_MPAlUK.doc

Čiegis, R. (2004). Sustainable development: Economic aspects. *Ekonomika*, Nr. 68, p. 7-23.

Čiegis, R. (2009). Darnaus vystymosi vertinimas. *Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai*, T. 3, Nr. 1, p. 105-121.

Čiegis, R., Gavenauskas A. (2005) Darnus vystymasis – poveikis gyvenimo kokybei. *Vadyba*, Nr. 1(6), p. 75-79.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2004a). Complex evaluation of the use of Information Technologies in the Countries of Eastern and Central Europe. *Journal of Business Economics and Management*, No. 5(4), p. 183–191.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2004b). Įmonių strateginio potencialo kiekybinis įvertinimas. *Verslas: teorija ir praktika*, Nr. 5(1), p. 3–9.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2005). Daugiakriterio vertinimo rodiklių sistemos formavimas. *Verslas: teorija ir praktika*, T. VI, Nr. 4, p. 9–12.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2007a). Complex assessment of sustainable development of state regions with emphasis on ecological and dwelling conditions. *Ecology*, No. 53 (Supplement), p. 41-48.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2007b). The effect of complex evaluation the reliability of calculation results. *The 14th International Scientific Conference Enterprise Management: Diagnosis, Strategy, Efficiency*. Selected papers, p. 27-30. October 5-6, 2006. Vilnius: Technika.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2008a). Daugiakriterio vertinimo būdų suderinamumas. *Verslas: teorija ir praktika*, Nr. 9(1), p. 73-80.

Ginevičius, R., Podvezko, V. (2008b). Daugiakriterio vertinimo taikymo galimybės kiekybiniam socialinių reiškinų vertinimui. *Verslas: teorija ir praktika*, Nr. 9(2), p. 81-87.

Gonzalez, C. G. (2007). Seasons of Resistance: Sustainable Agriculture and Food Security in Cuba. *Tulane Environmental Law Journal*, Vol. 16, p. 685-732.

Hwang, C. L., Yoon, K. S. (1981). *Multiple Attribute Decision-Making/Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag.

Janušauskas, A., Nedzinskas, E., Uleckas, A., Vepšta, P. (2009) Šiuolaikiniai migracijos procesai ir jų įtaka Lietuvos darbo rinkai. *Vadyba*, Vol. 14, No. 2, p. 19-25.

Lietuvos makroekonomikos apžvalga (2005). Nr. 3(23). Vilniaus bankas. [žiūrėta 2012 03 20], http://www.seb.lt/pow/content/seb_lt/pdf/lt/lma23.pdf.

Lofti, F. H., Allahviranloo, T., Jondabeh, M. A., Kiani, N. A. (2007). A New Method for Complex Decision Making Based on TOPSIS for Complex. *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 1, No. 60, p. 2981-2987.

Lummus, R., Krumwiede, D., Vokurka, R. (2001). The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial Management and Data System*, Vol. 101, No. 8, p. 426 – 432.

Olson, D. L. (2004). Comparison of Weights in TOPSIS Models. *Mathematical and Computer Modelling*, p. 1-7. [žiūrėta 2012 03 20], <http://cbafiles.unl.edu/public/cbainternal/facStaffUploads/MCMTopsis.pdf>.

Owens, J. (2009). Information Flow Modelling. IMM Integrated Modelling Method. [žiūrėta 2012 03 20],

- <http://www.scribd.com/doc/11561597/Information-Flow-Modelling-eBook-Extract>.
- Parkan, C., Wu, M. L. (2000). Comparison of three modern multicriteria decision – making tools. *International Journal of Systems Science*, Vol. 31, No 4, p. 497–518.
- Spangenberg, J., Bonniot, O. (1998). Sustainable indicators - A compass on the road towards sustainability. *Wuppertal paper No. 81* [žiūrėta 2012 03 20], http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/WP81.pdf.
- Statyukha, G., Bojko, T., Bendyug, V., Shakhnovsky, A. (2010). Sustainable development in quantitative indicators of technogenic safety assessment. *Chemistry and Chemical Technology*, Vol. 4, No. 1 [žiūrėta 2012 03 20], <http://lp.edu.ua/fileadmin/ICCT/journal/Vol.4/Num.1/9.pdf>.
- Szel, A., Bungău, C., Prada, M., Lucaciu, I. (2011). On the modeling assessment of sustainable development indicators. *Fascicle of Management and Technological Engineering* [žiūrėta 2012 03 20], <http://imtuoradea.ro/auo.fmte/files-2011-v2/MANAGEMENT/Szel%20Alexandru%20L1.pdf>.
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision-making methodologies: A comparative study. *Applied Optimization*, Volume 44. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ustinovičius, L., Zavadskas, E. K. (2004). *Statybos investicijų efektyvumo sistemotekninis įvertinimas*. Vilnius: Technika.
- Zapounidis, C., Doumpos, M. (2002). Multicriteria decision aid in financial decision making: methodologies and literature review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 11, p. 167–186.
- Zavadskas, E. K., Kazlauskas, A. (1996a). *Pastatų sistemas techninis įvertinimas*. Vilnius: Technika.
- Zavadskas, E. K., Kazlauskas, A. (1996b). The new method of multicriteria evaluation of projects. *Deutsch-Litauisch-Polnisches Kolloquium zum Baubetriebswesen*. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig, No. 1(96), p. 3–8. Sonderheft.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Tamošaitienė, J., Marina, V. (2008a). Multicriteria selection of project managers by applying grey criteria. *Technological and economic development of economy*, No. 14(4), p. 462–477.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Tamošaitienė, J., Marina, V. (2008b). Selection of construction Project managers by applying COPRAS-G method. *Computer Modelling and New Technologies*, Vol.12, No.3, p. 22–28.
- Zhang, W., Yang, H. (2001). A study of the weighting method for a certain type of multicriteria optimization problem. *Computers and Structures*, Vol. 79, No 31, p. 2741–2749.

THE USE OF MULTI-CRITERIA METHODS TO EVALUATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Summary

The relevance of this topic is reflected in new economic thinking of the current times, which argues that global progress can be achieved only by coordinating economic efficiency, social justice, environment protection and institutional role. The coordination of these principles into one system is the concept of sustainable development, which is based on the idea that the current generation must satisfy its needs by preserving the possibility for future generations to satisfy theirs. This view is as important in Lithuania as it is worldwide. Analyzing the situation of sustainable development in Lithuania, one misses the information which consistently evaluates sustainable development and uses the concrete multi-criterion method, one also misses integrated indexes which would allow to evaluate the sustainable development of the country.

The object of the article - the evaluation of sustainable development.

The purpose of the article – to evaluate sustainable development situation in Lithuania by using multi-criteria assessment methods.

To achieve this purpose the following tasks were set:

1. To introduce the theoretical aspects of multi-criteria methods;
2. To find out the methodology of calculating integrated sustainable development index;
3. To analyze Lithuania's sustainable development situation during the years 2000-2010.

Research methods: systemic analysis, synthesis, comparison and generalization of scientific literature sources, structural, dynamic and causal analysis of statistical data.

Concrete results of the research. The assessment of Lithuanian economic development in terms of sustainable development allows to identify the weak points in the economic development of the country, to analyze the changes and tendencies, to look for the possible solutions for economic, social, environmental and institutional problems. The were used four multi-criteria methods in this article: SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), COPRAS (Complex Proportional Assessment) and Integrated method. The best methods which can be chosen to evaluate sustainable development situation in Lithuania are TOPSIS and integrated methods.

After conducting the analysis of sustainable development in Lithuania it was established that during the years 2000-2003 and during economic crisis in 2009 it was given bigger attention to institutional dimension to accieve important tasks (like joining European Union, solving economic problems, etc.). In 2009 economic development index decreased by 34,39 per cent, social development index decreased by 6,13 per cent, environmental development index increased by 10,16 per cent while institutional development index increased by 41,93 per cent.

Summarizing it can be concluded that sustainable development is a long-term strategy, ensuring clean and healthy environment as well as an increasing standard of living for the present and future generations.

KEYWORDS: multi-criteria methods, sustainable development, evaluation, institutions, economy.