



DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO TAIKYMO GALIMYBĖS KIEKYBINIAM SOCIALINIŲ REIŠKINIŲ VERTINIMUI

Romualdas Ginevičius¹, Valentinas Podvezko²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva
El. paštas ¹romualdas.ginevicius@adm.vgtu.lt

Įteikta 2008-02-11; priimta 2008-03-04

Santrauka. Pastaruoju metu tiek teoriniams tyrimams, tiek praktinių uždavinių sprendimams vis plačiau taikomi daugiakriterinio vertinimo būdai (DVB), kurie pagal savo prigimtį yra gana universalūs. Tai reiškia, kad juos taikant galima kiekybiškai įvertinti bet kurį sudėtingą reiškinį, išreikštą daugeliu rodiklių. Antra vertus, bet kurio tokio pobūdžio uždavinio sprendimo tikslas suranguoti nagrinėjamo reiškinio alternatyvas. Teorijoje ir praktikoje gali kilti būtinumas kiekybiškai įvertinti vieną ar visas nagrinėjamo reiškinio alternatyvas nekeliant sau tikslo nustatyti jų rangus. Tai ypač svarbu nagrinėjant socialinius reiškinius. Remiantis šiuo metu esama daugiakriterinio vertinimo tvarka to padaryti negalima. Visa tai labai apriboja DVB taikymo galimybes.

Reikšminiai žodžiai: daugiakriteriniai vertinimai, duomenų normalizavimas.

A FEASIBILITY STUDY OF MULTICRITERIA METHODS' APPLICATION TO QUANTITATIVE EVALUATION OF SOCIAL PHENOMENA

Romualdas Ginevičius¹, Valentinas Podvezko²

Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania
E-mail: ¹romualdas.ginevicius@adm.vgtu.lt

Received 11 February 2008; accepted 4 March 2008

Abstract. In recent years, versatile multicriteria evaluation methods (MCEM) have been increasingly used in theoretical research and practical decision making. This means that any complicated phenomenon described by a set of criteria can be quantitatively evaluated by these methods. In any case, decision making is aimed at ranking the available alternatives of the phenomenon considered. However, sometimes, quantitative evaluation of one or all the alternatives without their ranking is required. This particularly applies to social phenomena which can hardly be evaluated by the currently used multicriteria approaches. Therefore, the area of MCEM application is limited.

Keywords: multicriteria evaluation, data normalization.

1. Įvadas

Pastaruoju metu tiek teoriniams tyrimams, tiek praktiniams uždaviniams spręsti vis plačiau taikomi daugiakriterinio vertinimo būdai (toliau DVB) (Hwang, Yoon 1981; Figueira *et al.* 2005). Taip yra dėl jų universalumo, kadangi taikant DVB galima kiekybiškai įvertinti bet kurią sudėtingą reiškinį, išreikštą daugeliu rodiklių. Jie turi ir tą privalumą, kad į vieną apibendrinamąjį rodiklį jungia tiek maksimizuojančius, tiek minimizuojančius įvairiomis dimensijomis išreikštus rodiklius, t. y. tokius, kuriems augant, vienais atvejais nagrinėjamo reiškinio situacija gerėja, kitais – blogėja. Toks jungimas įmanomas dėl normalizavimo, kai visi rodikliai paverčiami bedimensiais, t. y. tarpusavyje palyginimais (Ginevičius, Podvezko 2007a). Visais atvejais normalizuojama atitinkamu būdu tarpusavyje surišant nagrinėjamo reiškinio alternatyvų atskirai paimto, pavyzdžiui, i -tojo rodiklio, reikšmes.

Toks požiūris į normalizavimą išplaukia iš daugiakriterinio vertinimo tikslo. Šiuo metu tai išimtinai nagrinėjamo reiškinio alternatyvų prioritetingos eilės nustatymas (Ginevičius *et al.* 2005; 2006). Tokia eilė reikalinga norint parinkti geriausią arba vieną iš geriausių alternatyvų. Kitaip tariant, daugiakriterinio vertinimo metodai taikomi kaip sprendimų priėmimo palaikymo sistema. Tam tikslui buvo išspęsta daug tiek technines, tiek socialines problemas nagrinėjančių uždavinių. Didelė jų dalis skirta statybų klausimams spręsti. Tai kaimo statinių projektų efektyvumo, investicijų efektyvumo, žemo sklypų ekonomiško tam tikros paskirties pastatų statybai, daugiabučių gyvenamųjų namų investicijų efektyvumo, architektūrinių sprendimų ir investicijų efektyvumo individualių gyvenamųjų namų statybos versle (Ustinovičius *et al.* 2003), statybos sutarčių efektyvumo, rangos būdo parinkimo (Ustinovičius *et al.* 2005), statybos įmonių finansinės būklės (Ginevičius, Podvezko 2006), statybos realių variantų palyginimo, biuro patalpų remonto ir realizavimo variantų (Ustinovichius *et al.* 2006), statybos vietų parinkimo komerciniams objektams (Larichev *et al.* 2003; Zavadskas *et al.* 2004; Stasiulionis, Ustinovičius 2003; Karablikovas, Ustinovičius 2002) ir kt. vertinimas.

2. Esama daugiakriterinio vertinimo ir duomenų normalizavimo tvarka

Šiuo metu taikoma daug pačių įvairiausių, vienas nuo kito savo sudėtingumu besiskiriančių, daugiakriterinio (tiek kokybinio, tiek kiekybinio) vertinimo būdų (Hwang, Yoon 1981; Hwang, Lin 1987; Figueira *et al.* 2005; Saaty 1980; Ustinovičius 2001). Kiekybiniai būdai, kurie pagrįsti specialistų (ekspertų) nuomone, nustato vieną iš geriausių iš pasiūlytų alternatyvų arba keletą iš geriausių alterna-

tyvų. Kiekybiniai būdai kiekybiškai įvertina kiekvieną alternatyvą ir nustato gautų dydžių skirtumus tarp vertinamų alternatyvų (Ginevičius, Podvezko 2001, 2003, 2005, 2007a, 2007b; Ginevičius *et al.* 2004; Ustinovičius 2001; Hwang, Yoon 1981; Hwang, Lin 1987; Saaty 1980; Zavadskas, Kaklauskas 1996; Podvezko 2006; Ginevičius, Vaitkūnaitė 2006). Daugiakriterinio vertinimo prasmę akivaizdžiausiai apibūdina vadinamasis SAW (Simple Additive Weighting) metodas (Hwang, Yoon 1981):

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

čia: S_j – j -osios alternatyvos daugiakriterinio vertinimo reikšmė; ω_i – i -tojo rodiklio svoris; \tilde{r}_{ij} – i -tojo rodiklio normalizuota reikšmė j -ajai alternatyvai.

Kaip matyti iš (1) formulės, norint rasti daugiakriterinio vertinimo reikšmę, reikia turėti normalizuotas rodiklių reikšmes. Normalizavimo tvarka priklauso nuo daugiakriterinio įvertinimo būdo.

Pavyzdžiui, SAW metodo kriterijus S_j sieja tik maksimizuojamųjų rodiklių reikšmes, todėl minimizuojamus rodiklius reikia pertvarkyti (normalizuoti) į maksimizuojamus pagal formulę (Hwang, Yoon 1981; Zavadskas, Kaklauskas 1996):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}}, \quad (2)$$

čia: r_{ij} – j -tosios alternatyvos i -tojo rodiklio reikšmė; $\min_j r_{ij}$ – mažiausia j -tosios alternatyvos i -tojo rodiklio reikšmė.

Normalizavus duomenis pagal (2) formulę, mažiausia rodiklio reikšmė įgis didžiausią reikšmę, lygią vienetui.

SAW būdas numato ir maksimizuojamųjų rodiklių pertvarkymą (normalizavimą) (Hwang, Yoon 1981):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}}, \quad (3)$$

čia: $\max_j r_{ij}$ – didžiausia j -osios alternatyvos i -tojo rodiklio reikšmė.

SAW metodo taikymo praktika parodė, kad normalizuoti galima ir pagal „klasikinę formulę“. Tai yra patogu, kai $\sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} = 1$ (Ginevičius, Podvezko 2004a, b, 2007a, b; Ginevičius *et al.* 2005, 2006):

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}. \quad (4)$$

Šiuo atveju vertinti lengviau alternatyvą, kadangi

$$\sum_{j=1}^n S_j = 1.$$

Daugiakriterinis vertinimas kompleksiniu proporcingu būdu (COPRAS) atliekamas pagal šią formulę (Zavadskas, Kaklauskas 1996; Zavadskas *et al.* 2004):

$$K_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, \quad (5)$$

čia: K_j – j -osios alternatyvos vertinimo COPRAS būdu reikšmė; $S_{+j} = \sum_{i=1}^m \tilde{r}_{+ij}$ – i -tųjų maksimizuojančių rodiklių, t. y. tų, kuriems geriausia jų reikšmė yra didžiausia, pasvertų reikšmių \tilde{r}_{+ij} suma visoms m alternatyvoms; $S_{-j} = \sum_{i=1}^m \tilde{r}_{-ij}$ – tas pats i -tųjų minimizuojančių rodiklių, t. y. tų, kuriems geriausia jų reikšmė yra mažiausia.

Skaičiuojant COPRAS būdu duomenys normalizuojami taip:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij} \omega_i}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}. \quad (6)$$

Daugiakriterinio vertinimo metodas TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) naudoja kriterijų (Hwang, Yoon 1981; Hwang, Lin 1987; Opricovič, Tzeng 2004):

$$C_j^* = \frac{D_j}{D_j^* + D_j^-} \quad (j = 1, \dots, n), \quad (7)$$

čia: C_j^* – j -osios alternatyvos vertinimo TOPSIS būdu reikšmė; D_j^- – bendras j -osios alternatyvos atstumas iki blogiausių sprendinių; D_j^* – tas pats iki geriausių.

Skaičiuojant TOPSIS būdu naudojama vektorinė duomenų normalizacija:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n r_{ij}^2}} \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n). \quad (8)$$

TOPSIS būdas iš tikrųjų numato tokį duomenų normalizavimą (Hwang, Yoon 1981; Hwang, Lin 1987; Opricovič, Tzeng 2004):

$$\omega_i \tilde{r}_{ij} = \frac{\omega_i r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n r_{ij}^2}}. \quad (9)$$

Daugiakriterinio vertinimo metodo VIKOR (Opricovič, Tzeng 2004; Ginevičius, Podvezko 2004a, b) pagrindinis apibendrinamasis kriterijus Q_j skaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_j = \frac{\nu(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1 - \nu)(R_j - R^*)}{R^- - R^*}, \quad (10)$$

čia Q_j – j -osios alternatyvos vertinimo VIKOR būdu reikšmė; $S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$, $R^* = \min_j R_j$,

$R^- = \max_j R_j$, ν yra daugumos kriterijų svertinis svoris.

Pagal VIKOR metodą taikomas toks duomenų normalizavimas:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\max_j r_{ij} - r_{ij}}{\max_j r_{ij} - \min_j r_{ij}}, \quad (0 \leq \tilde{r}_{ij} \leq 1). \quad (11)$$

Kaip matome iš (2–4, 6, 8, 9 ir 11) formulių, visais atvejais j -osios alternatyvos i -tojo kriterijaus normalizuota reikšmė išplaukia iš visų kitų alternatyvų i -tojo kriterijaus reikšmių, todėl tokia normalizavimo logika visiškai tinka, kai daugiakriterinio vertinimo tikslas visų nagrinėjamo reiškinio alternatyvų rangavimas. Tačiau ji netinka, kai tokio vertinimo tikslas atskirai paimtos alternatyvos daugiakriterinis vertinimas, nes tokiu atveju bedimense reikia paversti kiekvieną nagrinėjamą alternatyvos rodiklio reikšmę be konteksto su kitų alternatyvų rodiklių reikšmėmis.

3. Nagrinėjamo reiškinio vienos alternatyvos kriterijų įvairiadimensių reikšmių normalizavimas

Sakykime, kad turime keturias nagrinėjamo reiškinio alternatyvas. Kiekviena jų apibendrinama aštuoniais kriterijais. Jų svoriai, taip pat ir pradinės, nenormalizuotos, reikšmės duotos 1 lentelėje.

Atliksime 1 lentelės duomenų normalizavimą visais nurodytais būdais. Skaičiuosime remdamiesi (3, 4, 6, 8, 9 ir 11) formulėmis. Rezultatai pateikti 2–5 lentelėse.

1 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio alternatyvų duomenys

Table 1. The data on the alternatives of the phenomenon considered

Kriterijai	Kriterijų svoriai	Kriterijų mato vnt.	Alternatyvos			
			pirma	antra	trečia	ketvirta
Pirmas	0,23	Lt	800	5000	1200	12000
Antras	0,20	kg	50	150	10	90
Trečias	0,18	km	256	145	340	100
Ketvirtas	0,13	vnt.	4	1	2	9
Penktas	0,10	proc.	36	48	32	78
Šeštas	0,08	Lt	80	52	161	314
Septintas	0,05	proc.	12	36	45	78
Aštuntas	0,03	T	1,8	3,6	4,1	5,6

2 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo SAW būdu rezultatai remiantis (3) formule

Table 2. Normalization results of data referring to the considered phenomenon obtained by using the SAW method and the formula (3)

Kriterijai	Alternatyvos			
	pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0,0421	0,2632	0,0632	0,6316
2	0,1667	0,5000	0,0333	0,3000
3	0,3044	0,1724	0,4043	0,1189
4	0,2500	0,0625	0,1250	0,5625
5	0,1856	0,2474	0,1649	0,4021
6	0,1318	0,0587	0,2652	0,5173
7	0,0702	0,2105	0,2632	0,4561
8	0,1192	0,2384	0,2715	0,2709
Iš viso	1,2700	1,7531	1,5906	3,2594

2a lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo SAW būdu rezultatai remiantis (4) formule

Table 2a. Normalization results of data referring to the considered phenomenon obtained by using the SAW method and the formula (4)

Kriterijai	Alternatyvos			
	pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0,0667	0,4167	0,1000	1,0000
2	0,3333	1,0000	0,0667	0,6000
3	0,7529	0,4265	1,0000	0,2941
4	0,4444	0,1111	0,2222	1,0000
5	0,4615	0,6154	0,4103	1,0000
6	0,2548	0,1656	0,5127	1,0000
7	0,1538	0,4615	0,5769	1,0000
8	0,3214	0,6429	0,7321	1,0000
Iš viso	2,7888	3,8397	3,6209	6,8941

3 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo COPRAS būdu rezultatai remiantis (6) formule

Table 3. Normalization results of data referring to the considered phenomenon obtained by using the COPRAS method and the formula (6)

Kriterijai	Svoriai	Alternatyvos			
		pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0,23	0,009683	0,060536	0,014536	0,145268
2	0,20	0,033340	0,100000	0,006660	0,060000
3	0,18	0,054792	0,031032	0,072774	0,021402
4	0,13	0,032500	0,008125	0,016250	0,073125
5	0,10	0,018560	0,024740	0,016490	0,040210
6	0,08	0,010544	0,006856	0,021056	0,041384
7	0,05	0,003510	0,010525	0,013160	0,022805
8	0,03	0,003576	0,007152	0,008145	0,011270
Iš viso		0,166505	0,248966	0,169071	0,415464

4 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo TOPSIS būdu rezultatai remiantis (8) formule

Table 4. Normalization results of data referring to the considered phenomenon obtained by using the TOPSIS method and the formula (8)

Kriterijai	Alternatyvos			
	pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0,0613	0,3822	0,0918	0,9174
2	0,2745	0,8230	0,0550	0,4940
3	0,5556	0,3150	0,7383	0,2172
4	0,3962	0,4362	0,1977	0,8908
5	0,3480	0,4640	0,309	0,7540
6	0,2188	0,1425	0,4400	0,8588
7	0,1220	0,3680	0,4600	0,7980
8	0,2233	0,4500	0,5100	0,6967
Iš viso	2,1997	3,3809	2,8018	5,6269

4a lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo TOPSIS būdu rezultatai remiantis (9) formule

Table 4a. Normalization results of data referring to the considered phenomenon obtained by using the TOPSIS method and the formula (9)

Kriterijai	Alternatyvos			
	pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0,0141	0,0879	0,0211	0,2110
2	0,0549	0,1646	0,0110	0,0988
3	0,1000	0,0567	0,1329	0,0391
4	0,0515	0,0129	0,0257	0,1158
5	0,0348	0,0644	0,0309	0,0754
6	0,0175	0,0114	0,0352	0,0687
7	0,0061	0,0184	0,0230	0,0399
8	0,0067	0,0135	0,0153	0,0209
Iš viso	0,2856	0,4298	0,2951	0,6696

5 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio duomenų normalizavimo VIKOR būdu rezultatai $(1 - \tilde{r}_{ij})$ remiantis (11) formule

Table 5. Normalization results $(1 - \tilde{r}_{ij})$ of data referring to the considered phenomenon obtained by using the VIKOR method and the formula (11)

Kriterijai	Alternatyvos			
	pirma	antra	trečia	ketvirta
1	0	0,3750	0,0357	1
2	0,2857	1	0	0,5714
3	0,6500	0,1875	1	0
4	0,3750	0	0,1250	1
5	0,0870	0,3478	0	1
6	0,1069	0	0,4160	1
7	0	0,3636	0,5000	1
8	0	0,4737	0,6053	1
Iš viso	1,5046	2,7476	2,6820	6,5714

6 lentelė. Nagrinėjamo reiškinio pirmos alternatyvos rodiklių lyginamieji svoriai, %

Table 6. Relative criteria weights of alternative 1 of the considered phenomenon, %

Kriterijaus Nr.	Daugiakriterinio vertinimo būdas							Vidutinis kvadratinis nuokrypis	Variacijos koeficientas
	SAW	SAWa	COPRAS	TOPSIS	TOPSISa	VIKOR	Metodų vidurkis		
1	3,31	2,39	5,82	2,79	4,94	0	3,21	1,87	58,27
2	13,12	11,95	20,02	12,48	19,22	18,99	15,96	3,48	21,78
3	23,97	27,00	32,91	25,26	35,01	13,20	31,23	6,67	21,35
4	19,685	15,94	19,52	18,01	18,03	24,92	19,35	2,78	14,36
5	14,61	16,55	11,14	15,82	12,18	5,78	12,68	3,62	28,58
6	10,38	9,14	6,33	9,95	6,13	7,10	8,17	1,72	21,01
7	5,53	5,51	2,11	5,54	2,14	0	3,47	2,17	62,61
8	9,385	11,52	2,15	10,15	2,35	0	5,93	4,53	76,49
Iš viso	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-

Visų metodų (SAW, COPRAS, TOPSIS), išskyrus VIKOR, vertinimo kriterijų didžiausia reikšmė atitinka geriausią alternatyvą, todėl 5 lentelėje VIKOR metodo normalizuotas reikšmės, remiantis (11) formule, \tilde{r}_{ij} reikia pertvarkyti į maksimizuojamasias $1 - \tilde{r}_{ij}$ reikšmes.

Iš 2–5 lentelių matome, kad atsižvelgiant į normalizavimo būdą normalizuotos rodiklių reikšmės svyruoja gana plačiai. Atitinkamai labai svyruoja ir jų lyginamasis svoris sugrupavus jas pagal nagrinėjamo objektų alternatyvas. Tai matyti iš 6 lentelės, kurioje duotas pirmos alternatyvos rodiklių normalizuotos reikšmės lyginamasis svoris. Šios lentelės reikšmės gaunamos pagal tokią formulę:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\tilde{r}_{ij}}{\sum_{i=1}^m \tilde{r}_{ij}} \cdot 100. \tag{12}$$

Kriterijų reikšmių svyravimo mastą gali apibūdinti, pavyzdžiui, variacijos koeficientas (procentais):

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100, \tag{13}$$

čia: S – kiekvieno kriterijaus visų metodų reikšmių vidutinis kvadratinis nuokrypis; \bar{X} – jų vidurkis.

Iš variacijos koeficiento (6 lentelė) matyti, kaip plačiai svyruoja reikšmės, atsižvelgiant į normalizavimo būdą.

Iš 2–5 lentelių taip pat matyti, kad visais atvejais konkretaus rodiklio reikšmė, nepaisant normalizavimo būdo, yra glaudžiai susijusi su kitų alternatyvų to pačio rodiklio reikšmėmis. Taigi, normalizuojant duomenis, dabar taikomais metodais neįmanoma analizuoti atskirai paimtos nagrinėjamo reiškinio alternatyvos be sąryšio su kitomis alternatyvomis. Tokia padėtis labai apriboja daugiakriterinių metodų taikymo galimybes. Siekiant jas išplėsti, reikia ieškoti kitokių duomenų normalizavimo būdų, kai normalizuojama ne pagal visas nagrinėjamo rodiklio reiškinio alternatyvas, o pagal visus nagrinėjamos alternatyvos rodiklius.

4. Išvados

Šiuo metu taikomi daugiakriterinio vertinimo būdai leidžia nustatyti tik nagrinėjamo reiškinio alternatyvų prioritetinę eilę. Teorijoje ir praktikoje gali kilti būtinumas kiekybiškai įvertinti atskirai paimtą alternatyvą, nekelti tikslo nustatyti jų rangus. Tai ypač aktualu nagrinėjant socialinius reiškinius.

Alternatyvų rangavimas, kaip jų daugiakriterinio vertinimo rezultatas, išplaukia iš jų rodiklių normalizavimo. Jų normalizuotos reikšmės gaunamos, pavyzdžiui, nagrinėjamo rodiklio reikšmę dalijant iš šio rodiklio visų alternatyvų reikšmių sumos. Tokiu būdu atskirai paimtos alternatyvos konkretaus rodiklio normalizuota reikšmė išplaukia iš bendro visų alternatyvų konteksto, t. y. šiai reikšmei įtaką turi kitų alternatyvų to paties rodiklio reikšmės. Tokia padėtis labai sumažina daugiakriterinių metodų taikymo galimybes. Siekiant jas išplėsti, reikia ieškoti kitokių duomenų normalizavimo būdų, kai jis atliekamas ne pagal nagrinėjamo reiškinio alternatyvas, o pagal visus nagrinėjamos alternatyvos rodiklius.

Literatūra

- Figueira, J.; Greco, S.; Ehrgott, M. 2005. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Survey*. Springer.
- Ginevičius, R.; Butkevičius, A.; Podvezko, V. 2005. Naujų Europos šalių ekonominės plėtros daugiakriterinis įvertinimas, *Verslas: teorija ir praktika* 6(2): 85–93.
- Ginevičius, R.; Butkevičius, A.; Podvezko, V. 2006. Complex Evaluation of Economic Development of the Baltic States and Poland, *Ekonomický Časopis* 9(54): 918–930.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2001. Complex evaluation of economical – social development of Lithuanian regions, *Statyba* 7(4): 304–309.
- 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* 5(4): 183–191.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2004b. Įmonių strateginio potencialo kiekybinis įvertinimas, *Verslas: teorija ir praktika* 5(1): 3–9.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2005. Daugiakriterinio vertinimo rodiklių sistemos formavimas, *Verslas: teorija ir praktika* 6(4): 199–207.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2006. Assessing the Financial state of construction enterprises, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 12(3): 188–194.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2007a. Some problems of evaluating multicriteria decision methods, *International Journal of Management and Decision Making* 8(5/6): 527–539.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V. 2007b. Complex assessment of sustainable development of state regions with emphasis on ecological and dwelling conditions, *Ekologija* 53(Supplement): 41–48.
- Ginevičius, R.; Podvezko, V.; Mikelis, D. 2004. Quantitative Evaluation of Economic and Social Development of Lithuanian Regions, *Ekonomika: mokslo darbai* 65: 67–81.
- Ginevičius, R.; Vaitkūnaitė, V. 2006. Analysis of organizational culture dimensions impacting performance, *Journal of Business Economics and Management* 7(4): 201–211.
- Hwang, C. L.; Lin, M. J. 1987. *Group Decision Making under Multiple Criteria: Methods and Applications*. Springer Verlag.
- Hwang, C. L.; Yoon, K. 1981. *Multiple Attribute Decision Making – Methods and Applications. A State of the Art Survey*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Karablikovas, A.; Ustinovičius, L. 2002. Daugiabučių namų stogų racionalių remonto būdų parinkimas, taikant daugiakriterinius įvertinimo metodus, *Inžinerinė ekonomika* 3(29): 24–31.
- Larichev, O.; Kochin, D.; Ustinovichius, L. 2003. Multicriteria method of choosing the best alternative for investments, *International Journal of Strategic Property Management* 7(1): 33–43.
- Opricovič, S.; Tzeng, G.-H. 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKON and TOPSIS, *EJOR, European Journal of Operational Research* 156: 445–455.
- Podvezko, V. 2006. Neapibrėžtumo įtaka daugiakriteriniams vertinimams, *Verslas: teorija ir praktika* 7(2): 81–88.
- Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. M. Graw-Hill, New York.
- Stasiulionis, A.; Ustinovičius, L. 2003. Komercinių objektų konstrukcijų ir statybos projektų daugiakriterinė analizė ir raida, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 9(1): 3–12.
- Ustinovichius, L.; Podvezko, V.; Ginevičius, R. 2006. A Method of Determining Risk Zones of Investment in Real Estate, *Control and Cybernetic* 35(2): 471–486.
- Ustinovičius, L. 2001. Determining integrated weights of attributes, *Statyba* 7(4): 321–326.
- Ustinovičius, L.; Andruškevičius, A.; Kutut, V.; Balcevič, R.; Barvidas, A. 2005. Verbal analysis of engineering and construction solutions, *Technological and Economic Development of Economy* 11(3): 220–231.
- Ustinovičius, L.; Šarkienė, E.; Šarka, V. 2003. Individualių namų architektūrinių sprendimų modelis, taikant daugiakriterinius sintezės metodus, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 9(1): 18–26.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 1996. *Pastatų sistemos techninis įvertinimas*. Vilnius: Technika. 280 p.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Banaitis, A.; Kvederytė, N. 2004. Housing Credit Access Model: The Case for Lithuania, *European Journal of Operational Research* 155: 335–352.
- Zavadskas, E. K.; Ustinovichius, L.; Stasiulionis, A. 2004. Multicriteria valuation of commercial construction projects for investment purposes, *Journal of Civil Engineering and Management* 10(2): 151–166.

Romualdas GINEVIČIUS. Doctor Habil, Professor. Rector of Vilnius Gediminas Technical University (VGTU). A graduate of Vilnius Gediminas Technical University (former Vilnius Civil Engineering Institute) engineering economy (1969), Doctor (1975). Doctor Habil (1997, VGTU). Author of 10 books, monographs, about 150 research articles published in Lithuania and abroad. Member of International Academy of Information. Research interests: market, economy, theory of organizations.

Valentinas PODVEZKO. Doctor, Associate Professor. Dept of Mathematical Statistics. Vilnius Gediminas Technical University. Author and co–author of over 50 publications. Research interests :sampling and forecasting models in economics.