

Prioritetų funkcijų įtaka daugiakriteriniams vertinimams

Valentinas PODVEZKO, Askoldas PODVIEZKO

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius

el. paštas: valentinas.podvezko@fm.vgtu.lt, askoldas@gmail.com

Santrauka. PROMETHEE metodas skiriasi nuo kitų daugiakriterinių metodų savo gilesne logika. Metodo pagrindą sudaro taip vadinamos prioritetų funkcijos. Šių funkcijų pasirinkime ir jų parametrų nustatyme aktyviai dalyvauja sprendimą priimančios asmenys. PROMETHEE metodas leidžia naudoti labai įvairias funkcijas, tokiu būdu suteikdamas galimybę geriau atspindėti vertintojo nuomonę. Darbe parodyta alternatyvų vertinimo rangavimo priklausomybė nuo pasirinktų prioritetų funkcijų.

Raktiniai žodžiai: alternatyvų vertinimas, daugiakriteriniai metodai, PROMETHEE metodas, prioritetų funkcija.

1. Įvadas

Praktikoje dažnai reikia įvertinti veiklos galimas alternatyvas ir išdėstyti jas eilės tvarka norimo tikslo atžvilgiu. Tai gali būti geriausio technologinio projekto pasirinkimas, šalies regionų ir atskirų šalių plėtros vertinimas, ieškant investavimo galimybių, ir kiti panašūs uždaviniai.

Pastaruoju metu socialinių bei ekonominių reiškinų, sudėtingų procesų kiekybiniam vertinimui vis plačiau naudojami daugiakriteriniai metodai [3-5,7].

PROMETHEE metodai skiriasi nuo kitų daugiakriterinių metodų tuo, kad taikomų kriterijų ir jų svorių apjungimas vykdomas ne tiesiogiai, o naudojant prioritetų funkcijas.

Funkcijų pasirinkimo procese ir jų parametrų nustatyme privalo tiesiogiai dalyvauti vertinime suinteresuotas vadovas – priimančias sprendimą asmuo arba jo atstovas – kvalifikuotas ekspertas.

PROMETHEE metodas pasaulyje žinomas ir plačiai taikomas [1,2], tačiau Lietuvoje šio metodo taikymas tik prasideda [8]. Šio straipsnio tikslas yra pristatyti PROMETHEE metodo algoritmą ir parodyti vertinimo rezultatų priklausomybę nuo pasirinktų prioritetų funkcijų.

2. PROMETHEE metodo aprašymas

Kaip ir kitų kiekybinių daugiakriterinių metodų **PROMETHEE** metodo pagrindą sudaro rodiklių, charakterizuojančių lyginamus objektus, statistinių duomenų (arba ekspertų vertinimų) matrica $R = \|r_{ij}\|$ ir rodiklių svoriai ω_i , $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$, čia m – rodiklių skaičius, n – lyginamų objektų (alternatyvų) skaičius. Taikant kiekybinius daugiakriterinius vertinimo metodus nustatoma, kokio pavidalo –

maksimizuojamojo arba minimizuojamojo yra kiekvienas rodiklis. Maksimizuojamųjų rodiklių geriausios reikšmės – didžiausios, minimizuojamųjų – mažiausios. Kiekybinių daugiakriterinių metodų kriterijai dažniausiai apjungia rodiklių normalizuotas reikšmes \tilde{r}_{ij} ir rodiklių svorius ω_i .

Šiame darbe nagrinėsime ir taikysime PROMETHEE I -II metodus [1,2].

PROMETHEE metodo logika skiriasi nuo kitų kiekybinių daugiakriterinių metodų. Sprendimą priimantis asmuo (SPA) aktyviai dalyvauja uždavinio paruošimo ir sprendimo etape. SPA įneša į metodo vertinimą sprendimo priėmimo prioritetus – nustato kiekvieno R_i rodiklio (kriterijaus) ribinius (didžiausius ir mažiausius) leistinus skirtumus q ir s . Pagal PROMETHEE metodą alternatyvos A_j ir A_k laikomos identiškoms (*indifferent*) R_i rodiklio atžvilgiu, jei rodiklio reikšmių r_{ij} ir r_{ik} skirtumas $d_i(A_j, A_k) = r_{ij} - r_{ik}$ yra mažesnis už nustatytą mažiausią ribinę reikšmę q ir alternatyva A_j turi prioritetą (*preference*) prieš A_k alternatyvą, jei šis skirtumas didesnis už nustatytą didžiausią ribinę reikšmę s . Taip pat SPA kiekvienam rodikliui nustato konkrečią prioritetų funkciją $p(d)$ (su parametrais q ir s). Jos reikšmės kinta nuo 0 iki 1 ir rodo, kiek alternatyva A_j svarbesnė už alternatyvą A_k (rodiklio R_i atžvilgiu).

Praktiniam naudojimui užtenka šešių tipinių prioritetų funkcijų $p(d)$ variantų [2,8]. Vienos iš dažnai taikomų prioritetų funkcijų grafikas parodytas 1 pav.

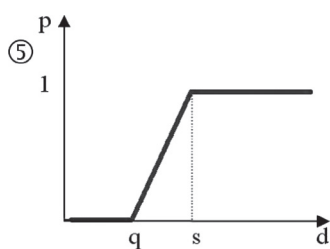
PROMETHEE metodo vertinimo pagrindą sudaro visų porų alternatyvų A_j ir A_k palyginimas, taikant taip vadinamą rangavimo (*Outranking*) santykį $\pi(A_j, A_k)$, kuris skaičiuojamas pagal formulę:

$$\pi(A_j, A_k) = \sum_{i=1}^m \omega_i p_t(d_i(A_j, A_k)), \tag{1}$$

čia ω_i – i -jo rodiklio R_i svoris ($\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$); $d_i(A_j, A_k) = r_{ij} - r_{ik}$ – alternatyvų A_j ir A_k i -jo rodiklio R_i reikšmių r_{ij} ir r_{ik} skirtumas; $p_t(d) = p_t(d_i(A_j, A_k))$ – t -oji prioritetų funkcija, pasirinktoji i -jam rodikliui (t – vienos iš šešių pasirinktos i -jo rodiklio vertinimui prioritetų funkcijos numeris [8]).

Galutiniam vertinimui PROMETHEE metodas taiko kiekvienos alternatyvos visus teigiamus („išseinančius“) prioritetiškumus

$$F_j^+ = \sum_{k=1}^n \pi(A_j, A_k) \quad (j = 1, 2, \dots, n). \tag{2}$$



$$p(d) = \begin{cases} 0, & \text{kai } d \leq q, \\ \frac{d - q}{s - q}, & \text{kai } q < d \leq s, \\ 1, & \text{kai } d > s. \end{cases}$$

1 pav. Tipinis prioritetų funkcijos pavyzdys.

1 lentelė. Šalių ekonominės plėtros rodiklių reikšmės

Rodikliai		Estija	Latvija	Lietuva	Lenkija
1. Bendro metinio vidaus produkto pokytis, procentais	max	5,1	7,5	9,7	3,8
2. Pramonės produkcijos metinis augimas, procentais	max	9,8	6,5	16,1	8,4
3. Vidutinis metinis darbo užmokestis, eurai	max	430	298	306	501
4. Bedarbystė, procentais	min	9,3	10,3	11,6	19,3
5. Eksporto/importo santykis	max	0,70	0,55	0,73	0,79

ir visus neigiamus („įeinančius“) prioritetiškumus

$$F_j^- = \sum_{k=1}^n \pi(A_k, A_j) \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (3)$$

PROMETHEE I metodas, taikant „išeinančius“ ir „įeinančius“ vertinimus, apibrėžia visų alternatyvų A_j ir A_k prioritetiškumo ir identiškumo santykį su pluso ir minuso ženklais: P^+ , P^- , I^+ , I^- [2,8]. PROMETHEE II metodas ranguoja alternatyvas pagal skirtumų $F_j = F_j^+ - F_j^-$ dydžius. PROMETHEE I metodas nustato geriausią iš lyginimų alternatyvų.

3. PROMETHEE metodo realizavimas

Ištirsime prioritetų funkcijos įtaką PROMETHEE metodų vertinimams, nagrinėjant Pabaltijo šalių ir Lenkijos ekonomikos plėtrą (2003 m.). Vertinimas buvo atliktas [6], taikant skirtingus daugiakriterinius metodus. Vienas variantas buvo išspręstas ir naudojant PROMETHEE I metodą [8]. Statistiniai duomenys duoti 1 lentelėje.

Ekspertai nustatė tokių rodiklių svorius: $\omega_1 = 0,28$; $\omega_2 = 0,19$; $\omega_3 = 0,15$; $\omega_4 = 0,18$; $\omega_5 = 0,20$.

Pasirinksiame šešias skirtingas tipines prioritetų funkcijas iš dažniausiai taikomų praktikoje funkcijų $p(d)$ [2,8].

1 variantas paimtas iš pasirinktų anksčiau funkcijų [8].

2-me variante visiems rodikliams pasirinkta vienoda – pirmoji prioritetų funkcija.

3-me variante visiems rodikliams pasirinkta vienoda – penktoji prioritetų funkcija.

Paskutiniame lentelės stulpelyje (**BV** – bendra vieta) duotas šalių rangavimo vidurkis, suskaičiuotas pagal kitus daugiakriterinius metodus: SAW, TOPSIS, CO-PRAS ir kt. [8].

2 lentelė. Pabaltijo šalių ir Lenkijos ekonominės plėtros daugiakriterinis įvertinimas

	F^+	F^-	F	V	F^+	F^-	F	V	F^+	F^-	F	V	BV
Estija	0,84	1,00	-0,16	2	1,70	1,30	0,40	2	0,19	0,26	-0,07	2	2
Latvija	0,54	1,19	-0,66	4	0,92	2,08	-1,16	4	0,22	0,62	-0,39	3	3
Lietuva	1,73	0,61	1,12	1	2,14	0,86	1,28	1	1,07	0,14	0,93	1	1
Lenkija	1,03	1,33	-0,29	3	1,24	1,76	-0,52	3	0,49	0,95	-0,46	4	4

Visų „išeinančių“ ir „įeinančių“ rangavimo santykių F^+ ir F^- reikšmės ir atitinkamos šalių užimamos vietos (V) duotos 2 lentelėje.

PROMETHEE I-II metodai, nepriklausomai nuo prioritetų funkcijų pasirinkimo, atiduoda pirmenybę trečiai alternatyvai (Lietuvai). Kitų šalių užimamos vietos priklauso nuo prioritetų funkcijų ir jų parametrų. PROMETHEE metodų rezultatai suderinti su kitų daugiakriterinių metodų (SAW, TOPSIS, COPRAS ir kt.) vertinimais: keturių šalių visų metodų rangavimo rezultatai praktiškai sutapo [6,8].

Išvados

PROMETHEE metodas priklauso sudėtingesniems daugiakriteriniams metodams: jis netiesiogiai apjungia taikomų kriterijų (ir jų svorių) reikšmes, transformuoja jas per prioritetiškumo funkcijas.

PROMETHEE metodo taikymo procese privalo dalyvauti sprendimą priimančias asmuo: jis nustato visų taikomų kriterijų (rodiklių) mažiausias ir didžiausias ribines reikšmes ir pasirenka prioritetiškumo funkcijas.

Skaičiavimai rodo, kad PROMETHEE metodo vertinimai priklauso nuo pasirinktos prioritetų funkcijos. Šio metodo rezultatai suderinti su kitų daugiakriterinių metodų vertinimais: visų metodų rangavimo rezultatai praktiškai sutapo.

Literatūra

1. M. Behzadian, R.B. Kazemzadeh, A. Albadvi, M. Aghdasi. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1):198–215, 2010.
2. J.-P. Brans, B. Mareschal. PROMETHEE methods. In: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, Chapter 5:163–195, 2005.
3. J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Survey*. Springer, 2005.
4. R. Ginevičius, V. Podvezko. Some problems of evaluating multicriteria decision methods. *International Journal of Management and Decision Making*, 8(5/6):527–539, 2007.
5. R. Ginevičius, V. Podvezko. Housing in the context of economic and social development of Lithuanian regions. *Int. J. Environment and Pollution*, 35(2/3/4):309–330, 2008.
6. R. Ginevičius, A. Butkevičius, V. Podvezko. Complex evaluation of economic development of the Baltic States and Poland. *Ekonomický Časopis*, 54(9):918–930, 2006.
7. V. Podvezko. Sudėtingų dydžių kompleksinis vertinimas. *Verslas: teorija ir praktika*, 9(3):160–168, 2008.
8. V. Podvezko, A. Podvezko. PROMETHEE I metodo naudojimas, nustatant geriausią alternatyvą. *Verslas: teorija ir praktika*, 10(2):84–92, 2009.

SUMMARY

V. Podvezko, A. Podvezko. Influence of choice of priority functions on the multi criteria ranking result

PROMETHEE method differs from other methods by its deeper logic. The main tool of the method is so-called priority functions. Choice of functions and their parameters is made by decision-makers. PROMETHEE method provides a choice between a large range of functions, thus allowing to perfectly match decision-maker's opinion. This paper shows dependency of outranking result on the choice of priority functions.

Keywords: evaluation of alternatives, multi-criteria methods, PROMETHEE method, preference function resultants.