

Information technologies and multimedia Informacinės technologijos ir multimedija

TOPSIS METODO PRITAikomumas ŠALIES YPATINGOS SVARBOS INFRASTRUKTŪROS OBJEKTAMS

Svetlana ŠERĖJIENĖ, Nikolaj GORANIN, Inga TUMASONIENĖ*

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2019 m. balandžio 26 d.; priimta 2019 m. balandžio 30 d.

Santrauka. Įvairiuose šalies sektoriuose yra tam tikrų svarbių infrastruktūros elementų, kurių praradimas ar sutrikimas turėtų didžiulį neigiamą poveikį esminių paslaugų teikimui, paveiktų gyventojų socialinę ar ekonominę gerovę ir net galėtų sukelti grėsmę gyventojų sveikatai ir gyvybei. Tam, kad infrastruktūra būtų tinkamai įvertinta, turi būti sukurta veiksminga ir tiksli ypatingos svarbos infrastruktūros identifikavimo metodika. Skirtingos valstybės taiko skirtingus vertinimo rodiklius ir modelius identifikuojamos nacionalinės svarbos infrastruktūrą. Nagrinėjamiems modeliams trūksta mokslinio pagrindimo ir nėra nustatyta, koks modelis yra tinkamiausias ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimui atlikti. Siekiant įvertinti ypatingos svarbos infrastruktūros objektus, straipsnyje nagrinėjama Lietuvoje taikoma metodika ir galimybė taikyti daugiakriterį sprendimo priėmimo metodą TOPSIS.

Reikšminiai žodžiai: ypatingos svarbos infrastruktūra, daugiakriteriai sprendimo priėmimo metodai, TOPSIS.

Įvadas

Vienas iš svarbiausių valstybės egzistavimo kriterijų yra jos saugumas. Siekiant užtikrinti saugumą, reikia tinkamai įvertinti ypatingos svarbos infrastruktūrą. Skirtingos valstybės, identifikuojamos nacionalinės svarbos infrastruktūrą, taiko skirtingus vertinimo kriterijus ir modelius. Nagrinėjamiems modeliams trūksta mokslinio pagrindimo ir nėra nustatyta, koks modelis yra tinkamiausias norint atlikti ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimą. Taip pat atsiranda vis daugiau mokslinių straipsnių, kuriuose siūloma ištirti naujus daugiakriterius metodus, kurie būtų taikomi ypatingos svarbos infrastruktūrai identifiкуoti ir vertinti. Antonio Almeida savo moksliniame straipsnyje ypatingos svarbos infrastruktūrai identifiкуoti ir jai prioritetizuoti siūlo taikyti daugiakriterius vertinimo modelius. Kanados ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimo modelio problemas siūloma išspręsti taikant MACBETH daugiakriterį sprendimo priemonę kartu su programine įranga M-MACHBETH. Naudojant MACBETH modelį pasiūlytas patobulintas Kanados modelis, tačiau tai tik teorinis modelis, kuris praktiškai nėra ištestuotas, o jo tinkamumas realybėje nėra įvertintas (Almeida, n.d.).

Tik dviejų daugiakriterių sprendimo priėmimo metodų – PROMETHEE ir TOPSIS – bibliografijos sudaro po

keletą šimtų publikacijų, labai įvairios metodų pritaikymo sritys: nuo logistikos iki sveikatos apsaugos (Behzadian, Kazemzadeh, Albadvi ir Aghdasi, 2010; Behzadian, Otaghsara, Yazdani ir Ignatius, 2012). Kalbant apie ypatingos svarbos infrastruktūros identifikavimą ir vertinimą labai svarbu, kad geriausia alternatyva nustatoma pagal visus kriterijus, atsižvelgiant į jų reikšmingumą. Ypatingos svarbos infrastruktūrai identifiкуoti ir vertinti buvo pasirinktas daugiakriteris sprendimo priėmimo metodas TOPSIS.

1. Ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimas

Atsižvelgiant į Europos Sąjungos rekomendacijas, turėtų būti nustatytas ne tik bendras ypatingos svarbos sektorių ir paslaugų sąrašas visoms Europos Sąjungos narėms, bet ir turėtų būti laikomasi bendro struktūrizuoto proceso nustatant ypatingos svarbos infrastruktūros objektus. Įgyvendinant šį procesą turi būti išnagrinėti kriterijai, grindžiami sektoriaus ir kolektyvine profesionalia patirtimi. Europos Sąjungos ypatingos svarbos infrastruktūrai nustatyti siūloma taikyti tris kriterijų apibrėžtis: 1. Mas-tas – ypatingos svarbos infrastruktūros dalies netektis yra įvertinama pagal geografinės teritorijos, kurią jos netektis ar nebuvimas galėtų paveikti, mastą: tarptautinį, valstybės,

*Autorius susirašinėti. El. paštas inga.tumasoniene@vgtu.lt

provincijos ar teritorijos arba vietos; 2. Dydis – poveikio arba netekties laipsnis gali būti įvertinamas kaip nulinis, minimalus, vidutinis arba didelis. Galimam dydžiui įvertinti naudojami įvairūs kriterijai. Svarbus yra poveikio gyventojams kriterijus. Ne mažiau svarbus yra ekonominis poveikis. Poveikio aplinkai kriterijus nurodo poveikį žmonėms ir aplinkinei vietai. Infrastruktūros vertinimui reikia atsižvelgti ir į tarpusavio priklausomybės kriterijų. Taip pat gali būti taikomas politinis kriterijus (EUR-Lex, 2004). Europos Sąjungos konkretaus infrastruktūros objekto veiklos sutrikdymo ar jo sunaikinimo padarinių rimtumas vertinamas remiantis šešiais kriterijais: poveikiu visuomenei, ekonominiu poveikiu, poveikiu aplinkai, politiniu poveikiu, psichologiniu poveikiu, pasekmės visuomenės sveikatai (Europos bendrijų komisija, 2006); 3. Laiko poveikis – pagal šį kriterijų nustatoma, koku metu tos dalies netektis galėtų turėti didelį poveikį (Government of Canada..., 2004). Laiko poveikis gali būti vertinamas įvairiais dydžiais: tuojau pat, per 24–48 valandas, vieną savaitę, ilgesnio laiko tarpą.

Lietuvoje ypatingos svarbos objektams yra sudarytas ypatingos svarbos infrastruktūros paslaugų su priskirtais svarbos koeficientais sąrašas (1 lentelė) (Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerija, 2016).

1 lentelė. Lietuvos ypatingos svarbos infrastruktūros paslaugų svarbos koeficientai

Table 1. Importance coefficients of Lithuanian critical infrastructure services

Nr.	Paslaugos	Svarbos koeficientai
1.1.	Elektros subsektoriaus teikiamos paslaugos	3
1.2.	Naftos ir naftos produktų subsektoriaus teikiamos paslaugos	2
1.3.	Gamtinių dujų subsektoriaus teikiamos paslaugos	3
1.4.	Centralizuoto šildymo subsektoriaus teikiamos paslaugos	2
1.5.	Informacinių technologijų ir elektroninių ryšių sektoriaus teikiamos paslaugos	3
1.6.	Geriamojo vandens subsektoriaus teikiamos paslaugos	3
1.7.	Nuotekų subsektoriaus teikiamos paslaugos	3
1.8.	Oro transporto subsektoriaus paslaugos	1
1.9.	Kelių transporto subsektoriaus teikiamos paslaugos	1
1.10.	Geležinkelių transporto subsektoriaus teikiamos paslaugos	1
1.11.	Jūrų transporto subsektoriaus teikiamos paslaugos	1
1.12.	Pašto subsektoriaus teikiamos paslaugos	1
1.13.	Maisto produktų, sveikatos, finansų, viešojo saugumo ir teisinės tvarkos, pramonės, valstybės valdymo, civilinės saugos, aplinkos, užsienio reikalų ir saugumo politikos sektorių teikiamos paslaugos	2

Koeficientų reikšmės gali būti nuo 1 iki 3 balų. Iš pateiktų duomenų matyti, kad prioritetinėmis paslaugomis yra laikomos paslaugos, kurios priklauso elektros, gamtinių dujų subsektoriui, informacinių technologijų ir elektroninių ryšių sektoriui, geriamojo vandens ir nuotekų subsektoriui. Kriterijams pagal jų svarbą taip pat suteikiami atitinkami poveikį nurodantys koeficientai, pateikiami 2 lentelėje (Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerija, 2016).

2 lentelė. Lietuvos ypatingos svarbos infrastruktūros bendrinių vertinimo kriterijų koeficientai

Table 2. Coefficients of general assessment criteria of Lithuanian critical infrastructure

Nr.	Kriterijai	Koeficientas
1.	Sukeltų pavojų gyventojų gyvybei ar sveikatai	1
2.	Turėtų neigiamą įtaką Lietuvos ekonomikai	1
3.	Padarytų žalą aplinkai	1
4.	Turėtų neigiamą poveikį gyventojų pasitikėjimui savo valstybe	1
5.	Turėtų neigiamą poveikį kito objekto, užtikrinančio tos pačios ypatingos svarbos paslaugos teikimą, nepertraukiamam funkcionavimui	3
6.	Turėtų neigiamą poveikį kito objekto, užtikrinančio kitų ypatingos svarbos paslaugų teikimą, nepertraukiamam funkcionavimui	3
7.	Turėtų neigiamą poveikį viešojo saugumo užtikrinimui	1
8.	Padarytų žalą kitoms Europos Sąjungos (toliau – ES) valstybėms narėms	1
9.	Turėtų neigiamą poveikį valstybės integracijos į europines bei transatlantines institucijas stiprinimui ir tarptautinių saugumo garantijų užsitikrinimui	1

Atliekant ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimą, pirmiausia pasirenkama viena iš trylikos sektorių grupių ir pagal poveikį įvertinama nuo 0 iki 3 balų. Gautoji vertė dauginama iš koeficiento, kurio reikšmė pateikta 2 lentelėje. Toliau vertinamas objektas pagal visus devynis kriterijus. Kriterijaus vertinimo balas dauginamas iš kriterijui priskirto koeficiento. Suminis svarbos balas gaunamas sektorinio vertinimo balą sudedant su kriteriniu balu. Galimos suminio svarbos balo reikšmės yra intervale nuo 0 iki 48. Jeigu vertinamas objektas surinko ne mažesnę nei 16 balų sumą, tuomet objektas priskiriamas ypatingos svarbos infrastruktūros objektų kategorijai.

2. Daugiakriteris vertinimo metodas TOPSIS

Yoon ir Hwang (Hwang ir Yoon, 1981) sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamai

idealaus“ sprendimo. Tinkamiausio sprendimo radimo uždaviniai, atsižvelgiant į daugelį kriterijų, nagrinėjami įvairiose srityse: inžinerija, pramonė, finansai, ekonomika ir kitos sritys. Tai daugiakriteriniai sprendimo priėmimo uždaviniai (Halim ir Mohamed, 2014). Daugiakriteriniai sprendimo priėmimo metodai gali būti taikomi: 1) pasirinkimo problematikai; 2) rūšiavimo problematikai; 3) rangavimo problematikai; 4) apibūdinimo problematikai (Simanavičienė ir Cibulskaitė, 2015).

Tarkime, kad kiekvieno rodiklio reikšmės nuolat didėja arba nuolat mažėja. Tada galima nustatyti „idealų“ sprendimą, kuris sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių, ir „neigiamai idealų“ sprendimą, kuris sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių (Hwang ir Yoon, 1981).

Norint taikyti artumo idealiajam taškui metodą, pirmiausia sudaroma sprendimų matrica P , kurioje eilutės žymi nagrinėjamas alternatyvas (m – alternatyvų skaičius), stulpeliai – efektyvumo rodiklius (n – efektyvumo rodiklių skaičius), pagal kuriuos vertinamos alternatyvos:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

čia x_{ij} – i -tosios alternatyvos; j -ojo efektyvumo rodiklio reikšmė.

Taikant metodą TOPSIS, sprendimų matrica P normalizuojama atliekant vektorinę normalizaciją:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}. \quad (2)$$

Gauta normalizuotoji matrica \bar{P} , kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiai dydžiai:

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Tarkime, kad žinomos rodiklių reikšmingumo reikšmės w_j , ($j = 1, n$). Taikant formulę (3), sudaroma svertinė normalizuota matrica \bar{P}^* :

$$\bar{P}^* = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \bar{x}_{11} & w_2 \bar{x}_{12} & \dots & w_n \bar{x}_{1n} \\ w_1 \bar{x}_{21} & w_2 \bar{x}_{22} & \dots & w_n \bar{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 \bar{x}_{m1} & w_2 \bar{x}_{m2} & \dots & w_n \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

„Idealiai geriausias“ variantas (alternatyva) nustatomas pagal šią formulę:

$$A^+ = \{(\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') | i = \overline{1, m}\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\}, \quad (5)$$

čia J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė; J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra

geresnės, indeksų aibė. „Neigiamai idealus“ variantas nustatomas pagal tokią formulę:

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') | i = \overline{1, m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}. \quad (6)$$

Atstumas tarp lyginamojo i -tojo ir „idealiai geriausio“ A^+ varianto:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^+)^2}, \quad (i = \overline{1, m}), \quad (7)$$

atstumas tarp i -tojo ir „neigiamai idealus“ A^- :

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^-)^2}, \quad (i = \overline{1, m}). \quad (8)$$

Galutinius TOPSIS metodo žingsniu nustatomas kiekvieno i -tojo varianto santykinis atstumas iki „idealiai blogiausio“ varianto:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, \quad i = \overline{1, m}, \quad \text{kai } K_i \in [0, 1]. \quad (9)$$

Kuo K_i reikšmė artimesnė vienetui, tuo i -tasis variantas artimesnis A^+ , t. y. racionalus variantas bus tas, kurio K_i reikšmė yra didžiausia (Hwang ir Yoon, 1981; Ustinovičius ir Zavadskas, 2004).

3. Rezultatai

Skaičiuoti naudojami kriterijai, sudaryti remiantis Lietuvos ypatingos svarbos informacinės infrastruktūros nustatymo klausimyne pateiktais kriterijais ir Europos Sąjungos orientacinių kriterijų sąrašu. Kriterijų svoriai sudaryti proporcingai pakeitus ir sumažinus Lietuvos ypatingos svarbos identifikavimo metodikoje nurodytus koeficientus. Siūlomi ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimo kriterijai ir jų svoriai pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Siūlomi Lietuvos ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimo kriterijai ir jų svoriai

Table 3. The proposed Lithuanian critical infrastructure assessment criteria and their weights

Žymėjimas	Kriterijai	Kriterijaus svoris
K1	Pavojus gyventojų gyvybei ar sveikatai	0,3
K2	Įtaka Lietuvos ekonomikai	0,1
K3	Žala aplinkai	0,1
K4	Poveikis kitų objektų, užtikrinančių ypatingos svarbos paslaugų teikimą, nepertaukiamam funkcionavimui	0,3
K5	Poveikis viešojo saugumo užtikrinimui	0,1
K6	Žala kitoms Europos Sąjungos valstybėms narėms	0,1

Objektų skaičius neribojamas, tačiau pavyzdyje pateikiami trys objektai: Objektas Nr. 1, Objektas Nr. 2, Objektas Nr. 3. Nagrinėjami objektai teikia oro transporto, kelių transporto, geležinkelių transporto, jūrų transporto, pašto subsektoriams priklausančias paslaugas Ypatingos svarbos

4 lentelė. Siūlomoms ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimo sprendimo matricos pavyzdys
Table 4. Sample critical infrastructure assessment matrix

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriterijų svoris	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
Objektas Nr. 1	67233	97273	56841	1	1	2
Objektas Nr. 2	89859	187478	759783	0	0	1
Objektas Nr. 3	95417	7127	596317	0	2	0

5 lentelė. Ypatingos svarbos infrastruktūros vertinimo normalizuotos matricos pavyzdys
Table 5. Sample normalized critical infrastructure assessment matrix

Ypatingos svarbos infrastruktūros objektas	Kriterijai					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Objektas Nr. 1	0,45641	0,46028	0,05874	1	0,44721	0,89443
Objektas Nr. 2	0,61001	0,88712	0,78528	0	0	0,44721
Objektas Nr. 3	0,64774	0,03372	0,61633	0	0,89443	0

6 lentelė. Alternatyvų variantai
Table 6. Alternatives

Alternatyvų variantai	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Idealiai geriausias	0,19432	0,08871	0,00587	0,3	0,08944	0,08944
Neigiamai idealus	0,13692	0,00337	4,36208E-07	0	0	0

infrastruktūros valdytojais arba atsakingos ministerijos turėtų šioje vietoje pateikti konkrečius objektų pavadinimus, kurių svarbą norima įvertinti. Atsakingų institucijų ekspertai turėtų užpildyti šią matricą balų įverčiais, remdamiesi duomenimis, pateiktais Lietuvos ypatingos svarbos infrastruktūros paslaugų vertinimo kriterijų ir bendrinių vertinimo kriterijų lentelėse. Kadangi ypatingos svarbos infrastruktūros objektų vertinimas nėra viešai skelbiamas ir šie duomenys nėra prieinami, sudaryta matrica užpildyta sugeneruotais atsitiktiniais duomenimis. Atsižvelgiant į matavimo vienetų, pasirinktos kriterijų įverčių imties ir suformuota matrica pateikta 4 lentelėje. Siūlomų vertinimo kriterijų svorių suma atitinka reikalavimus ir yra lygi 1.

Skačiuojama toliau: pritaikius rodiklių reikšmingumo reikšmes gaunama svertinė normalizuota matrica (5 lentelė).

Iš svertinės normalizuotos matricos elementų sudaromos „idealiai geriausias“ ir „neigiamai idealios“ alternatyvos, kurių reikšmės pateikiamos 6 lentelėje.

Atstumas tarp lyginamosios i -tosios ir „idealiai geriausias“ $A+$ alternatyvų nustatomas skaičiuojant atstumą n -matėje Euklido erdvėje. Atitinkamai skaičiuojamas atstumas tarp i -tosios ir „neigiamai idealios“ $A-$ alternatyvų. Gaunami rezultatai pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. Atstumo skaičiavimo rezultatai
Table 7. Distance calculation matrix

Atstumas	L1	L2	L3
Idealiai geriausias	0,08435	0,31648	0,32452
Neigiamai idealus	0,31914	0,10680	0,10627

Galutiniu TOPSIS metodo žingsniu nustatomas kiekvienos i -tosios alternatyvos santykinis atstumas iki „idealiai blogiausio“ varianto. Gauta objektų prioritetinga eilė: Objektas Nr. 1(0,791) > Objektas Nr. 2 (0,252) > Objektas Nr. 3(0,247).

Išvados

- Skirtingos valstybės taiko skirtingus vertinimo kriterijus ir modelius identifikuojamos nacionalinės svarbos infrastruktūrą. Nagrinėjamiems modeliams trūksta mokslinio pagrindimo ir nėra nustatyta, koks modelis yra tinkamiausias norint atlikti ypatingos svarbos infrastruktūrą vertinimą.
- Straipsnyje ypatingos svarbos infrastruktūros objektams vertinti pritaikytas daugiakriteris sprendimo priėmimo metodas TOPSIS. Taikant šį metodą gali būti gaunami tikslesni rezultatai, leidžiantys palyginti infrastruktūras pagal bendrus vertinimo rodiklius.

Literatūra

- Almeida, A. (n.d.). *A multi-criteria methodology for the identification and ranking of critical infrastructures*. Instituto Superior Tecnico, Lisbon, Portugal. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395142726454/Resumo.pdf>
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 98-215. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021>

- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications* 39, 13051-13069. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>
- Europos bendrijų komisija. (2006). Tarybos direktyva dėl Europos ypatingos svarbos infrastruktūros objektų nustatymo ir priskyrimo jiems bei būtinybės gerinti jų apsaugą vertinimo. Briuselis. Prieiga per internetą: https://www.ecb.europa.eu/ecb/legal/pdf/com2006_0787lt01.pdf
- Government of Canada Position Paper on a National Strategy for Critical Infrastructure Protection. (2004). *Public safety and emergency preparedness Canada*. Retrieved from http://ccpic.mai.gov.ro/docs/Canada_non_paper.pdf
- Hwang, C. L., & Yoon K. (1981). Multiple attribute decision making – methods and applications. *A State of the art survey* (250 p.). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- EUR-Lex. (2004). *Komisijos komunikatas Tarybai ir Europos parlamentui – ypatingos svarbos objektų apsauga kovojant su terorizmu*. Briuselis. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:52004DC0702>
- Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerija. (2016). *Ypatingos svarbos informacinės infrastruktūros identifikavimo metodika*. Prieiga per internetą: <https://vrm.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/elektronines-informacijos-sauga-1/ypatingos-svarbos-informacines-infrastrukturos-identifikavimo-metodika>
- Halim, M. H., & Mohamed, A. H. (2014). Identification of critical level of assets by using analytic hierarchy process for water assets management. *International Journal of Technical Research and Applications*, 2(1), 54-58.
- Simanavičienė, R. ir Cibulskaitė, J. (2015). Sprendimo, gauto TOPSIS metodu, patikimumo statistinė analizė. *Lithuanian Journal of Statistics*, 54(1), 110-118.
- Ustinovičius, L. ir Zavadskas, E. K. (2004). *Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas* (220 p.). Vilnius: Technika.

THE APPLICATION OF TOPSIS METHODOLOGY FOR IDENTIFICATION OF NATIONAL CRITICAL INFRASTRUCTURE

S. Šerėjienė, N. Goranin, I. Tumasonienė

Abstract

Various countries apply different methodology for national critical infrastructure identification. MCDM method TOPSIS is extensively used in different areas of research such as logistics, health. The best alternative is based on all criteria, dependant on their significance. The paper presents the study of multiple criteria decision-making method TOPSIS application for identification of Lithuanian national critical infrastructure. The experiments demonstrate, that use of MCDM ensure better and more stable identification of critical infrastructure resulting in concentrating protection efforts and resources on the most important infrastructure nodes.

Keywords: TOPSIS, national critical infrastructure, multi-criteria methodology.