

Civil engineering Statybos inžinerija

ŠVENTOSIOS UOSTO PLĖTROS DAUGIAKRITERĖ ANALIZĖ

Rokas EITUTIS *

Klaipėdos universitetas, Klaipėda, Lietuva

Gauta 2021 m. balandžio 29 d.; priimta 2021 m. lapkričio 30 d.

Santrauka. Šventosios uostas yra hidrotechninis statinys Šventosios gyvenvietėje, Palangos savivaldybėje. Darbe nagrinėjamos penkios Šventosios uosto atstatymo (rekonstrukcijos) alternatyvos. Analizuoti šias alternatyvas taikoma daugiakriterio vertinimo metodika (MCDM). Darbe nustatyta preliminariai geriausia alternatyva, rezultatai palyginti su „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studijos“ rezultatais ir pateiktos išvados. Nagrinėtų alternatyvų rodiklių santykiniai reikšmingumai nustatyti entropijos metodu. Alternatyvų vertinimas atliktas TOPSIS metodika.

Reikšminiai žodžiai: daugiakriteris sprendimų priėmimo metodas, MCDM, entropija, Šventosios uostas, TOPSIS, alternatyvos.

Įvadas

Šventoji – gyvenvietė, įkurta prie Šventosios upės. Kadaisė senas žvejų miestelis, dabar kurortinė gyvenvietė, priklausanti Palangos savivaldybei. Šventoji kurį laiką buvo gana apleista lyginant su kitais šalies kurortais. Tai matoma iš dabartinio Šventosios uosto – tai labiau geografinė sąvoka nei funkcionuojantis uostas (Vasiljeva ir Lebedeva, 2008), nes šiuo metu jis pasyvus, nefunkcionalus, jo teritorija apleista, tad neabejotinai jis turi būti rekonstruotas, o aplinka sutvarkyta. Europos Sąjunga reikalauja, kad Baltijos ir Šiaurės jūrų valstybės sudarytų galimybes pramoginiams laivams kas 50 jūrmylių (apie 100 km) pakrantės atstumu pasislėpti nuo juos užklupusių audrų. Šiuo metu Lietuva minėto reikalavimo patenkinti negali, tačiau sutvarkius Šventosios uostą šis reikalavimas būtų įvykdytas (Alatec ir Ardanuy, 2010; Žaromskis, 2020). Šventosios uosto atgaivinimas ir jo plėtra seniai tapęs diskusiniu objektu ir jau net keletą kartų nesėkmingai mėginta jį gaivinti:

- 1924–1926 m. statyta pirmoji uosto eilė su 380 m ilgio pietiniu ir 228 m ilgio šiauriniu molu, naudojant vietines medžiagas. Baigus statybas, paaiškėjo, kad upės srovė per silpna praplauti smėlio nešmenis, o tuometinės žemsiurbės per mažos galios akvatorijai valyti (Šimoliūnas, 1933; Žaromskis, 1998).
- 1939–1940 m. daryta skubi Šventosios uosto plėtra praradus Klaipėdą (ir Klaipėdos uostą) Vokietijai. Pastatytas 780 m ilgio pietinis molas. Šiaurinis molas

nebuvo pabaigtas dėl sovietinės kariuomenės invazijos ir Antrojo pasaulinio karo pradžios. Daug vėliau atgavus Klaipėdos kraštą visas dėmesys buvo sutelktas į Klaipėdos uosto plėtrą, kol Šventosios uostas buvo paliktas likimo valiai (Skerys ir Christauskas, 2010; Šimoliūnas, 1939).

- 2011 m. atlikti Šventosios uosto valymo darbai. Buvo įrengtos 72 švartavimosi vietos mažiesiems ir pramoginiams laivams. Dėl prastos molų būklės uostas ilgai negyvavo – per 10 dienų uosto akvatorija buvo užnešta nuosėdomis ir tolimesnė laivyba joje buvo neįmanoma (Žaromskis, 2020).

Šiame darbe nagrinėjamos penkios uosto plėtros (rekonstrukcijos) alternatyvos daugiakriterio vertinimo metodikomis, siekiant nustatyti Šventosios uosto rekonstrukcijos racionaliausią variantą.

1. Šventosios uosto plėtros alternatyvos bei rodikliai

Atliekant Šventosios uosto plėtros daugiakriterę analizę, buvo remtasi 2010 metų „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija“. Nagrinėjamos penkios joje pateiktos galimos atstatymo alternatyvos (Alatec ir Ardanuy, 2010):

A_1 – 1 alternatyva (1 pav.). Darbai vykdomi esamo uosto ribose. Molų ilgiai 645 m ir 426 m. Molų konstrukcija sudaryta iš apsauginių akmenų ir 6 m gylį siekiančio

*Autorius susirašinėti. El. paštas rokas.eitutis@gmail.com

švartavimosi doko. Laivai švartuojami į atsišakojančius dokus. Bus sukurta techninė vietovė su garažais, laivų statykla, sausuoju doku ir pervežamu keltuvu.

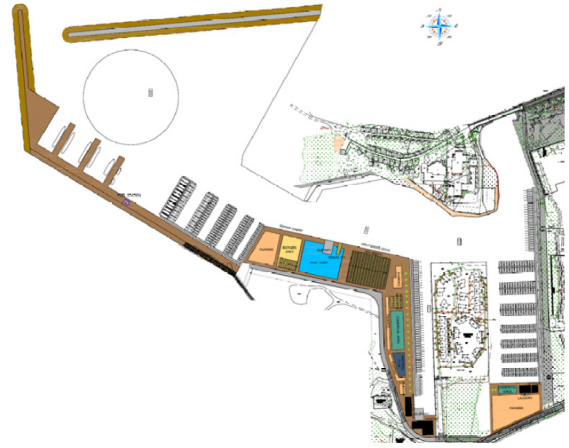
A₂ – 2 alternatyva (2 pav.). Panaši į A₁ alternatyvos variantą – esamo uosto ribose, tokia pati molų konfigūracija. Saugomas paviršius, kur bus švartuojami laivai, yra išvystomas pietinėje dalyje.

A₃ – 2A alternatyva (3 pav.). Alternatyvos A₂ galimas variantas, esant kitokiam švartuojamų laivų išdėstymui vidiniame uoste.

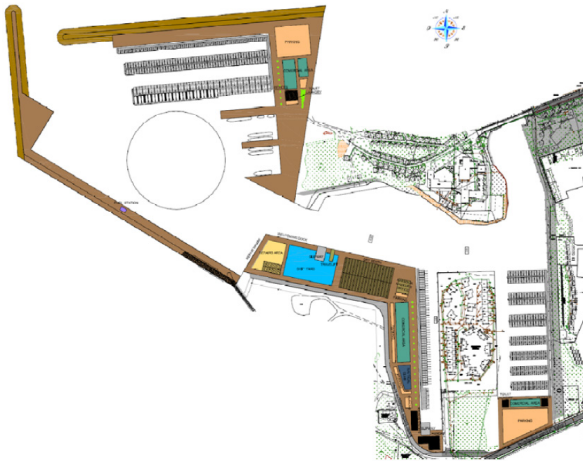
A₄ – 2B alternatyva (4 pav.). Alternatyvos A₂ galimas variantas su didesniu laivų švartavimo vietų skaičiumi vidiniame uoste.

A₅ – 3 alternatyva (5 pav.). Darbai vykdomi už esamo uosto ribų. Molų ilgiai apytikriai 1402,5 ir 841 metrų. Laivų švartavimosi pajėgumas žymiai didesnis lyginant su kitomis alternatyvomis.

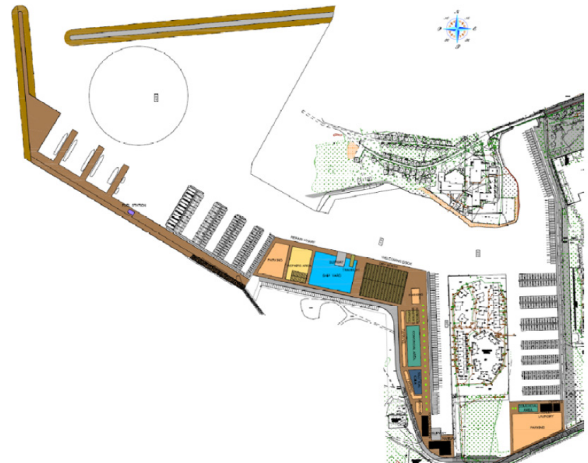
Tolimesniems skaičiavimams pasirinkti iš viso 17 vertinimo rodiklių (1 lentelė).



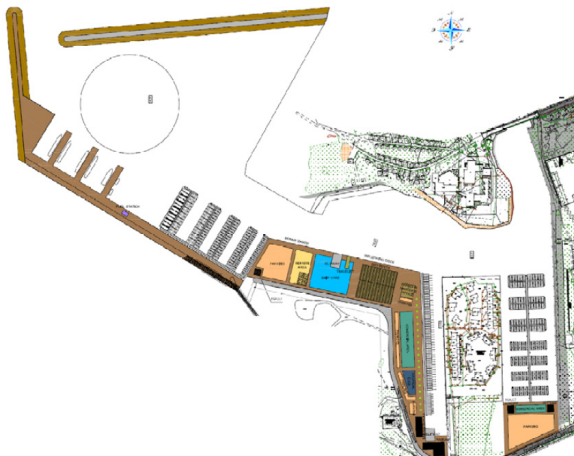
3 paveikslas. 2A alternatyva
Figure 3. Alternative 2A



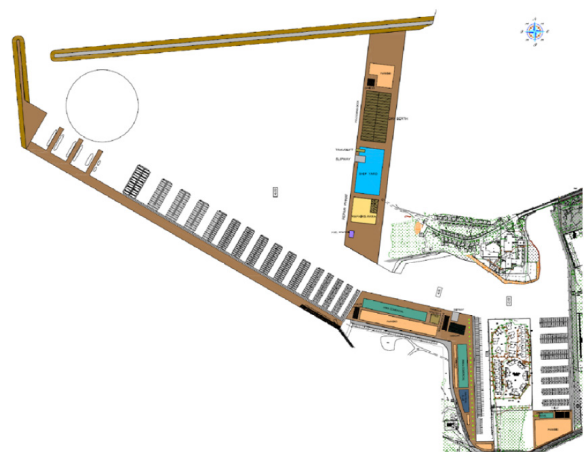
1 paveikslas. 1 alternatyva
Figure 1. Alternative 1



4 paveikslas. 2B alternatyva
Figure 4. Alternative 2B



2 paveikslas. 2 alternatyva
Figure 2. Alternative 2



5 paveikslas. 3 alternatyva
Figure 5. Alternative 3

1 lentelė. Lyginamųjų rodiklių aprašymas
Table 1. Criteria descriptions

Nr.	Rodiklis	Apibūdinimas	Vienetai	Kryptis
1	Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6$ m)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti iki 6 metrų ilgio laivus	vnt.	MAX
2	Laivų švartavimo vietų skaičius ($6 \text{ m} < L < 9$ m)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 6 iki 9 metrų ilgio laivus	vnt.	MAX
3	Laivų švartavimo vietų skaičius ($9 \text{ m} < L < 12$ m)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 9 iki 12 metrų ilgio laivus	vnt.	MAX
4	Laivų švartavimo vietų skaičius ($12 \text{ m} < L < 15$ m)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 12 iki 15 metrų ilgio laivus	vnt.	MAX
5	Nuolat stovinčių laivų vietų skaičius uoste	Kiekis švartavimo vietų, paskirtų vietinių gyventojų ar šventojoje esančių tarnybų laivams, kurie naudosis uostu visus metus	vnt.	MAX
6	Laikiniai stovinčių laivų vietų skaičius uoste	Kiekis švartavimo vietų, paskirtų laivams, kurie naudojami uostu tik vasaros sezono metu (turizmo, pramogų paskirčiai)	vnt.	MAX
7	Plotas, skirtas laivams nuleisti į vandenį	Teritorija nuleisti atvežtus laivus į uosto vandenį. Įskaičiuojamas slipas (rampa laivui nuleisti į vandenį) ir automobilių priekabų bei sausuma atvykstančių transporto priemonių stovėjimo vieta. Didelis plotas leidžia lengviau nuleisti laivus į vandenį ir lengviau laivus atvežusiems transporto priemonėmis manevruoti	m ²	MAX
8	Laivų saugojimo aikštelės plotas	Sausumos teritorijos plotas, skirtas saugoti laivus sausumoje žiemos metu, kad jie nebūtų pažeisti galimo apledėjimo. Čia gali būti saugomi tiek nuolatos, tiek laikinai uostu besinaudojantys laivai	m ²	MAX
9	Autotransporto stovėjimo aikštelės plotas	Atstatyto uosto teritorijos plotas, skirtas transporto priemonėms stovėti	m ²	MAX
10	Uosto tarnybos plotas	Uosto teritorija, skirta tik joje dirbančioms tarnyboms (LR valstybės sienos apsaugos tarnybos laivai, specializuoti gelbėjimo, išsiliejusios naftos surinkimo, priešgaisrinės ir jūros aplinkos apsaugos, laivybos ir žvejybos kontrolės institucijų, Būdingos naftos terminalo pagalbiniai laivai ir t. t.)	m ²	MAX
11	Uosto gyliai	Uosto veiklai vykdyti reikalingas minimalus akvatorijos gylis	m	MIN
12	Vidinės akvatorijos plotas	Uosto vidaus vandenų teritorijos plotas, kuriame vykdoma laivyba	m ²	MAX
13	Bendra gilinimo kaina	Išlaidos, reikalingos atlikti gilinimo darbus	mln. EUR	MIN
14	Pagrindinis konkurso biudžetas	Projekto įgyvendinimo suma	mln. EUR	MIN
15	Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	Didžiausi projektiniai bangų aukščiai pučiant labiausiai vyraujančiam V vėjui. Aukštesnės bangos apsunkina laivybos sąlygas	m/s	MIN
16	Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Įrengtų arba rekonstruotų privažiavimo kelių įtaka esamai miesto infrastruktūrai	Balai	MAX
17	Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Uosto rekonstrukcijos veiksmy įtaką aplinkai (vartotojų tranzitas, kuro tiekimas, laivų techninė priežiūra, valymo operacijų sukelti padariniai ir t. t.)	Balai	MAX

2. Rodiklių svorių skaičiavimas entropijos metodu

Nagrinėjamų alternatyvų rodiklių svoriai įvertinami entropijos metodu (2 lentelė). Tai objektyvių rodiklių reikšmingumo nustatymo būdas, kur svorio didėjimas susietas su vienos rodiklio reikšmės dominavimo laipsniu tarp visų alternatyvų (Bagočius et al., 2013, Podvezko ir Podvezko, 2014; Kim, 2016; Osman et al., 2021).

Matricos normalizavimas:

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

čia r_{ij} – i -tojo rodiklio, j -osios alternatyvos reikšmė; \tilde{r}_{ij} – i -tojo rodiklio, j -osios alternatyvos normalizuota reikšmė.

2 lentelė. Rodiklių svorių skaičiavimas entropijos metodu
Table 2. Criteria weight calculation using entropy method

Rodikliai	Alternatyvų rodiklių reikšmės					Normalizuotos rodiklių reikšmės					E_i	d_i	W_i
	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{i5}	\tilde{r}_{i1}	\tilde{r}_{i2}	\tilde{r}_{i3}	\tilde{r}_{i4}	\tilde{r}_{i5}			
1	228	174	198	198	328	0,202	0,155	0,176	0,176	0,291	0,983	0,017	0,054
2	239	187	225	253	355	0,190	0,149	0,179	0,201	0,282	0,985	0,015	0,047
3	64	30	30	30	98	0,254	0,119	0,119	0,119	0,389	0,917	0,083	0,269
4	24	13	13	13	24	0,276	0,149	0,149	0,149	0,276	0,971	0,029	0,094
5	204	149	174	182	296	0,203	0,148	0,173	0,181	0,295	0,982	0,018	0,060
6	510	373	435	435	740	0,205	0,150	0,174	0,174	0,297	0,981	0,019	0,062
7	3825	2810	3265	3430	5550	0,203	0,149	0,173	0,182	0,294	0,982	0,018	0,059
8	12 250	8950	10 450	10 920	17 760	0,203	0,148	0,173	0,181	0,294	0,982	0,018	0,059
9	13 030	9615	9450	9145	13 145	0,240	0,177	0,174	0,168	0,242	0,992	0,008	0,027
10	1130	980	980	980	1205	0,214	0,186	0,186	0,186	0,228	0,998	0,002	0,008
11	6	6	6	6	8	0,188	0,188	0,188	0,188	0,250	0,995	0,005	0,015
12	53 650	38 515	45 030	47 095	77 550	0,205	0,147	0,172	0,180	0,296	0,981	0,019	0,062
13	2,66	2,83	2,83	2,83	4,01	0,176	0,187	0,187	0,187	0,265	0,992	0,008	0,025
14	58,55	53,20	53,22	53,35	103,50	0,182	0,165	0,165	0,166	0,322	0,974	0,026	0,083
15	0,34	0,48	0,48	0,48	0,44	0,153	0,216	0,216	0,216	0,198	0,995	0,005	0,016
16	10	10	10	10	7,5	0,211	0,211	0,211	0,211	0,158	0,996	0,004	0,012
17	7,3	10	8,5	8,2	5	0,202	0,155	0,176	0,176	0,291	0,985	0,015	0,047

Entropijos lygio skaičiavimas:

$$E_i = \left(-\frac{1}{\ln n} \right) \cdot \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \cdot \ln(\tilde{r}_{ij}), \quad (2)$$

čia E_i – entropijos lygis; n – nagrinėjamų alternatyvų skaičius.

Rodiklio kitimo lygio skaičiavimas:

$$d_i = 1 - E_i, \quad (3)$$

čia d_i – rodiklio kitimo lygis.

Rodiklių svorių skaičiavimas:

$$W_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^m d_i}, \quad (4)$$

čia W_i – rodiklio svoris.

3. Alternatyvų vertinimas TOPSIS daugiakriteriu vertinimo metodu

TOPSIS (angl. *The technique for order preference by similarity to ideal solution*) – Yoon ir Hwang sukurtas variantų racionalumo idealiojo taško artumo nustatymo daugiatislo vertinimo metodas. Optimali alternatyva yra mažiausiai nutolusi nuo idealaus sprendinio ir labiausiai nutolusi nuo blogiausio sprendinio (Hwang & Yoon, 1981; Bagočius et al., 2014; Simanavičienė, 2016; Kim, 2016; Zavadskas et al., 2016, 2017; Fan et al., 2020).

Sprendimų priėmimo matricos P sudarymas (3 lentelė):

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

čia x_{ij} – i -tosios alternatyvos, j -ojo rodiklio reikšmė ($i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$).

Sprendimų matricos P normalizavimas:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (6)$$

čia \bar{x}_{ij} – i -tosios alternatyvos, j -ojo rodiklio normalizuota reikšmė ($i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$).

Normalizuota sprendimų priėmimo matrica \bar{P} (4 lentelė):

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1j} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2j} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{i1} & \bar{x}_{i2} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mj} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Sudaromi geriausios ir blogiausios alternatyvos modeliai (5 lentelė):

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = \overline{1, m} \right\}; \quad (8)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = \overline{1, m} \right\}; \quad (9)$$

$$v_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot W_i, \quad (10)$$

čia A^+ – „geriausios įmanomos“ alternatyvos modelis; A^- – „blogiausios įmanomos“ alternatyvos modelis; v_{ij} – normalizuotos sprendimų matricos elemento (\bar{x}_{ij}) ir rodiklio svorio (W_i) sandauga; J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė; J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

Nustatomi i -tosios alternatyvos santykiniai atstumai iki geriausios ir blogiausios alternatyvos (6 lentelė):

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = \overline{1, m}; \quad (11)$$

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (12)$$

čia L_i^+ – atstumas iki „geriausios įmanomos“ A^+ alternatyvos; L_i^- – atstumas iki „blogiausios įmanomos“ A^- alternatyvos; $v_j^+ = A^+$; $v_j^- = A^-$.

Nustatomi sąlyginiai lyginamųjų variantų atstumai iki idealaus (6 lentelė):

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, \quad (13)$$

čia K_i – i -tosios alternatyvos santykinis atstumas iki „blogiausios įmanomos“ alternatyvos A^- .

3 lentelė. Sprendimų priėmimo matrica
Table 3. Decision matrix

Rodikliai	Alternatyvos					W_i
	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}	x_{i5}	
1	228	174	198	198	328	0,054
2	239	187	225	253	355	0,047
3	64	30	30	30	98	0,269
4	24	13	13	13	24	0,094
5	204	149	174	182	296	0,060
6	510	373	435	435	740	0,062
7	3825	2810	3265	3430	5550	0,059
8	12 250	8950	10 450	10 920	17 760	0,059
9	13 030	9615	9450	9145	13 145	0,027
10	1130	980	980	980	1205	0,008
11	6	6	6	6	8	0,015
12	53,65	38,515	45,03	47,095	77,55	0,062
13	2,66	2,83	2,83	2,83	4,01	0,025
14	58,6	53,2	53,2	53,3	103,5	0,083
15	0,34	0,48	0,48	0,48	0,44	0,016
16	10	10	10	10	7,5	0,012
17	7,3	10	8,5	8,2	5	0,047

4 lentelė. Normalizuota sprendimų priėmimo matrica
Table 4. Normalized decision matrix

Rodikliai	Alternatyvos					W_i
	\bar{x}_{i1}	\bar{x}_{i2}	\bar{x}_{i3}	\bar{x}_{i4}	\bar{x}_{i5}	
1	0,440	0,336	0,382	0,382	0,633	0,054
2	0,414	0,324	0,390	0,439	0,615	0,047
3	0,500	0,234	0,234	0,234	0,765	0,269
4	0,589	0,319	0,319	0,319	0,589	0,094
5	0,440	0,321	0,375	0,393	0,639	0,060
6	0,443	0,324	0,378	0,378	0,643	0,062
7	0,439	0,323	0,375	0,394	0,638	0,059
8	0,440	0,322	0,376	0,393	0,638	0,059
9	0,528	0,390	0,383	0,371	0,533	0,027
10	0,477	0,414	0,414	0,414	0,509	0,008
11	0,416	0,416	0,416	0,416	0,555	0,015
12	0,444	0,319	0,372	0,389	0,641	0,062
13	0,388	0,412	0,412	0,412	0,584	0,025
14	0,389	0,354	0,354	0,354	0,688	0,083
15	0,340	0,480	0,480	0,480	0,440	0,016
16	0,468	0,468	0,468	0,468	0,351	0,012
17	0,410	0,561	0,477	0,460	0,280	0,047

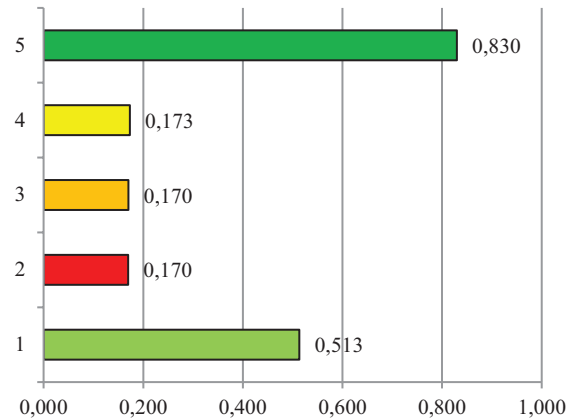
5 lentelė. Geriausios ir blogiausios alternatyvos modelių skaičiavimai
Table 5. Calculation of the ideal best and ideal worst alternative models

Rodikliai	Alternatyvos					A^+	A^-
	v_{i1}	v_{i2}	v_{i3}	v_{i4}	v_{i5}		
1	0,024	0,018	0,021	0,021	0,034	0,034	0,018
2	0,020	0,015	0,018	0,021	0,029	0,029	0,015
3	0,135	0,063	0,063	0,063	0,206	0,206	0,063
4	0,055	0,030	0,030	0,030	0,055	0,055	0,030
5	0,026	0,019	0,022	0,023	0,038	0,038	0,019
6	0,027	0,020	0,023	0,023	0,040	0,040	0,020
7	0,026	0,019	0,022	0,023	0,037	0,037	0,019
8	0,026	0,019	0,022	0,023	0,038	0,038	0,019
9	0,014	0,011	0,011	0,010	0,015	0,015	0,010
10	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003
11	0,006	0,006	0,006	0,006	0,008	0,006	0,008
12	0,028	0,020	0,023	0,024	0,040	0,040	0,020
13	0,010	0,010	0,010	0,010	0,015	0,010	0,015
14	0,032	0,029	0,029	0,030	0,057	0,029	0,057
15	0,005	0,008	0,008	0,008	0,007	0,005	0,008
16	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,006	0,004
17	0,019	0,027	0,023	0,022	0,013	0,027	0,013

6 lentelė. Geriausios alternatyvos skaičiavimas
Table 6. Most optimal alternative calculation

Atstumai	Alternatyvos				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
L _i ⁺	0,078	0,153	0,151	0,150	0,031
L _i ⁻	0,082	0,031	0,031	0,031	0,153
K _i	0,513	0,170	0,170	0,173	0,830

Atlikus skaičiavimus TOPSIS metodika, gautieji skaičiavimo rezultatai pateikiami grafiškai (6 pav.).



6 paveikslas. Alternatyvų tarpusavio palyginimas
Figure 6. Alternative comparison

7 lentelė. A₄ ir A₅ alternatyvų palyginimas
Table 7. A₄ and A₅ alternative comparison

Nr.	Rodiklis	Vienetai	A ₄	A ₅
1	Laiivų švartavimo vietų skaičius (L < 6 m)	vnt.	198	328
2	Laiivų švartavimo vietų skaičius (6 m < L < 9 m)	vnt.	253	355
3	Laiivų švartavimo vietų skaičius (9 m < L < 12 m)	vnt.	30	98
4	Laiivų švartavimo vietų skaičius (12 m < L < 15 m)	vnt.	13	24
5	Nuolat stovinčių laiivų vietų skaičius uoste	vnt.	182	296
6	Laikiniai stovinčių laiivų vietų skaičius uoste	vnt.	435	740
7	Plotas, skirtas laivams nuleisti į vandenį	m ²	3430	5550
8	Laiivų saugojimo aikštelės plotas	m ²	10 920	17 760
9	Autotransporto stovėjimo aikštelės plotas	m ²	9145	13145
10	Uosto tarnybos plotas	m ²	980	1205
11	Uosto gyliai	m	6	8
12	Vidinės akvatorijos plotas	m ²	47 095	77 550
13	Bendra gilinimo kaina	mln. EUR	2,83	4,01
14	Pagrindinis konkurso biudžetas	mln. EUR	53,35	103,50
15	Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	m/s	0,48	0,44
16	Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Balai	10	7,5
17	Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Balai	8,2	5

Išvados

Atlikus daugiakriterius skaičiavimus nustatyta, kad geriausia yra A₅ – 3 alternatyva. Tai nesutampa su „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studijos“ išvadamis, kur kaip optimaliausia alternatyva pateikta 2B alternatyva (A₄). Palyginus alternatyvas (7 lentelė) matyti, kad A₅ (3 alternatyva) yra didesnio masto (didesni teritorijų plotai, švartuojamų laiivų kiekiai...), bet išlaidos alternatyvos statybai būtų daug didesnės.

Galimos nesutapimo priežastys:

- galimybių studijoje nagrinėta per mažai rodiklių;
- galimybių studijoje vertinimas buvo atliktas neaiškio- mis metodikomis.

Rekomenduojama prieš pradėdant Šventosios uosto atgaivinimo projektą iš naujo vertinti esamas alternatyvas

pagal darbe pateiktą rodiklių sistemą ir siūloma atnaujinti informaciją pagal realią šių dienų Šventosios uosto situaciją.

Padėkos

Padėka skiriama lekt. dr. Vygantui Bagočiui, magistrinio baigiamojo darbo vadovui, už pagalbą, susijusią su daugia- kriterio vertinimo metodikos pasirinkimu ir skaičiavimų mokymais.

Literatūra

Alatec ir Ardanuy. (2010). Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija: galutinė ataskaita. https://www.portofklaipeda.lt/uploads/uosto_prezentacijos/Final%20Report_LT_COMPL_Sventosios%20galimybiu%20studija.pdf

- Bagočius, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2014). Selecting a location for a liquefied natural gas terminal in the Eastern Baltic Sea. *Transport*, 29(1), 69–74. <https://doi.org/10.3846/16484142.2014.897996>
- Bagočius, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria selection of a deep-water port in Klaipėda. *Procedia Engineering*, 57, 144–148. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.021>
- Fan, S., Zhang, J., Blanco-Davis, E., Yang, Z., & Yan, X. (2020). Maritime accident prevention strategy formulation from a human factor perspective using Bayesian Networks and TOPSIS. *Ocean Engineering*, 210, 107544. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107544>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications: A state of the art survey*. Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- Kim, A. R. (2016). A study on competitiveness analysis of ports in Korea and China by entropy weight TOPSIS. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(4), 187–194. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2016.12.001>
- Osman, M. T., Tian, L., Chen, Y., & Abdul Rahman, N. S. F. (2021). Empirical analysis on port state control inspection for foreign-registered ships in Malaysian ports. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 37(2), 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2020.10.004>
- Podvezko, V. ir Podvezko, A. (2014). Kriterijų reikšmingumo nustatymo metodai. *Lietuvos matematikų draugijos darbai*, 55(ser. B), 111–116. <https://doi.org/10.15388/LMR.B.2014.21>
- Simanavičienė, R. (2016). TOPSIS metodo jautrumas normalizavimo taisyklių atžvilgiu. *Lietuvos matematikų draugijos darbai*, 57(ser. B), 71–76.
- Skerys, K. ir Christauskas, J. (2010). *Transporto statiniai: uostai*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1162-S>
- Šimoliūnas, J. (1933). *Šventosios uostas: istorija, ekonominė reikšmė, uosto statyba*. Kaunas.
- Šimoliūnas, J. (1939). *Mūsų jūra: laivininkystės, žvejybos, buravimo ir jūrinės literatūros iliustruotas mėnesinis žurnalas*. Lietuvos jūrininkų sąjunga.
- Vasiljeva, L. ir Lebedeva, R. (2008). Šventosios uosto rekonstrukcijos perspektyvos ir prognozės. *Vadyba*, 2(13), 179–183.
- Zavadskas, E. K., Mardani, A., Turskis, Z., Jusoh, A., & Nor, K. M. (2016). Development of TOPSIS method to solve complicated decision-making problems. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(03), 645–682. <https://doi.org/10.1142/S0219622016300019>
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Vilutienė, T., & Lepkova, N. (2017). Integrated group fuzzy multi-criteria model: Case of facilities management strategy selection. *Expert Systems with Applications*, 82, 317–331. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.03.072>
- Žaromskis, R. (1998). *Šventosios uostas*. Baltic ECO leidybos centras.
- Žaromskis, R. (2020). *Abipus kranto linijos*. Klaipėdos universiteto leidykla.

MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING ANALYSIS OF THE PORT OF ŠVENTOJI DEVELOPMENT

R. Eitutis

Abstract

Port of Šventoji is a maritime facility in the settlement of Šventoji, located within the country Lithuania, near the seaside resort town of Palanga. In this paper five Port of Šventoji development alternatives are overviewed using a multi-criteria decision-making (MCDM) method. The results will be compared with the ones found in “Port of Šventoji reconstruction feasibility study” (liet. *Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija*). Criteria weights of the analysed alternatives are determined using the entropy method. Alternative analysis is carried out using the TOPSIS multicriteria method.

Keywords: multi-criteria decision-making, MCDM, entropy, Port of Šventoji, TOPSIS, alternatives.