

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETO
JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETO
JŪRŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**DAUGIAKRITERINĖ ŠVENTOSIOS UOSTO PLĖTROS
ANALIZĖ**

Uosto statinių studijų programos magistro baigiamasis darbas

Autorius
Vadovas

JMNUSI–19 gr. stud. Rokas Eitutis
lekt. dr. V. Bagočius

Klaipėda, 2021

Pildo bakalauro / magistro baigiamojo darbo autorius

.....
Rokas Eitutis

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

.....
Daugiakriterinė Šventosios uosto plėtros analizė

(magistro baigiamojo darbo pavadinimas lietuvių kalba)

Patvirtinu, kad bakalauro/magistro baigiamasis darbas parašytas savarankiškai, nepažeidžiant kitiems asmenims priklausančių autorių teisių, visas baigiamasis bakalauro/magistro darbas ar jo dalis nebuvo panaudotas Klaipėdos universitete ir kitose aukštosiose mokyklose.

.....
Rokas Eitutis

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

Sutinku, kad bakalauro / magistro baigiamasis darbas būtų naudojamas neatlygintinai 5 m. Klaipėdos universiteto studijų procese.

.....
Rokas Eitutis

(magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė ir parašas)

Pildobakalauro / magistro baigiamojo darbo vadovas

Bakalauro / magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
Vygantas Bagočius

(data)

(magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Pildo Jūrų inžinerijos katedros, kuruojančios studijų programą, administratorius (sekretorius)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje

.....
(data)

Aušra Gricė

(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

Pildo Jūrų inžinerijos katedros, kuruojančios studijų programą, vedėjas ir programų vadovas

Bakalauro / magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
Prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas

(data)

(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

Bakalauro / magistro baigiamąjį darbą ginti

(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....
Michail Samofalov

(data)

(programų vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Recenzentais skiriu

.....
Darius Narmontas

(įrašyti recenzento vardą, pavardę)

.....
Jevgenija Rutė

(įrašyti recenzento vardą, pavardę)

.....
Michail Samofalov

(data)

(programų vadovo vardas, pavardė ir parašas)

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas
Jūrų inžinerijos katedra

Studijų programa: *Uosto statiniai*

Valstybinis kodas: *6211EX070*

Pakopa: antroji

Kvalifikacija: statybos inžinerijos magistras

TVIRTINU:

Studijų programos vadovas

..... *prof. dr. Michail Samofalov*

(pareigos, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

.....
(parašas)

..... *2021 m. kovo 23 d.*

(data)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
U Ž D U O T I S

Studentas: *Rokas Eitutis*

(vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: *Daugiakriterinė šventosios uosto plėtros analizė*

Baigiamajam darbui rengti taikyti galiojančius Lietuvoje normatyvinius statybos techninius dokumentus, projektus, mokslo literatūrą.

Baigiamojo darbo sandara (atsižvelgiant į 2020 m. vasario 6 d. patvirtintą KU studentų savarankiškų rašto darbų bendrųjų reikalavimų aprašo reikalavimus, 2020 m. gruodžio 3 d. patvirtintą KU JTGMF Statybos inžinerijos studijų krypties studentų savarankiškų rašto darbų reikalavimų aprašo reikalavimus):

1) **Apipavidalinimo įžanginiai dokumentai**

- *Antraštės lapas*
- *Santrauka lietuvių kalba ir anglų kalba, gali būti dar kita kalba papildomai*
- *Turinys*
- *Santrumpų sąrašas, jeigu reikia*
- *Sąvokų sąrašas, jeigu reikia*

2) **Tyrimai**

- *Įvadas*
- *Teorinė tyrimų dalis – *Literatūros apžvalga**
- *Empirinė tyrimų dalis – *Optimaliausios šventosios uosto atstatymo alternatyvos parinkimas**
- *Bendrosios baigiamosios išvados*
- *Rekomendacijos*

3) **Baigiamieji dokumentai**

- *Literatūra*
- *Skaitytų pranešimų bei parengtų mokslinių straipsnių kopijos*
- *Priedai*

Parengtą baigiamąjį darbą pateikti nustatytu laiku.

Užduoties gavimo data: *2021 m. kovo 23 d.*

Darbo baigimo terminas: *2021 m. gegužės 17 d.*

Studentas: *Rokas Eitutis*

(vardas, pavardė)

(parašas)

Darbo vadovas: *Vygantas Bagočius*

(vardas, pavardė)

(parašas)

TURINYS

SANTRAUKA	5
SUMMARY	6
SANTRUMPOS	7
ĮVADAS	8
I. LITERATŪROS APŽVALGA	9
1.1. Uostai, jų tipai	9
1.2. Šventosios uostas	11
1.3. Kiti gretimi uostai	14
1.4. Šventosios istorija ir dabartis	19
1.5. Daugiakriterinio sprendimo metodikos	27
1.6. Rodiklių svoriai	29
1.7. Rodiklių reikšmingumo nustatymas	29
1.7.1. AHP metodas	30
1.7.2. SWARA metodas	32
1.8. Magistriniame darbe naudojami daugiakriteriniai metodai	33
1.8.1. CoCoSo fuzzy skaičiavimo metodika	33
1.8.2. SAW skaičiavimo metodika	35
1.8.3. TOPSIS skaičiavimo metodika	36
II. PRELINIMINARIAI OPTIMALIAUSIOS ŠVENTOSIOS UOSTO ATSTATYMO ALTERNATYVOS PARINKIMAS	37
2.1. Šventosios uosto plėtros daugiakriterinė analizė	37
2.2. Nagrinėjamos Šventosios uosto plėtros alternatyvos	38
2.3. Vertinami rodikliai	42
2.4. Reikšmingumų skaičiavimas	44
2.4.1. AHP metodas	44
2.4.1. SWARA metodas	49
2.5. MCDM skaičiavimai	55
2.5.1. CoCoSo fuzzy skaičiavimas	55
2.5.2. SAW skaičiavimas	58
2.5.3. TOPSIS skaičiavimas	60
III. REZULTATAI	64
IŠVADOS	69
REKOMENDACIJOS	69

LITERATŪRA

71

PRIEDAI

75

Klaipėdos universitetas
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas
Jūrų inžinerijos katedra

Uosto statinių studijų programos baigiamasis magistro darbas

DAUGIAKRITERINĖ ŠVENTOSIOS UOSTO PLĖTROS ANALIZĖ

Autorius: R. Eitutis

Vadovas: lekt. dr. V. Bagočius

Kalba: lietuvių

SANTRAUKA

Baigiamajame darbe atlikta Šventosios uosto apžvalga ir daugiakriterinė analizė, preliminariai optimaliausiai alternatyvai nustatyti.

Šio darbo teorinėje dalyje atliekama literatūros apžvalga:

- jūrų uostai ir jų tipai;
- Šventosios uostas, jo istorinė apžvalga;
- arčiausiai Šventosios esančių arba pagal pobūdį panašiausių uostų apžvalga.

Tiriamojame darbo dalyje apžvelgiamos nagrinėjamos plėtros alternatyvos, parenkami vertinimo kriterijai, nustatomi jų reikšmingumai. Duomenys apdorojami Excel skaičiuokle, AHP ir SWARA metodikomis nustatomi rodiklių svoriai, o alternatyvų analizei taikomi CoCoSo fuzzy, SAW ir TOPSIS daugiakriteriniai vertinimo metodai.

Baigiamąjį darbą sudaro: 75 puslapių, 34 lentelių ir 35 paveikslėlių.

Raktažodžiai: uostas, alternatyvos, optimizavimas.

Klaipeda University
Faculty of Marine Technologies and Natural Sciences
Department of Marine Engineering

Final these for Master's degree in Port Structures Engineering programme

MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING (MCDM) ANALYSIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE PORT ŠVENTOJI TOWN

Author: R. Eitutis
Supervisor: lekt. dr. V. Bagočius
Language: Lithuanian

SUMMARY

In this paper Port of Šventoji was analyzed and multicriteria calculations were carried out in order to find the most rational alternative for its reconstruction.

Theoretical part of the work analyzes:

- Seaports and their types;
- Port of Šventoji and its history;
- overview of ports that are nearby or similar to Port of Šventoji.

The survey part consists of examination of alternatives, selecting criteria and determining their weights. The data is analyzed with the program Excel, using AHP and SWARA methods, while alternative analysis is carried out using CoCoSo fuzzy, SAW and TOPSIS multicriteria methods.

Final thesis consists of: 75 pages, 34 tables and 35 pictures.

Key words: port, alternatives, optimization

SANTRUMPOS

AHP (*angl. The Analytic Hierarchy Process*) analitinių hierarchijų procesas;

CoCoSo (*angl. Combined Compromise Solution*) – nauja skaičiavimo metodika, apjungianti SAW (*angl. Simple Additive Weighting*) ir MEW (*angl. Exponentially Weighted Product*) metodikas.

MCDM (*angl. Multiple Criteria Decision Making method*) – daugiakriterinis sprendimų priėmimo metodas;

SAW (*angl. Simple Additive Weighting*) – paprastasis adityvus svorių metodas;

SSGG (*angl. SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) – analizės metodas, kurio metu nustatomos stiprybės/pranašumai, silpnybės/trūkumai, galimybės ir grėsmės;

SWARA (*angl. Step–Wise Weight Assessment Ratio Analysis*) – laipsniškas porinio rodiklių santykinės svarbos lyginimo metodas;

TOPSIS – (*angl. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) – artumo idealiajam taškui metodas.

MADM – (*angl. Multiple Attribute Decision Making method*) - daugiakriterinis sprendimo priėmimo metodas;

MODM – (*angl. Multi-Objective Decision Making*) - daugiakriterinis tolydusis sprendimo priėmimas;

IVADAS

Šventoji – gyvenvietė, įkurta prie Šventosios upės. Kadaisė senas žvejų miestelis (Larisa ir kt., 2008) dabar kurortinė gyvenvietė Baltijos pajūryje, esanti Palangos miesto sudėtyje, su seniūnijos statusu. Šventoji šiandien tampa vis patrauklesniu kurortu ir vasaros sezono metu sulaukia iki 50 tūkst. poilsiautojų savaitgaliais (Alatec, 2010). Tačiau gyvenvietė kurį laiką buvo pakankamai apleista, lyginant su kitais šalies kurortais, kas stebima pagal dabartinę Šventosios uosto situaciją. Šventosios uostas šiuo metu yra labiau geografinė sąvoka nei aktyvus uostas (pasyvus, nefunkcionalus, su apleista teritorija) (Larisa ir kt., 2008).

Magistriniame darbe nagrinėjamos penkios Šventosios uosto atstatymo alternatyvos pagal „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studiją“. Analizuojant šias alternatyvas pasitelktos daugiakriterinio vertinimo metodikos MCDM (*angl. Multiple Criteria Decision Making method*), apskaičiuojama preliminariai optimaliausia alternatyva bei rezultatas palyginamas su nagrinėjamame dokumente pateiktomis išvadomis. Pasirinkti vertinimo metodai – CoCoSo fuzzy, SAW ir TOPSIS.

Darbo objektas – Šventosios uostas.

Darbo aktualumas – Šventosios uosto rekonstrukcija yra reikalinga siekiant įgyvendinti Lietuvos kaip Europos sąjungos (ES) narės įsipareigojimus. Baltijos jūros pakrantėse nurodyta, kad kas 50 jūrmylių (apie 100 km) turi būti įrengti uosteliai mažiesiems laivams pasislėpti nuo audrų jūroje. Lietuva šiuo metu netenkina šio reikalavimo, tačiau Šventosios uosto atstatymas šią situaciją pakeistų.

Darbo tikslas – susipažinti su Šventosios uosto plėtros alternatyvomis, atlikti daugiakriterinę analizę ir pateikti preliminarias rekomendacijas.

Darbo uždaviniai:

Tiriamąo darbo uždaviniai:

1. Apžvelgti mokslinę literatūrą apie uostus, jų tipus, ypatumus;
2. Atlikti literatūros analizę Šventosios uosto tematika;
3. Analizuoti Šventosios uosto plėtros alternatyvas, parinkti vertinimo rodiklius;
4. Nustatyti rodiklių reikšmingumus;
5. Atlikti daugiakriterinių metodų analizę;
6. Nustatyti optimaliausią Šventosios uosto plėtros alternatyvą;
7. Suformuluoti išvadas ir pateikti rekomendacijas.

I. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Uostai, jų tipai

Vandens transportas – vienas iš seniausių žmonijos transporto rūšių. Naudota susisiekti su kitu upės ar ežero krantu, pasiekti atokesnes vietas, keistis prekėmis. Vandens transporto plėtra ypatinga, nes tobulėjant laivams tobulėti privalo ir uostai. (Paulauskas, 2011). Uostas – pajūrio ruožas (Belova, 2012) su visuma statinių ir įrenginių, skirtų jūrų prekybos tikslams vykdyti, užtikrinančių keleivių įlaipinimą ir išlaipinimą, laivų pakrovimą ir iškrovimą (Skerys ir kt., 2010; Belova, 2012). Pro uostus gabenamos prekės sukuria pridėtinę vertę – net tik perkraunant ir sandėliuojant prekes, bet ir atliekant papildomas paslaugas (Paulauskas, 2011). Uostai yra įvairūs ir juos galima skirstyti pagal daugelį kriterijų,

Pagal geografinę padėtį (Skerys ir kt., 2010; Belova, 2012):

- Uostai įkurti atvirame jūros krante, įlankose, fiorduose;
- Žiočių uostai, įkurti upių žiotyse;
- Vidiniai uostai, įkurti laivybos upėse, kanaluose.

Pagal paskirtį (Skerys ir kt., 2010; Belova, 2012):

- Prekybiniai uostai – pakraunamos/iškraunamos prekės/produktai;
- Pramoniniai uostai – aptarnauja pramonės šakas;
- Žvejybos uostai – kadangi žuvis yra greitai gendantis produktas, ta jos perdirbimo įmonės, šaldytuvai, turi būti uosto zonoje;
- Uostai–slėptuvės – laikinas prieglobstis pasislėpti laivams prasto oro sąlygomis;
- Kariniai uostai – įrengiami strategiškai svarbiose pasaulio vietose kareivinėms, gynybos ir apsaugos reikmėms;
- Rekreaciniai uostai – paprastai vidaus vandenu, skirti turizmui, poilsiui, sportiniams laivams;
- Daugiafunkciniai – atlieka laivų, skirtų įvairių tipų kroviniams, keleiviams gabenti;
- Specializuoti – skirti operacijoms su vieno tipo kroviniams;

Pagal veiklos pobūdį (Paulauskas, 2011):

- Pirmojo tipo uostai – veikla susijusi tik su krova ir sandėliavimu;
- Antrojo tipo uostai – be krovos ir sandėliavimo atliekamas prekių perskirstymas, dalinis prekių apdirbimas;
- Trečiojo tipo uostai – papildomai prie antrojo tipo uostų veiklos prisideda gamyba.

Pagal nuosavybę (Belova, 2012):

- Valstybiniai – gali apimti visą uosto veiklą;
- Municipaliniai – neribojamas bendradarbiavimas su įvairiais partneriais, tenkinant vietinius eksploatacinius uosto poreikius;
- Privatūs – kai akcinio paketo dalis valdoma pačių darbuotojų;
- Mišrios nuosavybės – valdo pusiau vyriausybinė ne pelno siekianti organizacija, įsteigta šalies parlamento.

Uosto infrastruktūra susideda iš daugelio elementų reikalingų veiklai palaikyti, apsaugoti jo konstrukcijas ir aptarnauti/apsaugoti juo besinaudojančius laivus (Skerys ir kt., 2010; Belova, 2012):

- Prieplauka – riba tarp uosto akvatorijos ir uosto teritorijos, kur vyksta uosto perkrovimo darbai. Pagal orientaciją kranto linijos skirstomos dar į:
 - Krantines – kai prieplaukos lygiagrečios kranto linijai;
 - Pirsus – kai prieplaukos statmenos kranto linijai. Statomi kai reikia padidinti krantinės ilgį daugiau laivams priimti.
- Krovos mechanizmai – tiltiniai ir portaliniai kranai;
- Sandėliai, administraciniai pastatai;
- Uosto infrastruktūra – keliai, geležinkeliai ir kitos susisiekimo priemonės;
- Inžineriniai tinklai – elektra, dujos, vanduo ir kt. tiekimai;
- Akvatorija – natūralus arba dirbtinis uosto baseino plotas;
- Farvateris – saugus vandens kelias uoste tarp jame esančių kliūčių;
- Bangolaužis – tolokai nuo kranto stovintis barjeras, mažinantis bangų daromą žalą akvatorijai;
- Molas – statinys panašus į bangolaužį.

Iš šių išvardintų uosto elementų, molas yra vienas iš svarbiausiųjų. Molas (lot. *moles* – pylimas) – inžinerinis statinys, skirtas apsaugoti uosto įplaukos kanalą nuo pavojingo bangavimo ir smėlio užnešimo. Jis statomas tolyn jūros gylio link, vienas galas remiasi į krantą, kitas siekia dugno gylį, kuris yra artimas uoste palaikomam. Paprastai statomi du sueinantys molai (1 pav.), tarp kurių galų yra uosto vartai. Kai uostą nuo jūros bent iš dalies dengia kranto kyšulys arba sala, gali pakakti ir vieno molo. Molai brangūs statiniai ir turi būti tinkamai suprojektuoti, kad užtikrintų jiems keliamus reikalavimus (Žaromskis, 2008; Skerys ir kt., 2010).



1 pav. Klaipėdos uosto molai (Uosto plėtra. Lietuvos jūrų krovos kompanijų asociacija)

1.2. Šventosios uostas

Šventosios uostas (2 pav.) yra rekreacinės ir žvejybos paskirties uostas, nuo 2018 metų priklausantis Palangos savivaldybei (Šventosios uostas perduotas Palangos savivaldybei, 2018).

Tokio tipo uostams būdinga:

- Paprastai negilūs iki 5–6 m. (Žaromskis, 2008);
- Kaip ir didieji uostai turi molais apsaugotas akvatorijas, turi laivo ant kranto iškėlimo mechanizmus, laivų remonto punktus, laivų saugojimo žiemą vietas ir t.t. (Žaromskis, 2008);
- Pagrindinės ir svarbiausios paslaugos yra laivo ir įgulos aptarnavimas (Alatec, 2010);
- Pagrindinį laivų srautą sudaro mažieji pramoginiai laivai, jūrinės jachtos (Alatec, 2010).



2 Pav. Šventosios uostas (Šventosios uostas perduotas Palangos savivaldybei, 2018)



3 Pav. 2020 metų vasarą darytų nuotraukų pozicijos Šventosios teritorijoje. (Google maps – Šventoji). Visos nuotraukos pateiktos priede Nr. 3

Studijų metu atlikta situacijos analizė lankantis Šventosios uoste ir jos pakrantėse (3 Pav.). Apžiūrėjus Šventosios perimetrą (Priedas 3) galima teigti, kad jis nepajėgus priimti nei žvejybinių, nei pramoginių laivų. Akvatorija dėl nuolatinio dugno nuosėdų kaupimosi visiškai nebetinka laivybai, infrastruktūros būklė kol kas yra labai prasta (Alatec, 2010). Nepaisant to yra planų atgaivinti šį uostą ir išnaudoti jį turizmui, smulkiajai žvejybai (Larisa ir kt., 2008), nes nacionaliniame kontekste Šventosios uostas turėtų turėti didžiulę reikšmę. Naujo modernaus uosto atsiradimas su galimybėmis išvystyti visas būtinas ir papildomas paslaugas būtų reikšmingas gerinant pramoginės laivybos infrastruktūrą šalyje ir pakeisti Šventosios kaip kurorto pobūdį ir įvaizdį (Alatec, 2010). Tikimasi, kad taip Šventosios uostas skatins jūros pakrantėje rekreacinę laivybą, užtikrins tinkamą perėjimą į/iš vidaus vandens kelius bei jungtį su Latvijos vandens keliais. (Vakarų krantas. Regioninė galimybių studija, 2018). Numatomos sėkmingai atstatyto Šventosios uosto paskirtys ir funkcijos (Lietuvos Respublikos pajūrio juostos įstatymas, 2002; Lietuvos Respublikos Šventosios jūrų uosto įstatymas, 2018):

- pramoginių, mažųjų laivų aptarnavimas;
- žvejybinių laivų aptarnavimas;
- keleivinių laivų aptarnavimas;
- tarnybos laivus aptarnavimas;
- Būtingės naftos terminalo laivų aptarnavimas;
- žuvų apdorojimas ir prekyba.

Viena iš svarbiausių priežasčių atstatyti Šventosios uostą yra ES reikalavimas, kad mažiems laivams kas 50 jūrmylių (apie 100 km) būtų įrengtos priemonės pasislėpti nuo audrų Baltijos jūros

pakrantėse. Šiuo metu Lietuva minėto reikalavimo netenkina, tačiau atstačius Šventosios uostą, šis reikalavimas būtų įvykdytas (Alatec, 2010; Žaromskis, 2020).

Baltijos regiono turizmo bruožas yra aukštas sezoniškumo lygis – vasariški orai paprastai trunka 3–4 mėnesius (Alatec, 2010). Nepaisant to Baltijos jūroje vasaros metu vienu metu plaukioja iki pusės milijono jachtų. Jei nors 1% jachtų įplauktų į Šventosios uostą, tai būtų labai didelis skaičius (Stainytė, 2008). Pritraukti juos būtų galima plėtojant pramoginę laivybą, nes tai yra prestižinis, nemažai investicijų reikalaujantis pomėgis. Pagrindinis Šventosios uosto svečių kontingentas taptų pasiturintys asmenys (Alatec, 2010). Tad uosto rekonstrukciją, pritaikant jį turizmo reikmėms, galėtų pagerinti Lietuvos vandens turizmo viešąją infrastruktūrą (Panka, 2008).

Lietuvoje vyrauja keletas turizmo tipų, galinčių pritraukti užsieniečius (Stainytė, 2008):

- pažintinis turizmas – užsienio piliečius Lietuva traukia kaip viena iš mažiau pažintų ES šalių;
- pramoginis turizmas – užsienio piliečius vilioja dėl santykinai žemesnių kainų (ypač Skandinavijos šalių piliečius);
- poilsinis turizmas – užsienio piliečius traukia kurortiniai miestai dėl poilsio ir pramogų.

Šventoji yra netoli Palangos (apie 12 km), todėl realu tikėtis, kad Šventojoje atsiradus nacionalinės reikšmės turizmo objektui, atplaukiantys turistai būtų sėkmingai pritraukti iš Palangos miesto (4 Pav.) (Alatec, 2010).



4 Pav. Šventosios padėtis prie Baltijos jūros (Google Maps. Šventoji–Palanga)

Rekreacinės laivybos mėgėjai sudarytų pagrindinį uosto lankytojų kiekį. Kitos uosto lankytojų apimtys nėra vertinamos taip optimistiškai dėl nepakankamai išvystytos šalies pramoginių laivų infrastruktūros. Svarbiausios numatomos uostą naudojančios laivų grupės yra (Pesenkaitė, 2014):

- mažieji, pramoginiai, sportiniai laivai,
- maži keltai,
- žvejybiniai laivai,
- tarnybiniai ir pan. laivai.

Svarbu pabrėžti, kad kurį laiką Šventosios uosto atstatymui trukdė asmenys susiję su turizmo/poilsio veikla. Patrauklioje uostui vystyti teritorijoje įsikūrę nekilnojamojo turto savininkai turėjo neigiamą požiūrį į uosto plėtrą (UAB Sveikatos centras „Energetikas“ (5 Pav.), gretimų gyvenamųjų namų gyventojai ir pan.). Dar visai neseniai urbanistiniame kontekste uostas galėjo būti vystomas tik iš dalies, pietiniame jo perimetre (Alatec, 2010; Vasiljeva ir kt., 2008).



5 Pav. Sveikatos centras „Energetikas“. 2020 m. vasaros nuotrauka. Priedas 3, pozicija 33

1.3. Kiti gretimi uostai

Šalia Šventosios uosto yra įsikūrę apie 24 uostai (6 Pav.). Darbe pateikiami arčiausiai esantys arba pagal pobūdį panašiausi uostai.

- Klaipėdos uostas (Lietuva);
- Liepojos uostas (Latvija);
- Ventspilio uostas (Latvija);
- Gdynės uostas (Lenkija);
- Kaliningrado uostas (Rusija, Karaliaučiaus sritis).



6 Pav. Gretimi Šventosios uostai (Žaromskis, 2008)

1.3.1. Klaipėdos uostas

Klaipėdos uostas (7 Pav.) – Lietuvos Respublikos giliavandenis neužšalantis valstybinis jūrų uostas. Išsiskiria universalumu ir prisitaikymu greitai bei kokybiškai krauti naujus krovinius: naftos produktus, trąšas, ro–ro krovinius, konteinerius. Pastačius Klaipėdos suskystintų gamtinių dujų terminalą 2014 m., uosto gaunamų krovinių sąrašą papildė dar ir suskystintos dujomis (Žaromskis, 2008; Į Klaipėdos uostą saugiai įvestas ir prišvartuotas SGD laivas-saugykla, 2014; Bagočius, 2014)



7 Pav. Klaipėdos uosto bendrasis planas (Portofklaipeda.lt)

Klaipėdos uostas minimas nuo 1252 m., kai Livonijos ordinas prie Klaipėdos sąsiaurio pastatė Memelburgo pilį. Jis sėkmingai naudotas iki XVI a., kai dancigiečiai užvertė akmenimis Danės upę ir Klaipėdos uostą pasiekti buvo galima tik mažaisiais laivais. Uostas buvo išvalytas tik 1820 m. 1919 m. uostas pagal Versalio sutartį atiteko Antantės blokui ir 1924 m. uosto valdymą perėmė Uosto Direktorija. Iki 1939 m. uostas klestėjo, pastatytos naujos krantinės, kūrėsi naujos bendrovės. Pasibaigus Antrajam pasauliniam karui, sovietinės okupacijos metu Klaipėdoje kūrėsi savarankiški prekybos ir žvejybos uostai, laivų remontų įmonės, statyklos. Atgavus nepriklausomybę iškilo bendro apjungto uosto idėja, todėl 1991 m. įkurta Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. 1992 m. Klaipėdos uostas gavo valstybinio jūrų uosto statusą. 1996 m. priimtas įstatymas nurodantis, kad uosto žemės, akvatorija, įrenginiai priklauso valstybei ir negali būti privatizuojami. (Živilius, 2006; Skerys, 2010.)

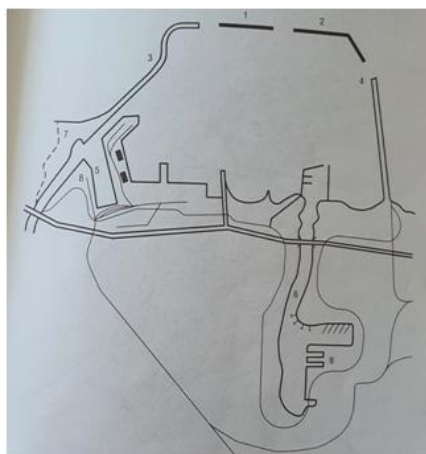
1.3.1. Liepojos uostas

Liepojos uostas (8 ir 9 Pav.) yra Latvijos jūrų uostas, esantis prie Baltijos jūros. Jau nuo XVIII a. antros pusės žinomas kaip klestintis prekybos uostas. 1848 m. turėjo savo laivų statyklą ir 1860–1904 m. laikotarpyje buvo įrengtas neužšalantis uostas. Tačiau po Pirmojo pasaulinio Latvijai karo atgavus nepriklausomybę, Liepojos uosto statusas ir veikla smuko. Naujai nepriklausoma valstybė daugiau dėmesio skyrė Rygos uostui. Daug prieplaukų tapo nebenaudojamos, bet uostas tebedirbo. Po Antrojo pasaulinio karo Liepojos uostas buvo naudojamas tik kaip Tarybų Sąjungos karinė bazė ir kaip prekybos uostas nefunkcionavo. Ilgainiui molais ir bangolaužiais nuo jūros atskirtas avanuostas buvo nebevalomas ir ėmė seklėti (Žaromskis, 2008, Živilius, 2008).



8 Pav. Liepojos uostas (Ar atsivers Lietuvos geležinkeliai Liepojos uostui?)

Tik nuo 1990 m. Latvijos Respublikai atkūrus nepriklausomybę uostą pradėta grąžinti civilinėms reikmėms – išvalyta akvatorija, renovuotos prieplaukos. Uostas pradėjo atsigauti, bet augimas nebuvo toks didelis kaip kitų Latvijos uostų. (Žaromskis, 2008, Živilius, 2008)



9 Pav. Liepojos uosto planas (Skerys 2010)

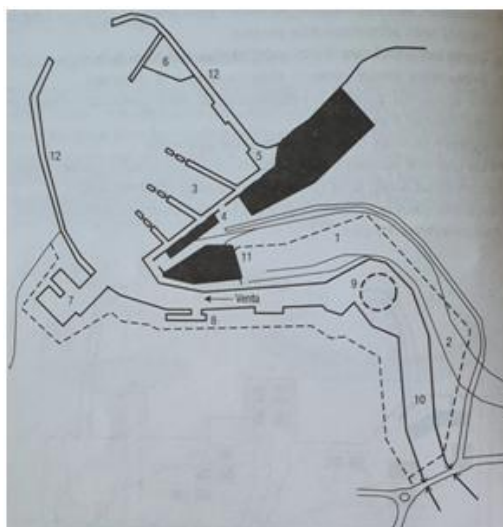
1.3.2. Ventspilio uostas

Ventspilio (*Venstpils*) uostas (10 ir 11 Pav.) yra įkurtas Latvijos vakaruose prie Ventės upės žiočių. (Žaromskis, 2008) Priima įvairius laivus, gabenančius skirtingus krovinius: skystą krovinį (laivų grimzlė iki 17,5 m), stambų krovinį (grimzlė iki 16 m), bendro tipo, ro-ro ir konteinerinius krovinius (grimzlė iki 14,5 m) (Services at the port).



10 Pav. Ventspilio uosto (Shutterstock)

Jis suklestėjo 1642–1682 m., pastatyta laivų statyklų, manufaktūrų, plėtota jūrų prekyba (Živilius, 2014) ir nuo XVII a. vidurio uosto reikšmė buvo ganėtinai didelė. Aštuntame XX a. dešimtmetyje Tarybų Sąjunga pradėjo gilinimo ir rekonstrukcinius darbus uoste. Įkūrė naftos, amoniako, superfosfato terminalus. Dėl šios priežasties uostas į XXI a. įžengė su kaip vienas iš didesnių Baltijos jūros uostų (Žaromskis, 2008).



11 Pav. Ventspilio uosto planas (Skerys 2010)

1.3.4. Gdynės uostas

Vakarinėje Gdanskos įlankos pakrantėje įkurtas Lenkijos jūrų uostas (12 Pav.). Išsiskiria šiuolaikiškais vidinėmis ir išorinėmis akvatorijomis. Vidinis uostas yra pirsais atskirtas vandens baseinų kompleksas, o išorinė dalis yra avanuostas atviraime Baltijos jūros krante, pridengtas molu ir bangolaužiais. Didžioji dalis priimamo krovinių sudaro generaliniai kroviniai, tačiau palaipsniui didinamos birių krovinių (trašų, grūdų...) apimtis. Naftos krovinių priima mažiau dėl netoliese esančio giliavandens Gdanskos, kur gali švartuotis didesni tanklaiviai. (Žaromskis, 2008; Cargo statistics).



12 Pav. Gdynės uostas (Gdynės uostas tapo vienu didžiausių ir moderniausių Baltijos jūros uostų)

Gdynės uostas vienas iš naujesnių Baltijos jūros uostų, įkurtas po Pirmojo pasaulinio karo Lenkijai gavus išėjimą prie jūros. Statybos pradėtos 1924 m. seno žvejų kaimo vietoje ir po penkerių metų stovėjo vienas iš moderniausių Baltijos jūros uostų (Žaromskis, 2008).

1.3.4. Kaliningrado uostas

Kaliningrado (liet. *karaliaučiaus*) uostas (13 Pav.) – toliausiai vakaruose įkurtas to paties pavadinimo Rusijos srities uostas, įsikūręs abipus Priegliaus upės ir netoli Aistmarių žiočių (Žaromskis, 2008). Didžiąją dalį į uostą atplaukiančių krovinių sudaro bendrojo tipo, konteineriniai ir stambiagabaričiai kroviniai. Be jų dar gali priimti skystus krovinius ir medieną, bet jie sudaro tik mažą dalį uosto krovos (Cargo turnover).

Miestas ir pilis su uostu pačiame miesto centre pradėjo kurtis 1255 m., Priegliaus upės šakoje. Nuo 1843 m. palaipsniui pradėta Karaliaučių stiprinti fortais ir iki Pirmojo pasaulinio karo tapo gerai įtvirtinta tvirtove. Šis tvirtovės statusas ilgai ribojo ekonominių ryšių plėtojimą, kol jis buvo

panaikintas 1919 m. Didėjant laivų grimzlėms XVIII a. pradėjo kilti problemų dėl Aistmarių gylio (tuo metu buvusio iki 3.5 m). XIX a. gale pradėtas statyti Kaliningrado uosto jūrinis įplaukos kanalas, kurio metu buvo pagilinta iki 6 m šiaurinė marių priekrantė (Žaromskis, 2008).



13 Pav. Kaliningrado uostas (Rusijos baimės dėl Gdansko ir Klaipėdos uostų)

XX a. didėjant uosto krovai, uostas pradėjo plėstis. Suplanuotas penkių naujų uosto baseinų kūrimas, tačiau dėl Pirmojo pasaulinio karo teįrengti tik 3 baseinai. Antrojo pasaulinio karo metais 75% karaliaučiaus miesto pastatų buvo sunaikinta ir uostas liko nefunkcionalus. Tikrai nuo 1950 m. pradėti uosto baseino ir jūros kanalo išvalymo darbai. XX a. septintame dešimtmetyje siekiant pagerinti uosto galimybes praplatintas uosto kanalas ir išgilintas iki 8 m gylio (Žaromskis, 2008).

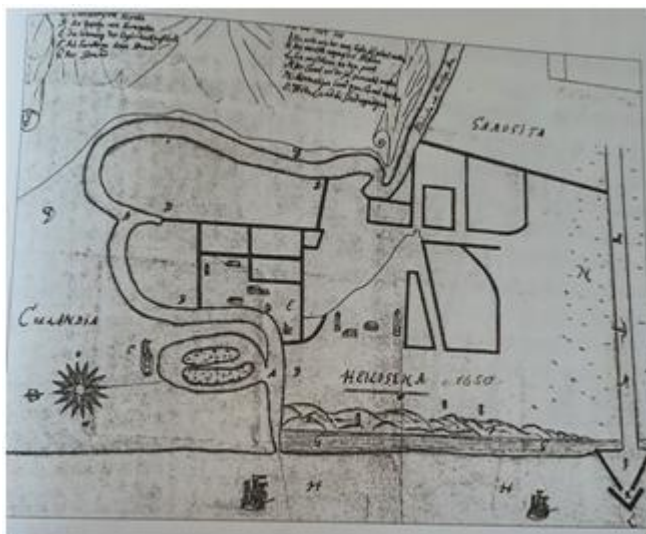
1.4. Šventosios istorija ir dabartis



14 pav. XVI a. Olandų kartografo žemėlapis iškarpa vaizduojanti Klaipėda (*Memel*) ir Šventosios uostus (*Heyligaw*) (Žaromskis, 2020)

Šventoji kaip patogi nedidelių laivų uostavietė buvo žinoma dar V–XII a. (vokiečiams, olandams, anglams žinomas kaip *Heligaw*). Mažiems laivams buvo tinkama dėl jiems pakankamai gilios Šventosios upės, kas leido įsikurti regioniniam prekybos centrui. Tačiau uostu, kaip pagal dabartinę sampratą, Šventoji tapo tik XVI–XVII a. (14 Pav.) (Vaitekūnas, 1996; Skerys ir kt., 2010; Žaromskis, 2020). Šventoji 1429 m. istorijos šaltiniuose įvardijama kaip Elija arba tiesiog Palangos uostu. XVI a. yra rastos pirmosios rašytinės žinios apie greta Šventosios besikuriantį Būtingės kaimą. Kartu paminėta, kad Šventijoje (Elijoje) buvo įsteigta bažnyčia (Žemaičių žemė, 2007).

1687–1690 m. (15 Pav.) Klaipėdos pirkliai skundėsi, kad Šventijoje gyvena anglų prekybininkai, kurie daro nuostolių Klaipėdos uostui. Tuo pačiu metu Rygos pirkliai matydami pavojų savo interesams įtikino Karolį XII uždrausti prekybą per Palangos–Šventosios uostą. Nuo 1705 m. prekyba nukreipiama per Rygą, apeinant Šventosios uostą. Veikla pradėjo smukti, nes kaimyniniai uostai neleido išsivystyti nepriklausomiems ūkiniam santykiams su užsieniu. Galiausiai, kai suprastėjo gamtos sąlygos ir akvatorija buvo užnešta smėliu, nebebuvo galimybių jo atstatyti ir kuriam laikui Šventosios uostas buvo pamirštas (Vaitekūnas, 1996; Žaromskis, 1998; Vasiljeva ir kt., 2008; Žaromskis, 2020)



15 pav. 1688 m. Šventosios uosto projektas (Žaromskis, 2020)

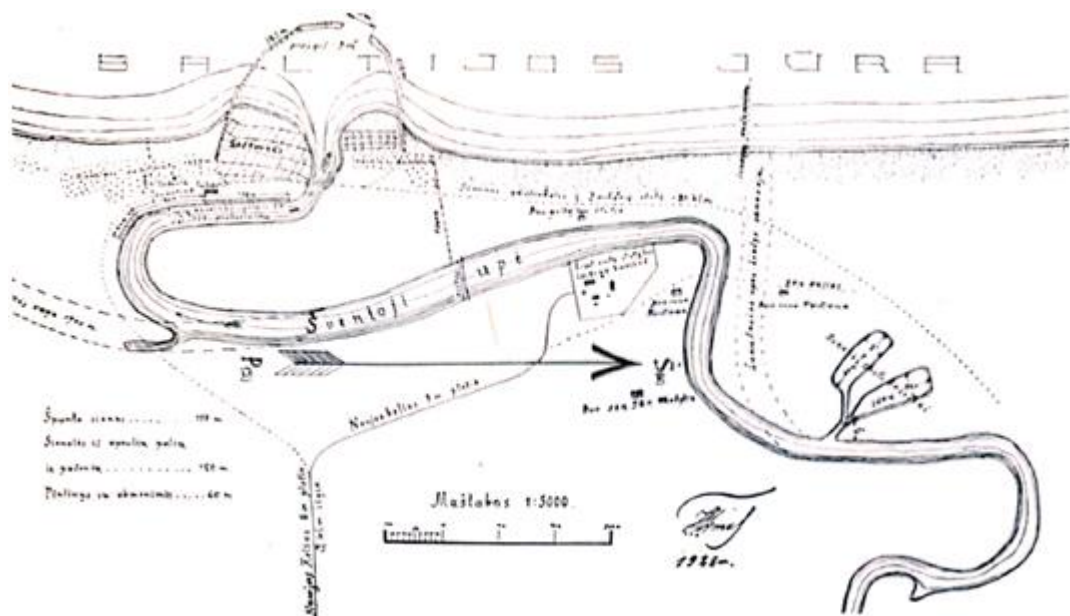
XX a. trečiame dešimtmetyje reikėjo atlikti tyrimus įvertinti Baltijos jūros priekrantės gamtinius naudmenis (sugaunamam žuvų kiekiui). Šiuos darbus vykdė Haraldas Blegvadas (Harald Blegvad) (16 pav.) – Danijos jūrų biologas. Savo 1928 m. ataskaitoje rašė, kad vertinant žuvų išteklius, esant palankiems žvejybiniam sezonams, per metus jūroje būtų galima pagauti 200–800 t plekšnių, menkių, otų, strimelių ir kitų žuvų. Išvadose teigė, kad iš gautų pajamų, pardavus sugautas

žuvis, vietiniams žvejams pakaktų materialiai gerai išsilaikyti. Tad vykdyti Šventosios uosto ir apylinkes plėtrą yra verta (Bacevičius, 2007).



16 pav. H. Blegvadas (Bacevičius, 2007)

1924–1926 m. statoma pirmoji Šventosios uosto molų eilė su 380 m ilgio pietiniu ir 228 m ilgio šiauriniu molais (17 pav.).



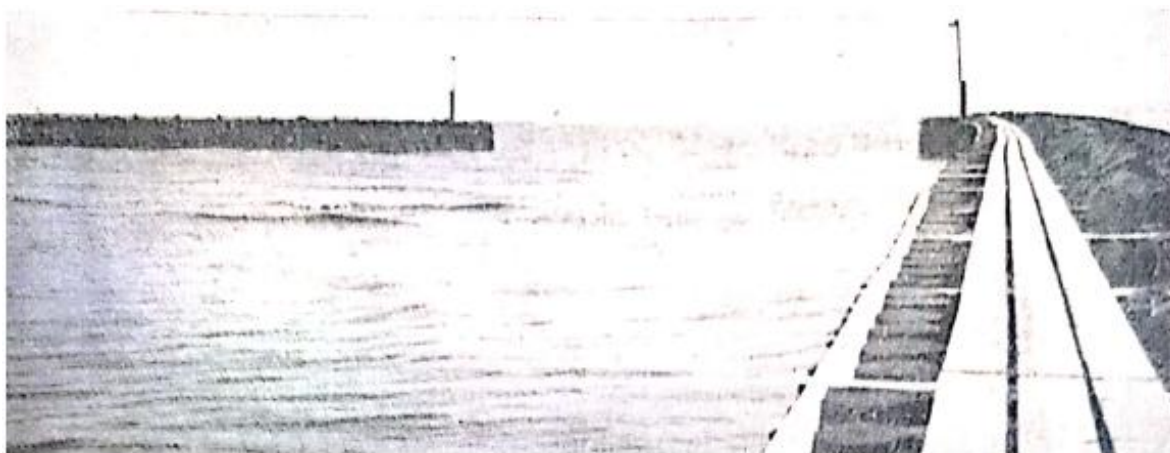
17 pav. Po Pirmojo pasaulinio karo pastatyto šventosios žvejų uosto istorinis planas. (Šimoliūnas J. 1939)

Darbai atliekami pagal profesoriaus Jono Šimoliūno (18 Pav.) projektą. Naudoti vietiniai išteklių (rąstai, lauko rieduliai).



18 pav. Profesorius Jonas Šimoliūnas (1878–1965) (Žaromskis, 2020)

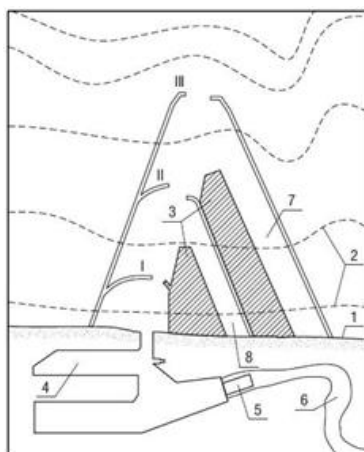
Statyba sėkmingai įgyvendinta statybininkų pastangomis, nepaisant naudojamų prastesnių statybinių medžiagų ar pavasariais patvinančios Šventosios upės (19 Pav.). Pabaigus avanuosto statybą paaiškėjo, kad upės srovė per silpna praplauti smėlio nešmenis uosto vartuose. Tuometinės žemsiurbės buvo per mažos galios, kad pajėgtų suspėti valyti akvatoriją bei įplaukos kanalą. Tolimesni darbai buvo sustabdyti (Šimoliūnas, 1933; Žaromskis, 1998).



19 pav. 1925 m. baigti statyti Šventosios uosto molai (Šimoliūnas, 1933)

Apie 1933 m. svarstant tolimesnę Šventosios uosto plėtrą buvo užsibrėžta, kad būsiami darbai būtų vykdomi trimis etapais (20 pav.). Pirmajame etape būtų įrengiamas mažas žvejybos uostelis su 3–3,5 m gylio molais. Antrajame etape – pietinis molas būtų ilginamas iki 5–5,5 m jūros gylio ribos. Taip būtų garantuojama įplauką atvirosios jūros žvejybos laivams. Galiausiai trečiajame etape uostas būtų plečiamas, kad pajėgtų priimti prekybos laivus, molai dar papildomai būtų pratęsimi iki 7–8 m jūros gylio. (Žaromskis, 1998).

Be kita ko, 1938 m. Šventosios miestui suteiktos kurorto teisės (Živilius, 2013).



20 pav. 1933 m. patvirtintas Šventosios uosto laipsniško plėtimosi projektas. (Skerys 2010)

Šventosios uosto statyba Lietuvai vėl tapo svarbi tik į Antantės valstybių kontrolę patekus Klaipėdai. (Skerys, 2010). 1939 m. Klaipėdos regionas buvo perduotas Vokietijai ir norint palaikyti prieigą prie Baltijos jūros pradėta skubi Šventosios uosto plėtra. Tais pačiais metais pastatytas 780 m ilgio pietinis molas, o 1940 m. pastatytas dalis šiaurinio. Tačiau likę darbai sustojo dėl sovietinės kariuomenės invazijos ir prasidėjusio Antrojo pasaulinio karo. Po karo visas dėmesys buvo skirtas Klaipėdos uostui ir Šventosios uostas vėl buvo pamirštas (Šimoliūnas J. 1939; Skerys, 2010). Jau iki 1943 m. užfiksuota, kad Šventosios uosto akvatorija vietomis nuseko net iki 1 m (Skerys, 2010).

2003 m. atlikta „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija“ Susisiekimo ministerijos užsakymu. Jos išvadose paskelbta, kad reikalinga atkurti Šventosios uostą (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

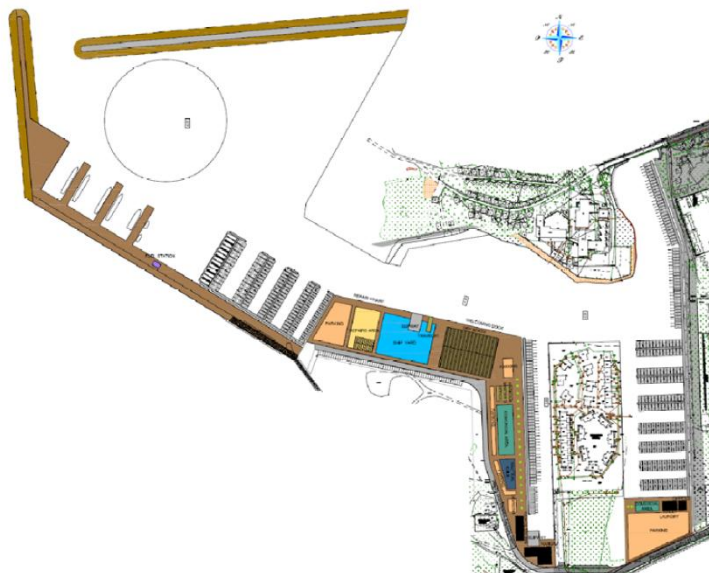
2006 m. priimtas Šventosios valstybinio jūrų uosto įstatymas, kuris numato Šventosios uosto atstatymą. Siūlomas variantas su 7,0 m gylio jūros įplaukos kanalu, 800–900 m molų ilgiais ir įplauka iš vakarų (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

2000-2009 m. laikotarpyje pastebėta, kad į metus Šventosios uosto molai suirdavo apie 12 m į metus (21 Pav.) ir kad šis procesas vis spartėja (Žaromskis, 2020).



21 Pav. Šiaurinio molo būklė 2000 m. (Žaromskis, 2020)

2010 m. naują „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija” atliko Ispanijos inžinierių ir konsultantų kompanija „ALATEC” ir „Ardanuy”. Joje pateikiami penkios atstatymo alternatyvos. Prioritetas skiriamas 2B variantui (22 pav.) su 645 m pietiniu ir 426 m šiauriniu molais. (Alatec, 2010).



22 Pav. Šventosios atstatymo 2B alternatyva (Alatec, 2010)

ES struktūrinės paramos 2007–2013 m. programoje svarstyta kaip sudaryti geras sąlygas pakrančių bei vidaus laivybos plėtrai, modernizuojant regioninę vandens transporto infrastruktūrą. Pabrėžiamas Šventosios atstatymas dėl uosto paskirties plaukiojančioms jachtoms ir mažiesiems kruiziniais laivams (Techninės dokumentacijos parengimas Šventosios valstybinio jūrų uosto infrastruktūros statybai ir akvatorijos gilinimui, 2013).

2010 m. atliekama Šventosios uosto rekonstrukcijos aplinkos poveikio įvertinimas. Ataskaitoje teigiama, kad pirmiausia reiktų įrengti pagrindinius uosto infrastruktūros objektus prieš pradėdant likusio uosto plėtrą. Reikia suformuoti uosto įplauką, molus, išilginti avanuostą, atstatyti vidinius baseinus (išvalyti baseinu akvatorijas ir rekonstruoti krantines) (Lietuvos energetikos institutas, 2012).

Šventosios uosto atstatymo poveikio aplinkai vertinimo ataskaitai vadovavęs B. Gailiušis teigė, kad papildomai prie uosto direkcijos pasirinkto varianto reiktų dar iširti bent dvi galimas alternatyvas, kad rasti labiausiai ekonomišką ir ekologišką sprendinį (Jūra Mope Sea, 2010).

2011 m. atlikti Šventosios uosto valymo darbai, po kurių gyliai akvatorijoje siekė nuo 2 m iki 3 m. Pramoginiams ir mažiesiems laivams įrengtos 72 švartavimosi vietos. Tačiau be gerų apsauginių molų uostas ilgai gyvuoti negalėjo. Per 10 uosto veikimo dienų buvo sunėšta

pakankamai nuosėdų, kad naujai stovintiems laivams kiltų sunkumų plaukti neseniai išgilintoje akvatorijoje (Žaromskis, 2020).

2018 m. Šventosios uostas iš VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos buvo perduotas tiesiogiai Palangos miesto savivaldybei. Uosto direkcija negalėjo gauti ES investicijų Šventosios uosto plėtrai, nes jis ne krovos paskirties uostas, o pritaikytas rekreacijos, žvejybos ir turizmo reikmėms. Tikėtasi, kad Palangos miesto savivaldybei bus lengviau gauti lėšų uosto atstatymui (Šventosios uostas perduotas Palangos savivaldybei, 2018).

2018 m. buvo planuojama užpylus dali uostelio įlankos sutvarkyti pakrantes, įrengti slipą, priedangą, laivelių pakėlimo gervę. Tuo pačiu sutvarkyti į uostelį vedančią gatvę, įrengti automobilių stovėjimo aikštelę. (Uostelį gaivina ne vien Palanga, 2018)

2020 m. pavasarį Ministrų kabinetui pristatytas siūlymas dėl daugiau nei 160 poilsio namelių ir vasarnamių, esančių pajūrio juostoje Šventojoje, bei 97 pastatų valstybinės reikšmės miško plotuose (23 Pav.), perėmimo valstybei. Minėtose teritorijose statybos negalimos, draudžiama nuolat ir laikinai gyventi, tad Aplinkos ministerija teigė ten turi nelikti ir statinių. (Verslas apie planus nukelti Šventosios namelius..., 2020).



23 Pav. Mediniai nameliai šventojoje (Šventosios nameliai pamažu..., 2020)

2020 m. planuojamų Šventosios uosto žvejų uostelio sutvarkymo darbai būtų apėmę priedangą, slipą su gerve laiveliams iškelti, angarą, 67 metrų krantinę, žuvų turgelį. Buvo numatyta investuoti apie 2,5 mln. eurų, kurių dalį skirs ir Šventosios ŽRVVG (Žuvininkystės regiono vietos veiklos grupė). Tik įgyvendinus su žvejais susijusį uosto atkūrimo etapą bus skiriamas dėmesys likusioms uosto dalims atstatyti. Pagrindinė tolimesnių darbų problema – didelis lėšų reikalavimas molų statybai. (Šventosios uostas laukia atnaujinimo..., 2020)

2020 m. studijų metu atlikta situacijos analizė lankantis Šventosios uoste ir jos pakrantėse (24 Pav.). Visos darytos nuotraukos kartu su jų pozicijomis plane pateiktos Priede 3.



24 Pav. Šiaurinio molo būklė 2020 m. 2020 m. vasaros nuotrauka. Priedas 3, pozicija 27

2021 m. pradžioje paskelbtas žvejų uostelio statybos rangovo konkursas „Žvejybos infrastruktūros plėtra Šventosios valstybiniame jūrų uoste“. Palangos miesto savivaldybė statybai preliminariai yra numačiusi 3,77 mln. eurų su PVM. Bus įrengiama 905 kv. m valčių priedanga – anгарas (žvejybos inventoriaus ir gaudyklių sandėliai, pagalbinės patalpos, tualetai ir dušinės), valčių nuleidimo į vandenį slipas, valčių nuleidimo gervė, 32 ir 70 metrų ilgio krantinės ir sutvarkyta apie 115 metrų ilgio gatvė (25 Pav.). Prie slipo būtų įrengta 1 256 kv. m aikštelė, o prie angaro 2 237 kv. m aikštelė. Taip pat numatyta įrengti 46 vietų automobilių stovėjimo aikštelė. (Valstybė Šventosios uostui skirs pinigų, 2021). Dalis projekto yra remiama iš ES žuvininkystės fondo, todėl numatytas griežtas darbų atlikimo terminas. Projektas planuojamas užbaigti iki 2022 m. birželio 30 d. (Žvejybos infrastruktūros plėtros..., 2021; Šventojoje žengiama prie uostelio statybos, 2021).



25 Pav. Atstatyto žvejų uostelio architektų vizualizacija (Šventosios uostas laukia atnaujinimo: išvystys infrastruktūrą žvejams, 2020)

2021 m. kovo 16 d. paskelbta, kad Šventosios uosto konkursą laimėjo įmonė „Plungės lagūna“. Numatoma, kad darbai uosto teritorijoje (26 pav.) turėtų prasidėti 2021 m. gegužės mėnesį (Šventosios jūrų ..., 2021).



26 pav. Žvejybos infrastruktūros plėtros šventosios valstybiniame jūrų uoste planas (Šventojoje žengiama prie uostelio statybos, 2021)

1.5. Daugiakriterinio sprendimo metodikos

Daugiakriteriniai sprendimų priėmimo metodai arba MCDM (*angl. Multi-criteria decision making*) yra taikomi norint surasti racionalų sprendinį (Zimmermann, 2001). Šio pobūdžio skaičiavimo metodikų egzistuoja be galo daug su skirtingais privalumais/trūkumais, kadangi nėra nė vienos optimaliausios, tinkančios bet kokiai situacijai. (Sergejeva, 2011). MCDM gali būti skirstomi dar į dvi grupes – daugiaobjekčius MODM (*angl. Multiple Objective Decision Making*) ir daugiakriterinius MADM (1 lentelė) (*angl. Multiple Attribute Decision Making*) (Liou et al., 2012).

MCDM itin naudingi kai reikia parinkti optimaliausią variantą iš keleto galimų alternatyvų (Volvaciovas 2014). Alternatyvos ($A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$) tai galimi skirtingi sprendimai, apibūdinami tam tikrais užsibrėžtais rodikliais ($X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$), nusakančiais skirtingus požiūrius į nagrinėjamas galimybes. Atliekant skaičiavimus rodikliai turi būti normalizuojami, nes jie ne tik gali prieštarauti vieni kitiems, bet ir būti skirtingo pobūdžio – kiekybiniais ar kokybiniais (Brauers et al., 2006). Normalizuotas vertes tuomet galima apdoroti skirtingais metodais (SWARA, AHP...) taip priskiriant atitinkamiems rodikliams jų svorius, nusakančiais kiek vienas rodiklis svarbesnis už kitą.

1 lentelė. MCDM metodikos esminių principų supaprastinta vizualizacija (Liou et al., 2012)

Etapas	Etapo sudėtis		Pavyzdžiai
I. Duomenų apdorojimas	1. Informacijos tyrimas, duomenų kaupimas (kriterijai, alternatyvos...)		Crisp Sets; Fuzzy Set; Rough Sets.
	2. Duomenų apdorojimas, analizė		Duomenų ieškojimas; Neuroniniai tinklai; Statistinė analizė; Loginis mastymas; Algoritmai.
	3. Ateities prognozės		ARIMA; Grey Forecasting; Fuzzy Regression.
II. Planavimas, projektavimas	Surinktų duomenų analizė MDCM metodikomis;	MODM	Single level; Fuzzy; Compromise solution; Dynamics.
		MADM	SAW; TOPSIS; PROMETHEE; Fuzzy Integral; Cocoso.
II. Įvertinimas, sprendimo priėmimas			Linear Structure Equation Mod; Input-Output Analysis; Formal Concept Analysis; ISM; Fuzzy ISM

MCDM sprendimo priėmimo procesą sudaro keturi pagrindiniai etapai (Tzeng et al., 2011):

1. Rodiklių atrinkimas;
2. Sviurių nustatymas;
3. Nagrinėjamų alternatyvų atrinkimas;
4. Geriausios alternatyvos nustatymas.

Iš Lietuvos mokslininkų MCDM skaičiavimo srityje didelį indelį yra įnešęs prof. E. K. Zavadskas. Išleido nemažai knygų, straipsnių, kuriuose skirtingose srityse pritaikė įvairias skaičiavimo metodikas, jas tobulino ir sukūrė naujas. Viena iš naujesnių prof. E. K. Zavadsko ir jo kolegų sukurtų skaičiavimo metodikų yra CoCoSo fuzzy metodas (Ustinovičius ir kt. 2004; Yazdani et al. 2019).

Tinkamą MCDM metodiką pasirinkti galima pagal daugelį kriterijų (Bagočius, 2014):

- kiek atitinkamu metodu buvo išspęsta panašių uždavinių;
- kiek daugiausiai alternatyvų galima vertinti;
- kiek daugiausiai rodiklių galima vertinti;
- specialistų nuomonė apie metodiką;
- kiek patikimi rezultatai;

- kiek ilgai ištrunka apmokyti naujus žmones;
- kiek ilgai ištrunka išspręsti uždavinį.

Šiame darbe naudojami daugiakriteriniai skaičiavimo metodai:

- CoCoSo fuzzy (*angl. Combined Compromise Solution*);
- SAW (*angl. Simple Additive Weight*);
- TOPSIS (*angl. The technique for order preference by similarity to ideal solution*).

1.6. Rodiklių svoriai

Rodiklio svorio (reikšmingumo) nustatymas yra viena iš svarbiausių MCDM metodikų dalių. Vertinamų rodiklių svoriai ω_j nevienodi, todėl prieš pradedant skaičiavimus privaloma tai įvertinti. Ar teisingai paskaičiuoti rodiklių reikšmingumai galima pasitikrinti juos susumuojant pagal formulę: (Podvezko, 2014)

$$\sum_{j=1}^m \omega_j = 1. \quad (1)$$

čia ω_j – rodiklių svoriai.

Rodikliai pagal tipus skirstomi į (Podvezko et al, 2014):

- Objektīvūs rodikliai – turintys konkrečius išmatuojamus matavimo vienetus. Svoriai dažniausiai randami entropijos metodika, kada sudaroma sprendimų matrica, kurios stulpeliai rodo rodiklius, o eilutės – alternatyvas. (Podvezko et al, 2014).
- Subjektīvūs rodikliai – neturintys konkrečių išmatuojamų matavimo vienetų. Svoriai nustatomi remiantis specialistų ekspertų nuomone. Labai svarbios yra ekspertų kvalifikacijos, darbo specifikos, suinteresuotumai nagrinėjamoje problemoje ir t.t. Tad kuo tikslesniems skaičiavimams pasiekti reikalinga daugiau ekspertų nuomonių.

1.7. Rodiklių reikšmingumo nustatymas

Per pastaruosius keletą dešimtmečių buvo sudaryta daugybė metodikų kriterijų svorio nustatymui. Dėl sąlyginai mažo apklaustųjų individų skaičiaus, ekspertams pateiktų anketų duomenys šiame darbe buvo apdoroti dvejomis metodikomis:

- ▶ AHP (*angl. Analytical Hierarchy Process*) – skaičiavimo metodika, kuria taikant įvertinamas subjektyvų kriterijų reikšmingumas (Saaty, 1977; Saaty, 1980; Ramanathan, 2001; Bunruamkaew, 2012; Zavadskas ir kt., 2015).

- ▶ SWARA (*angl. Step–Wise Weight Assessment Ratio Analysis*) – laipsniškas porinio rodiklių santykinės svarbos lyginimo metodas (Volvaciovas 2014; Keršulienė 2010; Yücenur et al., 2021)

1.7.1. AHP metodas

Dažniausiai taikoma rodiklių skaičiavimo metodika, tinkama tiek subjektyviems ir objektyviems kriterijams. Pasirinkti kriterijai lyginami tarpusavyje ekspertų, turinčių ilgametę patirtį vertinamojoje srityje, pagal 9 balų sistemą (2 lentelė) (Saaty, 1977; Saaty, 1980; Ramanathan, 2001; Bunruamkaew, 2012; Zavadskas ir kt., 2015).

Baigiamajame darbe rodiklių reikšmingumams nustatyti sukuriama apklausos anketa, kuri pateikiama ekspertams (dėstytojams, uosto projektavimo įmonės atstovams, bendrakursiams...) (Priedas 1).

2 lentelė. Porinio palyginimo skalės žodiniai apibrėžimai

Įvertinimas	Žodinis apibrėžimas	Paaškinimai
1	Lygus	Abu rodikliai lygūs.
3	Vidutinio stiprumo	Vieno kriterijaus svarbumas mažai skiriasi už kitą.
5	Stiprus	Vienas kriterijus vidutiniškai yra svarbesnis už kitą.
7	Labai stiprus	Vienas kriterijus yra daug svarbesnis už kitą.
9	Aukščiausias laipsnis	Vienas kriterijus labai daug svarbesnis už kitą.
Skaičiai 2, 4, 6, ir 8 simbolizuoja tarpinius įvertinimus, kai reikalingas kompromisas..		

Skaičiavimo algoritmas:

Sudaroma porinio palyginimo matrica:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

čia c_{ij} – alternatyvos pranašumo rodiklis, t.y. eksperto duota balo vertė lyginant du kriterijus, $i=\overline{1, m}, j=\overline{1, n}$.

Surandama kiekvienos matricos stulpelių elementų suma:

$$C_i = \sum_{j=1}^m c_{ij}. \quad (3)$$

čia C_i – suma eksperto duotų balo verčių viename stulpelyje.

Suporuotų balų matrica normalizuojama, padalijant suporuotų balų matricos elementus iš atitinkamos stulpelio sumos:

$$x_{ij} = \frac{c_{ij}}{C_i}, \quad (4)$$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

čia x_{ij} – normalizuota ekspertų duotų balų vertė.

Apskaičiuojami kriterijų svoriai ir sudaroma svorių matricą.

$$\omega_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}, \quad (6)$$

$$W = \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_m \end{bmatrix}. \quad (7)$$

čia $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ – normalizuotos matricos eilučių suma; n – kriterijų skaičius; ω_j – kriterijaus svoris.

Gautus AHP reikšmingumus reikia patikrinti suderinamumo koeficientu $C.R.$ (*angl. consistency ratio*), naudojant suderinamumo $C.I.$ (*angl. consistency index*) ir atsitiktinumo $R.I.$ (*angl. random index*) indeksus. $C.I.$ ir $C.R.$ formulės:

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (8)$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}. \quad (9)$$

čia n – rodiklių kiekis; $C.R.$ – suderinamumo koeficientas; $C.I.$ – suderinamumo indeksas; $R.I.$ – atsitiktinumo indeksas; λ_{max} – didžiausia ekspertų matricos X tikrinė reikšmė.

$R.I.$ reikšmės parenkamos iš T. Saaty koeficientų lentelės (3 lentelė). (Alonso et al. 2006)

3 lentelė. T. Saaty koeficientų lentelė

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R.I.$	0	0	0,580	0,900	1,120	1,240	1,320	1,410	1,450	1,490
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

3 lentelė. T. Saaty koeficientų lentelė (tęsinys)

<i>R.I.</i>	1,510	1,480	1,560	1,570	1,590	1,598	1,609	1,618	1,626	1,634
<i>n</i>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>R.I.</i>	1,641	1,647	1,653	1,658	1,662	1,667	1,671	1,674	1,678	1,681
<i>n</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
<i>R.I.</i>	1,684	1,687	1,689	1,692	1,694	1,696	1,698	1,700	1,702	

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{c\omega_j}{\omega_j}, \quad (10)$$

$$CW = C \cdot W = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c\omega_1 \\ c\omega_2 \\ \dots \\ c\omega_j \end{bmatrix}. \quad (11)$$

čia n – kriterijų skaičius; ω_j – kriterijaus svoris; $c\omega_j$ – porinio palyginimo ir kriterijų svorių matricių sandaugos nariai; λ_{max} – didžiausia ekspertų matricos X tikrinė reikšmė.

Jei $C.R. < 0,1$, tai matrica yra suderinta. Galutiniai svoriai randami išvedant vidurkius iš suderintų matricių.

1.7.2. SWARA metodas

SWARA laipsniškas porinio rodiklių santykinės svarbos lyginimo metodas, taikomas įvairiems uždaviniams spręsti. Apklaustieji ekspertai surikiuoja pateiktus kriterijus pagal svarbumą – svarbiausiam priskiriamas primas rangas, antram pagal svarbumą antras rangas ir t.t. Tuomet sužymi skalėje nuo 0,00 iki 1,00, kiek aukštesnio rango kriterijus svarbesnis už žemesnį. (Volvaciovas 2014; Keršulienė 2010; Yücenur et al., 2021).

Skaičiavimo algoritmas:

Pagal ekspertų duomenų lentelę skaičiuojamos vidutinės kriterijų tarpusavio svarbumo vertės s_j :

$$s_j = \frac{\sum_{h=1}^r x_{j \leftrightarrow j+1}}{n}. \quad (12)$$

čia s_j – kriterijų tarpusavio svarbumo vertė; $x_{j \leftrightarrow j+1}$ – eksperto duotas balas, kiek kriterijus svarbesnis už žemesnio rango kriterijų; n – kriterijų skaičius.

Baigiamajame darbe duomenys iš ekspertų buvo renkami pagal AHP metodiką ir pagal ją apskaičiuoti svoriai ω_j yra prilyginami SWARA s_j vertėms. Rodiklių lentelė perrikiuojama nuo didžiausios iki mažiausios ω_j vertės.

Toliau skaičiuojamas koeficientas c_j kiekvienam kriterijui. Pirmojo rango kriterijui $c_1=1$.

$$c_j = s_j + 1. \quad (13)$$

čia c_j - koeficientas; s_j – kriterijų tarpusavio svarbumo vertė.

Paskaičiuojamas pakoreguotas rodiklių svoris. Pirmojo rango pakoreguotas rodiklių svoris $s_1 = 1$.

$$s_j' = \frac{s_{j-1}'}{c_j}. \quad (14)$$

čia s_j' – pakoreguotas rodiklių svoris; s_{j-1}' – aukštesnio rango rodiklio pakoreguotas svoris.

Nustatomi galutiniai rodiklių svoriai:

$$\omega_j = \frac{s_j'}{\sum_{j=1}^n s_j'}. \quad (15)$$

čia s_j' – pakoreguotas rodiklių svoris; $\sum_{j=1}^n s_j'$ – suma visų pakoreguotų rodiklių svorių, ω_j – galutinis rodiklio svoris.

SWARA rodiklių svorių lentelė perrikiuojama pagal rodiklių eiliškumą, t.y. nuo pirmo iki paskutiniojo rodiklio.

1.8. Magistriniame darbe naudojami daugiakriteriniai metodai

1.8.1. CoCoSo fuzzy skaičiavimo metodika

CoCoSo fuzzy (*angl. Combined Compromise Solution*) yra naujesnė skaičiavimo metodika, apjungianti SAW (*angl. Simple Additive Weighting*) ir MEW (*angl. Exponentially Weighted Product*) metodikas. CoCoSo fuzzy metodika sukurta 2018 m. Tai prisitaikantis algoritmas skirtas logiškai valdyti informaciją, galutinį rezultatą išskaičiuojant iš trijų skirtingų surandamų verčių. (Peng 2020; Yazdani et al. 2019; Torkayesh et al, 2021).

CoCoSo fuzzy etapai:

1. Sudaroma pradinė sprendimų matrica:

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}. \quad (16)$$

čia x_{ij} – i -osios alternatyvos, j -ojo rodiklio reikšmė.

2. Matrica normalizuojama pagal pateiktas formules:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ kai MAX}, \quad (17)$$

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ kai MIN}. \quad (18)$$

čia r_{ij} – normalizuotas sprendinių matricos elementas; $\max x_{ij}$ – didžiausia rodiklio reikšmė tarp nagrinėjamų alternatyvų; $\min x_{ij}$ – mažiausia rodiklio reikšmė tarp nagrinėjamų alternatyvų.

3. Atskiroms alternatyvoms suskaičiuojami palyginamos sekos svoris S_i ir palyginamos sekos svorio galia P_i :

$$S_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij} \cdot \omega_j), \quad (19)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{\omega_j}. \quad (20)$$

čia r_{ij} – normalizuotas sprendinių matricos elementas; ω_j – rodiklio svoris, S_i – palyginamos sekos svoris; P_i – palyginamos sekos svorio galia.

4. Suskaičiuojami reliatyvūs alternatyvų svoriai pagal pateiktus agregavimo žingsnius:

$$k_a = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)}, \quad (21)$$

$$k_b = \frac{S_i}{\min S_i} + \frac{P_i}{\min P_i}, \quad (22)$$

$$k_c = \frac{\lambda \cdot S_i + (1-\lambda) \cdot (P_i)}{\lambda \cdot \max S_i + (1-\lambda) \cdot (P_i)}. \quad (23)$$

čia k_a , k_b ir k_c – reliatyvūs alternatyvų svoriai; S_i – palyginamos sekos svoris; P_i – palyginamos sekos svorio galia; λ – koeficientas.

Formulėje esantis narys $\lambda \in [0;1]$ pasirenkamas sprendimo priėmėjo. Paprastai $\lambda=0,5$.

5. Suskaičiuojamas galutinis alternatyvų rangas. Optimaliausia alternatyva kurios k_i vertė didžiausia.

$$k_i = (k_a k_b k_c)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (k_a + k_b + k_c). \quad (24)$$

čia k_i – galutinis alternatyvų rangas; k_a, k_b ir k_c – reliatyvūs alternatyvų svoriai.

1.8.2. SAW skaičiavimo metodika

SAW (*angl.* Simple Additive Weight) – viena iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų paprastasis suminio svorio metodikų. (Sergejeva, 2011; Bagočius, 2014, Wang et al., Y. 2016)

SAW etapai:

1. Normalizuojama sprendimų matrica. Visi sprendimo matricos nariai normalizuojami pagal formules:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}, \text{ kai MAX}, \quad (25)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}, \text{ kai MIN}. \quad (26)$$

čia x_{ij} – i -osios alternatyvos, j -ojo rodiklio reikšmė; \bar{x}_{ij} – i -osios alternatyvos, j -ojo rodiklio normalizuota reikšmė ($i=\overline{1, m}, j=\overline{1, n}$); x_j^{min} – didžiausia rodiklio vertė tarp alternatyvų ; x_j^{max} – mažiausia rodiklio vertė tarp alternatyvų.

2. Normalizuoti elementai matricoje padauginami iš jų rodiklio reikšmingumo. Visos gautos reikšmės kiekvienai alternatyvai yra sudedamos. Optimaliausias variantas iš alternatyvų yra tas, kurio reikšmė didžiausia.

$$A = \sum_{i=1}^n \omega_j \bar{x}_{ij}. \quad (27)$$

čia \bar{x}_{ij} – normalizuotas, neturintis matavimo vieneto, skaičius, priklausantis intervalui $[0,1]$ ir apibrėžia normalizuotą i -osios alternatyvos, j -ojo efektyvumo rodiklio reikšmę; ω_j – rodiklio svoris; A – normalizuotų verčių ir svorių sandaugų sumą.

1.8.3. TOPSIS skaičiavimo metodika

TOPSIS (*angl. The technique for order preference by similarity to ideal solution*) – metodas skirtas variantų racionalumui iki idealiojo taško artumui nustatyti. Sukurtas mokslininkų Yoon ir Hwan. Optimali alternatyva yra mažiausiai nutolusi nuo idealaus sprendinio ir labiausiai nutolusi nuo blogiausio sprendinio (Hwang et al., 1981; Bagočius ir kt., 2014; Simanavičienė, 2016; Kim, 2016; Zavadskas et. al, 2016; Zavadskas et. al, 2017; Fan et al., 2020).

1. Sprendimų matricos P sudarymas:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}. \quad (28)$$

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

2. Sprendimų matricos P normalizavimas:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}. \quad (29)$$

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

3. Normalizuota sprendimų matrica \bar{P} :

$$\bar{P} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \cdots & \bar{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (30)$$

4. Sudaromi geriausios ir blogiausios alternatyvos modeliai:

$$a^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = \overline{1, m} \right\}, \quad (31)$$

$$a^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = \overline{1, m} \right\}. \quad (32)$$

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

5. Nustatomi i -osios alternatyvos santykiniai atstumai iki geriausios ir blogiausios alternatyvos:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^+)^2}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (33)$$

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^-)^2}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (34)$$

čia L_i^+ – atstumas iki „geriausios įmanomos“ a^+ alternatyvos; L_i^- – atstumas iki „blogiausios įmanomos“ a^- alternatyvos.

6. Nustatomi sąlyginiai lyginamųjų variantų artumai iki idealaus:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}. \quad (35)$$

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

II. PRELIMINARIAI OPTIMALIAUSIOS ŠVENTOSIOS UOSTO ATSTATYMO ALTERNATYVOS PARINKIMAS

2.1. Šventosios uosto plėtros daugiakriterinė analizė

Užsibrėžiami baigiamojo darbo uždavinio sprendimo etapai:

1 etapas. Nustatomas pagrindinis tikslas – preliminariai optimaliausios Šventosios uosto alternatyvos nustatymas.

2 etapas. Pasirinktų alternatyvų analizė, rodiklių nustatymas. Šio darbo metu analizuojamos penkios alternatyvos iš „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija“. Joms analizuoti parinkti 22 rodikliai.

3 etapas. Rodiklių svorių skaičiavimas. Sudaroma anketa yra išdalijama ekspertams, pagal gautus rezultatus rodiklių svoriai nustatomi AHP ir SWARA metodais.

4 etapas. Sudaroma Šventosios uosto plėtros alternatyvų palyginimo duomenų lentelė (lentelė 12).

5 etapas. Uždavinio sprendimas pasirinktomis metodikomis. Baigiamajame darbe naudoti trys daugiakriteriniai vertinimo metodai – CoCoSo fuzzy, SAW ir TOPSIS. Pritaikius metodus

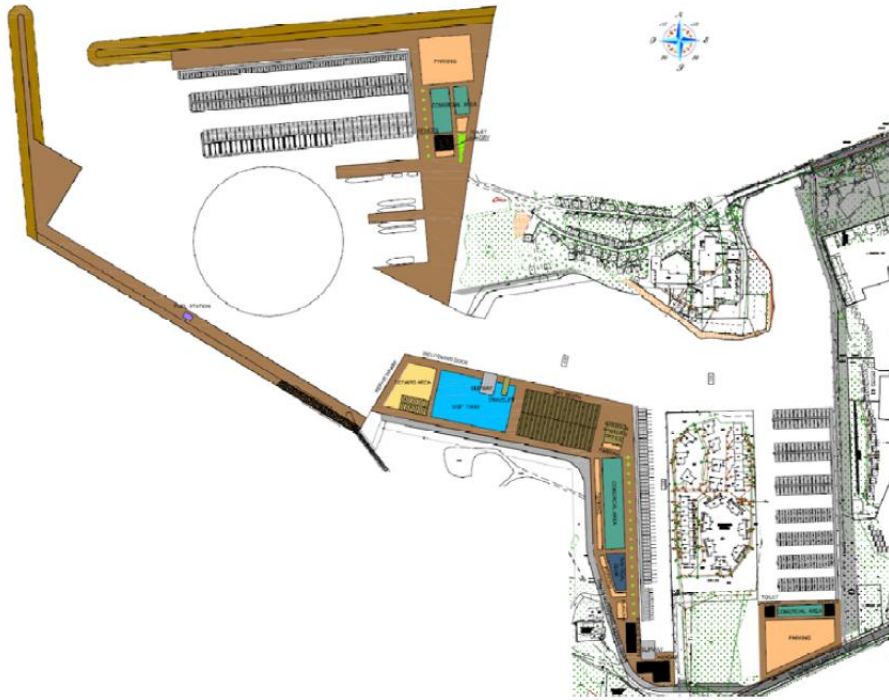
sudaroma alternatyvų prioritetinė eilutė. Geriausių alternatyvų rangas vienetas, o blogiausių alternatyvų penketas.

6 etapas. Rezultatų apibendrinimas Copeland metodu. Išvadų ir rekomendacijų pateikimas.

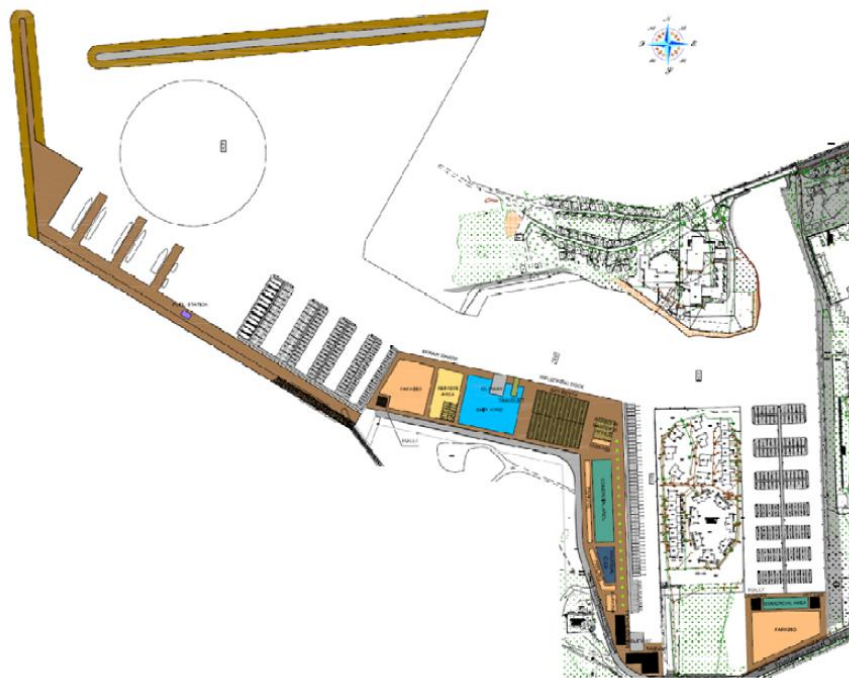
2.2. Nagrinėjamos Šventosios uosto plėtros alternatyvos

Remiantis „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija“ nagrinėjamos penkios galimos atstatymo alternatyvos (Alatec, 2010):

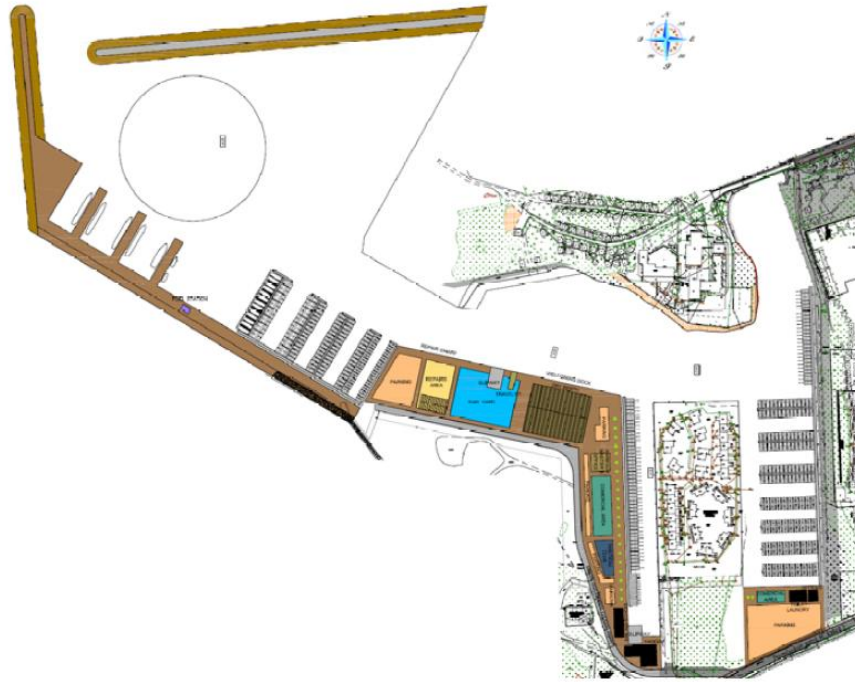
- A_1 – Alternatyva 1 (27 pav.). Darbai vykdomi esamo uosto ribose. Saugomas vandens paviršius 171.000 m². Pietinis molas susideda iš dviejų dalių, kurių bendras ilgis yra apie 645 metrų. Į šiaurės rytus statoma pirma molo dalis, apie 400 m. Antra dalis tęsiama toliau apie 245 m, pasukus 126° kampu. Molams naudojami nuožulnios formos akmenys. Šiaurinis molas statomas iš vienos dalies ir apie 426 metrų ilgio. Laivai švartuojami į atsišakančius dokus. Esplanados naudojamos kaip techninė vietovė, kur bus garažai, laivų statykla, sausasis dokas ir mobilus keltuvas. Uoste esantys laivai kuru galės papildyti molo dokuose. Švartavimosi vietos išdėstomos šiaurinėje uosto dalyje;
- A_2 – Alternatyva 2 (28 pav.). Panaši į A_1 alternatyvos variantą – esamo uosto ribose, tokia pati molų konfigūracija. Saugomas paviršius, kur bus švartuojami laivai, yra išvystomas pietinėje dalyje;
- A_3 – Alternatyva 2A (29 pav.). Alternatyvos A_2 galimas variantas, su kitokių švartuojamų laivų išdėstymų vidiniame uoste;
- A_4 – Alternatyva 2B (30 pav.). Alternatyvos A_2 galimas variantas. Didesnis laivų švartavimo vietų skaičius vidiniame uoste. Numatyta įrengti papildomai 28 švartavimo vietas laivams iki 9 metrų ilgio;
- A_5 – Alternatyva 3 (31 pav.). Darbai vykdomi už esamo uosto ribų. Pietinis molo bendras ilgis 1402,5 m ir susideda iš dviejų lygmenų. Pirmas lygmuo 800 m ilgio eina šiaurės rytų kryptimi. Antras lygmuo tęsiasi toliau apie 242,5 m, pasukus 126° kampu. Vakarinis molas yra vieno lygio ir apie 841 m ilgio. Dėl ilgesnių molų žymiai padidėja saugomo vandens paviršius nuo 171.000 m² iki 337.800 m². Dėl šiuos priežasties laivų švartavimosi pajėgumas daug didesnis lyginant su kitomis alternatyvomis.



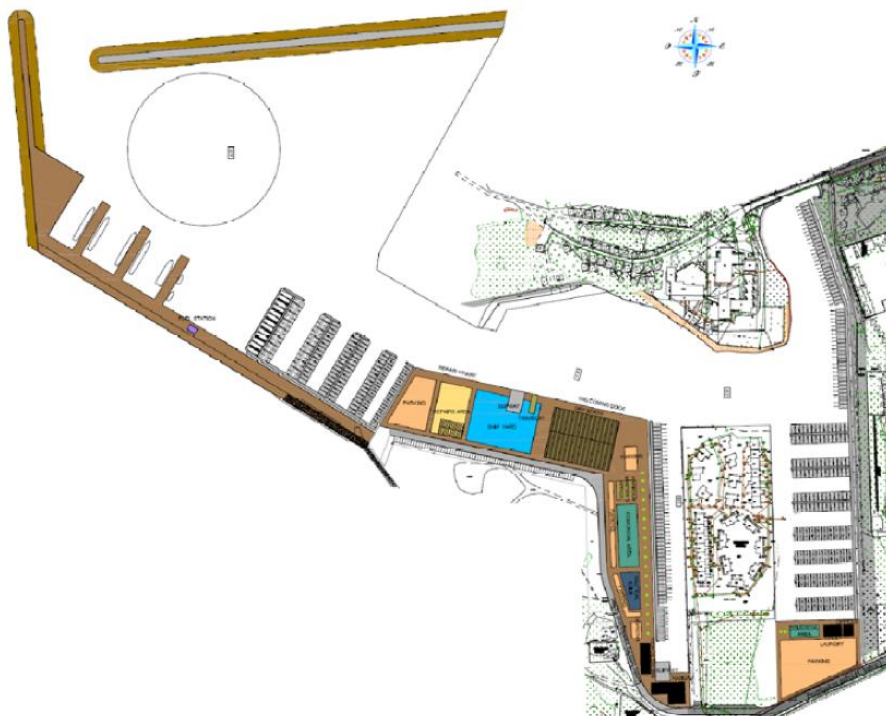
27 pav. Alternatyva 1



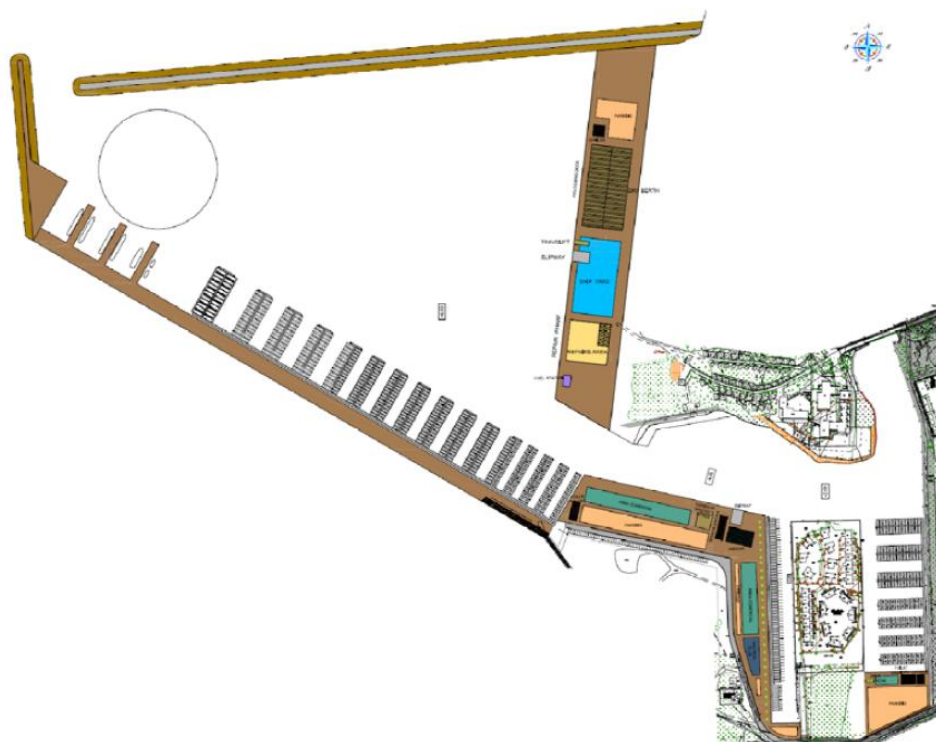
28 pav. Alternatyva 2



29 pav. Alternatyva 2A



30 pav. Alternatyva 2B



31 pav. Alternatyva 3

Atsirinktoms alternatyvoms atlikta SSGG (angl. *SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) analizė. Ši yra taikoma norint atpažinti svarbiausius vidinius ir išorinius faktorius, kurie galėtų nulemti norimo tikslo pasiekimą. Tai atliekama vertinant tikslo vidinės stiprybes/silpnybes ir išorines aplinkos pranašumus/trūkumus (Azimi et al., 2011). Pasirinktų alternatyvų SSGG analizė pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė. Šventosios uosto plėtros alternatyvų SSGG analizė

Stiprybės	Silpnybės
<ol style="list-style-type: none"> 1. Atgaivinus uostą, atsirastų galimybė daugiau darbo vietų; 2. Vieta laivams pasislėpti audrų metu; 3. Patogesnis atvykimas mažiesiems laivams, nei Klaipėdos uoste; 4. Uostas turi priėjimą prie atviros jūros; 5. Nedidelis atstumas nuo turizmo traukos objektų. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Didelė statybos darbų imtis; 2. Aukštas sezoniškumo lygis; 3. Galima eksploatuoti tik mažuosius laivus; 4. Kaliningrado „uždarumas“ riboja potencialių laivų srautą iš Lenkijos ir Vokietijos; 5. Nenumatyta galimybė aptarnauti šiaurinį molą iš Būtingės pusės.

4 lentelė. Šventosios uosto plėtros alternatyvų SSGG analizė (tęsinys)

Galimybės	Grėsmės
1. Išplėsti turistų kelionių geografiją; 2. Pritraukti daugiau turistų iš kitų šalių; 3. Pritraukti turistų iš greta esančios Palangos kurorto; 4. Daugiau švartavimosi vietų laivams; 5. Sumažinama smulkių laivų apkrova Klaipėdos uostui; 6. Rekreacinė–sportinė laivybos renginiai galėtų būti rengiami Šventosios uoste.	7. Reikalingas nuolatinis smėlio pumpavimas iš uosto akvatorijos ir įplaukos kanalo dėl smėlio sąnašų; 8. Nėra unikalių turizmo traukos objektų pačioje Šventojoje; 9. Nepakankamai išvystytos šalies pramoginių laivų infrastruktūra; 10. Uosto vidinę akvatoriją supančių kaimynų neprognozuojamas požiūris į uosto plėtrą.

2.3. Vertinami rodikliai

Baigiamajame darbe pasirinkti 22 vertinimo kriterijai, pagal kuriuos buvo sudarytos anketos pateiktos ekspertų apklausai. Rodikliai su aprašymais pateikiami 5 lentelėje.

5 Lentelė. Lyginamųjų rodiklių aprašymas

Nr.	Kriterijus	Apibūdinimas
x_1	Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6m$)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti iki 6 metrų ilgio laivus.
x_2	Laivų švartavimo vietų skaičius ($6m < L < 9m$)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 6 iki 9 metrų ilgio laivus.
x_3	Laivų švartavimo vietų skaičius ($9m < L < 12m$)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 9 iki 12 metrų ilgio laivus.
x_4	Laivų švartavimo vietų skaičius ($12m < L < 15m$)	Laivų stovėjimo vietų skaičius, reikalingas švartuoti nuo 12 iki 15 metrų ilgio laivus.
x_5	Nuolat stovinčių laivų vietų skaičius uoste	Kiekis švartavimo vietų, paskirtų vietinių gyventojų ar Šventojoje esančių tarnybų laivams, kurie naudosis uostu visus metus.
x_6	Laikiniai stovinčių laivų vietų skaičius uoste	Kiekis švartavimo vietų, paskirtų laivams, kurie naudojami uostu tik vasaros sezono metu (turizmo, pramogų paskirčiai).

5 Lentelė. Lyginamųjų rodiklių aprašymas (tęsinys)

Nr.	Kriterijus	Apibūdinimas
x_7	Galimų remontuoti laivų vietų skaičius	Kiekis laivų, kuriuos gali priimti remonto dirbtuvės vienu metu. Didesnis kiekis naudingas vasaros sezono metu.
x_8	Plotas skirtas laivams nuleisti į vandenį	Teritorija nuleisti atvežtus laivus į uosto vandenys. Įskaičiuojamas slipas (rampa laivui nuleisti į vandenį) ir automobilių stovėjimo aikštelė. Didesnis plotas leidžia lengviau nuleisti laivus į vandenį ir lengviau laivus atvežusioms transporto priemonėms manevruoti.
x_9	Laivų saugojimo aikštelės plotas	Sausumos teritorijos plotas, skirtas saugoti laivus sausumoje žiemos metu, kad jos nebūtų pažeisto galimo apledėjimo. Čia gali būti saugomi tiek nuolatos, tiek laikinai uostu naudojantys laivai.
x_{10}	Remonto plotas	Laivų remonto dirbtuvėms paskirtas uosto teritorijos plotas.
x_{11}	Autotransporto stovėjimo aikštelės plotas	Atstatyto uosto teritorijos plotas, skirta transporto priemonėms stovėti.
x_{12}	Uosto tarnybos plotas	Uosto teritorija, skirta tik joje dirbančioms tarnyboms (apsaugos tarnybos laivai, specializuoti pagalbiniai laivai ir t.t.)
x_{13}	Uosto gyliai	Veiklai vykdyti reikalingas minimalus akvatorijos gylis.
x_{14}	Vidinis akvatorijos plotas	Uosto vidaus vandens teritorijos plotas, kuriame vykdoma laivyba.
x_{15}	Bendra gilavimo kaina	Išlaidos reikalingos atlikti gilavimo darbus.
x_{16}	Pagrindinis konkurso biudžetas	Projekto įgyvendinimo suma.
x_{17}	Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	Didžiausi projektiniai vandens tėkmės greičiai priekrantėje pučiant labiausiai vyraujančiam V vėjui. Didesni tėkmės greičiai reiškia didesnę sąnašų uosto dugne kaupimąsi ties priekrante.
x_{18}	Vandens tėkmės greičiai ties molais pučiant V vėjui	Didžiausi projektiniai vandens tėkmės greičiai ties rekonstruotais molais, pučiant labiausiai vyraujančiam V vėjui. Didesni tėkmės greičiai reiškia didesnę sąnašų uosto dugne kaupimąsi ties molo konstrukcijomis.

5 Lentelė. Lyginamųjų rodiklių aprašymas (tęsinys)

x_{19}	Bangų aukščiai pučiant V vėjui	Didžiausi projektiniai bangų aukščiai pučiant labiausiai vyraujančiam V vėjui. Aukštesnės bangos apsunkina laivybos sąlygas.
x_{20}	Uosto įplaukos kanalo gylis	Uosto įplaukoje reikalingas palaikyti minimalus gylis. Didesnis gylis reikalingas didesniems laivams patekti į uostą.
x_{21}	Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Įrengtų arba rekonstruotų privažiavimo kelių įtaką esamai miesto infrastruktūrai.
x_{22}	Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Uosto rekonstrukcijos veiksmų įtaką aplinkai (vartotojų tranzitas, kuro tiekimas, laivų techninė priežiūra, valymo operacijų sukelti padariniai ir t.t.)

2.4. Reikšmingumų skaičiavimas

2.4.1. AHP metodas

Svoriai AHP metodu skaičiuojami pagal prieš tai pateiktas formules (2–7).

1. Ekspertų apklausų rezultatai suvedami į porinio palyginimo matricos lentelę (6 lentelė).
2. Apskaičiuojama kiekvienos lentelės stulpelio suma C_j . Pateikiu pirmo stulpelio sumos skaičiavimą. Analogiškai suskaičiuoti likę stulpeliai:

$$C_1=1+1+1+1+\dots+1+0,11+0,33+0,14=17,46$$

3. Sudaroma normalizuota porinio palyginimo matricos lentelė (7 lentelė)., kiekvieną elementą padalijus iš atitinkamos stulpelio sumos. Pateikiu pirmą normalizuotos matricos narį. Analogiškai suskaičiuoti kiti:

$$x_{11}=\frac{1}{17,46}=0,06$$

4. Suskaičiuojamas kiekvieno kriterijaus svoris, randant normalizuotos matricos eilučių vidurkius. Pateikiu pirmos eilutės vidurkio skaičiavimą:

$$\omega_1=\frac{1}{22}\cdot(0,064+0,064+0,064+0,064+\dots+0,06+0,06+0,08+0,07)=0,064;$$

6 lentelė. Porinio palyginimo matrica

Ekspertas 1																						
Kriterijai	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}
x_1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1/3	1/3	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_2	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1/3	1/3	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1/3	1/3	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1/3	1/3	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_5	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1/3	1/3	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_6	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	7	5	5	5	1	1	1/3	7	1	5
x_7	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	7	5	5	5	1	1	1/3	7	1	5
x_8	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_9	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_{10}	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_{11}	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_{12}	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	3	7
x_{13}	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/7	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1/3	1/3	1/3	1/7	1/7	1/9	1	1/7	1/3
x_{14}	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	3	1	1	1	1/5	1/5	1/7	3	1/5	1
x_{15}	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	3	1	1	1	1/5	1/5	1/7	3	1/5	1
x_{16}	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	3	1	1	1	1/5	1/5	1/7	3	1/5	1
x_{17}	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	7	5	5	5	1	1	1/3	7	1	5
x_{18}	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	7	5	5	5	1	1	1/3	7	1	5
x_{19}	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	9	7	7	7	3	3	1	9	1/3	7
x_{20}	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/7	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1/3	1/3	1/3	1/7	1/7	1/9	1	1/7	1/3
x_{21}	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	7	5	5	5	1	1	3	7	1	5
x_{22}	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	3	1	1	1	1/5	1/5	1/7	3	1/5	1
C_i	17,46	17,46	17,46	17,46	17,46	37,1	39,1	13,46	13,46	13,46	10,79	10,13	148,0	106,7	106,7	106,7	39,1	39,1	16,13	148,0	36,4	106,7

7 lentelė. Normalizuota porinio palyginimo matrica

Ekspertas 1																						
Kriterijai	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}
x_1	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,031	0,033	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_2	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,031	0,033	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_3	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,031	0,033	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_4	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,031	0,033	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_5	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,031	0,033	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_6	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,027	0,026	0,025	0,025	0,025	0,093	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,026	0,026	0,021	0,047	0,027	0,047
x_7	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,027	0,026	0,025	0,025	0,025	0,031	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,026	0,026	0,021	0,047	0,027	0,047
x_8	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_9	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_{10}	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_{11}	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,027	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_{12}	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,082	0,066
x_{13}	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,004	0,008	0,008	0,008	0,010	0,011	0,007	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,007	0,007	0,004	0,003
x_{14}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,013	0,014	0,020	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,009	0,020	0,005	0,009
x_{15}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,013	0,014	0,020	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,009	0,020	0,005	0,009
x_{16}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,013	0,014	0,020	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,009	0,020	0,005	0,009
x_{17}	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,027	0,026	0,025	0,025	0,025	0,031	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,026	0,026	0,021	0,047	0,027	0,047
x_{18}	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,027	0,026	0,025	0,025	0,025	0,031	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,026	0,026	0,021	0,047	0,027	0,047
x_{19}	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,081	0,077	0,074	0,074	0,074	0,093	0,099	0,061	0,066	0,066	0,066	0,077	0,077	0,062	0,061	0,009	0,066
x_{20}	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,004	0,008	0,008	0,008	0,010	0,011	0,007	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,007	0,007	0,004	0,003
x_{21}	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,027	0,026	0,025	0,025	0,025	0,031	0,033	0,047	0,047	0,047	0,047	0,026	0,026	0,186	0,047	0,027	0,047
x_{22}	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,013	0,014	0,020	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,009	0,020	0,005	0,009

$$\lambda_{max} = \frac{1}{22} \cdot \left(\frac{1,524}{0,064} + \frac{1,524}{0,064} + \frac{1,524}{0,064} + \frac{1,524}{0,064} + \dots + \frac{1,550}{0,067} + \frac{0,135}{0,006} + \frac{0,879}{0,38} + \frac{0,219}{0,010} \right) = 23,3;$$

$$C.I. = \frac{23,28 - 21}{21} = 0,06;$$

$$C.R. = \frac{0,06}{1,647} = 0,037.$$

Apskaičiuotas suderinamumo koeficientas $C.R. < 0,1$, kuris parodo, kad matrica yra suderinta. Gauti rezultatai pateikti 8 lentelėje.

8 Lentelė. AHP metodu apskaičiuoti Eksperto 1 lyginamųjų rodiklių svoriai

Kriterijai	Vienetai	Kryptis	Svoris
1. Laivų švartavimo vietų skaičius (L<6m)	vnt.	MAX	0,064
2. Laivų švartavimo vietų skaičius (6m <L<9m)	vnt.	MAX	0,064
3. Laivų švartavimo vietų skaičius (9m <L<12m)	vnt.	MAX	0,064
4. Laivų švartavimo vietų skaičius (12m <L<15m)	vnt.	MAX	0,064
5. Nuolat stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,064
6. Laikiniai stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,033
7. Galimų remontuoti laivų vietų skaičius	vnt.	MAX	0,030
8. Plotas skirtas laivams nuleisti į vandenį	m ²	MAX	0,070
9. Laivų saugojimo aikštelės plotas	m ²	MAX	0,070
10. Remonto plotas	m ²	MAX	0,070
11. Autotransporto stovėjimo aikštelė plotas	m ²	MAX	0,094
12. Uosto tarnybos plotas	m ²	MAX	0,096
13. Uosto gyliai	m	MIN	0,006
14. Vidinės akvatorija plotas	m ²	MAX	0,010
15. Bendras gilinimo kaina	mln. eur	MIN	0,010
16. Pagrindinis konkurso biudžetas	mln. eur	MIN	0,010
17. Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,030
18. Vandens tėkmės greičiai ties molais pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,030
19. Bangų aukščiai pučiant V vėjui	m	MIN	0,067

8 Lentelė. AHP metodu apskaičiuoti Eksperto 1 lyginamųjų rodiklių svoriai (tęsinys)

20. Uosto įplaukos kanalo gylis	m	MIN	0,006
21. Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Balai	MAX	0,038
22. Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Balai	MAX	0,010

Tokiu pačiu principu skaičiuojami ir iš kitų ekspertų gauti duomenys AHP metodu (Priedas Nr. 2.).

2.4.1. SWARA metodas

Tikslinant rodiklių svorius dėl ekspertų suderinamumo ir riboto ekspertų kiekio, buvo papildomai naudojamas SWARA metodas. Svoriai SWARA metodu skaičiuojami pagal prieš tai pateiktas formules (12–15).

1. AHP rodikliai papildomai perskaičiuojami SWARA metodu. AHP metodika apskaičiuoti svoriai ω_j yra prilyginami SWARA metodo s_j reikšmėms. Rodiklių lentelė yra perrikiuojama nuo didžiausios iki mažiausios svorio vertės (9 lentelė).
2. Suskaičiuojamas koeficientas c_j kiekvienam kriterijui. Pirmojo rango kriterijui $c_1 = 1$, pateikiu antrojo rango skaičiavimus. Analogiškai suskaičiuoti likusieji nariai:

$$c_2 = s_2 + 1 = 0,094 + 1 = 1,094$$

3. Suskaičiuojamas pakoreguotas rodiklių svoris. Pirmojo rango pakoreguotas rodiklių svoris $s_1 = 1$, pateikiu antrojo rango skaičiavimus. Analogiškai suskaičiuoti likusieji nariai:

$$s_2' = \frac{s_1'}{c_2} = \frac{1,0}{1,094} = 0,914$$

4. Nustatomi galutiniai rodiklių svoriai. Pateikiu pirmo rango svorio skaičiavimą. Analogiškai suskaičiuoti likusieji nariai:

$$\omega_1 = \frac{1,00}{12,79} = 0,078$$

5. Gautas rodiklių svorių lentelės eiliškumas yra pagal rangus, t.y. nuo didžiausio iki mažiausio svorio. Lentelė perdaroma, kad būtų sunumeruota pagal rodiklių numeraciją. SWARA metodu apskaičiuoti rodiklių svoriai pateikiami 10 lentelėje. Tokiu pačiu principu skaičiuojami ir kitų ekspertų rodiklių svoriai (Priedas Nr. 2.)

9 lentelė. Rodiklių porinis santykinės svarbos vertinimas

Nr.	Kriterijus	AHP svoris	s_j	c_j	s_j'	ω_j
1	c_{12}	0,096	0,096	1,000	1,000	0,078
2	c_{11}	0,094	0,094	1,094	0,914	0,071
3	c_8	0,070	0,070	1,070	0,855	0,067
4	c_9	0,070	0,070	1,070	0,799	0,062
5	c_{10}	0,070	0,070	1,070	0,746	0,058
6	c_{19}	0,067	0,067	1,067	0,700	0,055
7	c_1	0,064	0,064	1,064	0,658	0,051
8	c_2	0,064	0,064	1,064	0,618	0,048
9	c_3	0,064	0,064	1,064	0,581	0,045
10	c_4	0,064	0,064	1,064	0,546	0,043
11	c_5	0,064	0,064	1,064	0,513	0,040
12	c_{21}	0,038	0,038	1,038	0,494	0,039
13	c_6	0,033	0,033	1,033	0,478	0,037
14	c_7	0,030	0,030	1,030	0,464	0,036
15	c_{17}	0,030	0,030	1,030	0,450	0,035
16	c_{18}	0,030	0,030	1,030	0,437	0,034
17	c_{14}	0,010	0,010	1,010	0,433	0,034
18	c_{15}	0,010	0,010	1,010	0,429	0,034
19	c_{16}	0,010	0,010	1,010	0,425	0,033
20	c_{22}	0,010	0,010	1,010	0,421	0,033
21	c_{13}	0,006	0,006	1,006	0,418	0,033
22	c_{20}	0,006	0,006	1,006	0,416	0,032
						1,00

10 Lentelė. SWARA metodu perskaičiuoti Eksperto 1 AHP svoriai

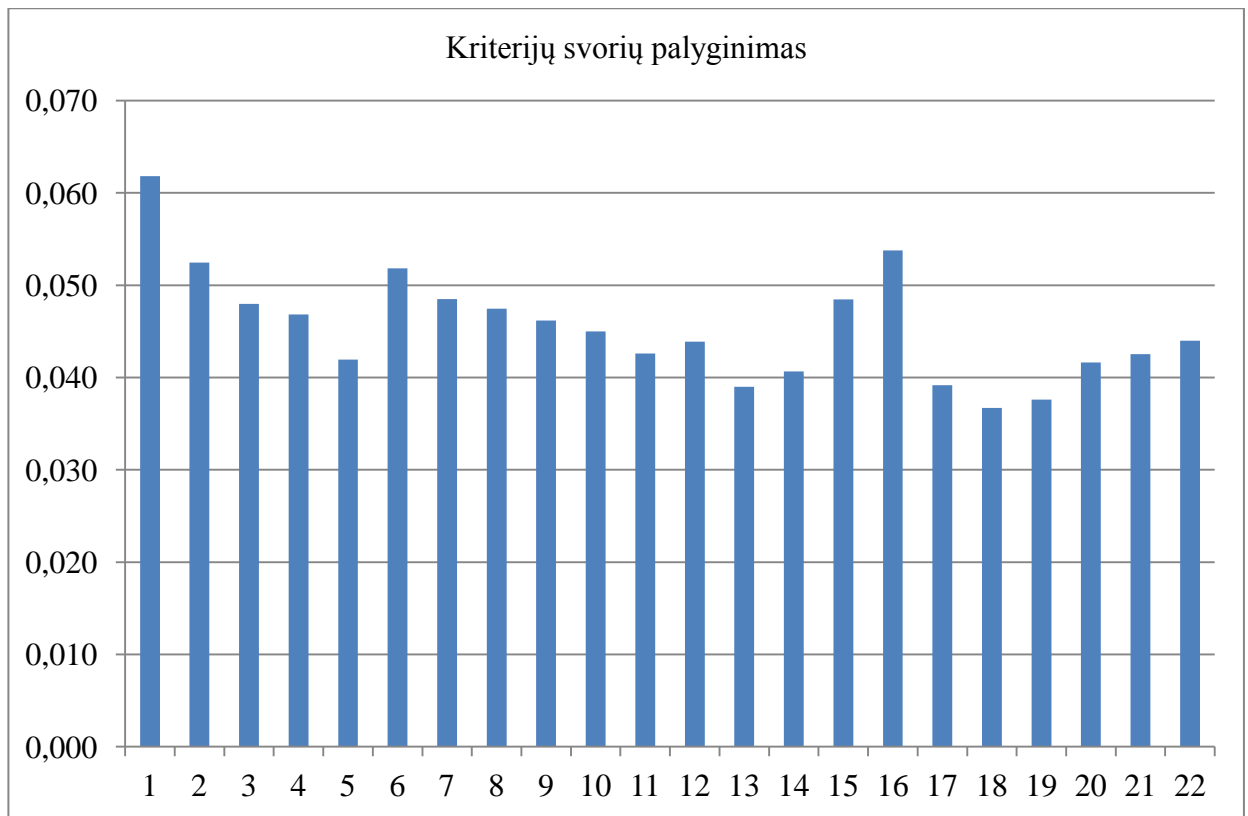
Kriterijai	Vienetai	Kryptis	Svoris
1. Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6m$)	vnt.	MAX	0,051
2. Laivų švartavimo vietų skaičius ($6m < L < 9m$)	vnt.	MAX	0,048
3. Laivų švartavimo vietų skaičius ($9m < L < 12m$)	vnt.	MAX	0,045
4. Laivų švartavimo vietų skaičius ($12m < L < 15m$)	vnt.	MAX	0,043
5. Nuolat stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,040
6. Laikiniai stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,037
7. Galimų remontuoti laivų vietų skaičius	vnt.	MAX	0,036
8. Plotas skirtas laivams nuleisti į vandenį	m^2	MAX	0,067
9. Laivų saugojimo aikštelės plotas	m^2	MAX	0,062
10. Remonto plotas	m^2	MAX	0,058
11. Autotransporto stovėjimo aikštelė plotas	m^2	MAX	0,071
12. Uosto tarnybos plotas	m^2	MAX	0,078
13. Uosto gyliai	m	MIN	0,033
14. Vidinė akvatorija plotas	m^2	MAX	0,034
15. Bendras gilinimo kaina	mln. EUR	MIN	0,034
16. Pagrindinis konkurso biudžetas	mln. EUR	MIN	0,033
17. Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,035
18. Vandens tėkmės greičiai ties molais pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,034
19. Bangų aukščiai pučiant V vėjui	m	MIN	0,055
20. Uosto įplaukos kanalo gylis	m	MIN	0,032
21. Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Balai	MAX	0,039
22. Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Balai	MAX	0,033

Suskaičiavus visų ekspertų kriterijų svorius AHP ir SWARA metodais (Priedas Nr. 2.), išvedami jų vidurkiai, kurie pateikiami 11 lentelėje.

11 Lentelė. Galutiniai rodiklių svoriai

Kriterijai	Vienetai	Kryptis	Svoris
1. Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6m$)	vnt.	MAX	0,062
2. Laivų švartavimo vietų skaičius ($6m < L < 9m$)	vnt.	MAX	0,052
3. Laivų švartavimo vietų skaičius ($9m < L < 12m$)	vnt.	MAX	0,048
4. Laivų švartavimo vietų skaičius ($12m < L < 15m$)	vnt.	MAX	0,047
5. Nuolat stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,042
6. Laikiniai stovinčių laivų vietų skaičius uoste	vnt.	MAX	0,052
7. Galimų remontuoti laivų vietų skaičius	vnt.	MAX	0,049
8. Plotas skirtas laivams nuleisti į vandenį	m ²	MAX	0,047
9. Laivų saugojimo aikštelės plotas	m ²	MAX	0,046
10. Remonto plotas	m ²	MAX	0,045
11. Autotransporto stovėjimo aikštelė plotas	m ²	MAX	0,043
12. Uosto tarnybos plotas	m ²	MAX	0,044
13. Uosto gyliai	m	MIN	0,039
14. Vidinė akvatorija plotas	m ²	MAX	0,041
15. Bendras gilinimo kaina	mln. EUR	MIN	0,048
16. Pagrindinis konkurso biudžetas	mln. EUR	MIN	0,054
17. Priekrantės tėkmės greičiai pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,039
18. Vandens tėkmės greičiai ties molais pučiant V vėjui	m/s	MIN	0,037
19. Bangų aukščiai pučiant V vėjui	m	MIN	0,038
20. Uosto įplaukos kanalo gylis	m	MIN	0,042
21. Žemės galimybių funkcionalumas ir suderinamumas su urbanistika	Balai	MAX	0,043
22. Aplinkosaugos ir socialinis poveikis	Balai	MAX	0,044

Lyginant rodiklių svorius (32 pav.) matyti, kad „Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6m$)“ yra pats svarbiausias rodiklis ir „Pagrindinis konkurso biudžetas“ yra antras pagal svarbumą. „Vandens tėkmės greičiai ties molais pučiant V vėjui“ yra mažiausiai reikšmingas rodiklis.



32 pav. Kriterijų svorių palyginimas

Svarbu pabrėžti, kad 16-as kriterijus „Pagrindinis konkurso biudžetas“ neturi vienareikšmiškai skaičiavimus nulemiančio svorio, t.y. jo reikšmingumas ne daug skiriasi nuo kitų kriterijų. Daugumoje matytų darbų projektų kaina paprastai būdavo svarbiausias kriterijus. Kriterijus „Laivų švartavimo vietų skaičius (L<6m)“ galėjo tapti svarbiausiu, nes:

- Šventosios uostas daugiausiai bus naudojamas tokio tipo laivams, tad jiems teikiama daugiausiai dėmesio;
- Kuriant anketa šis kriterijus buvo pirmas sąraše, tad pradėdant pildyti anketas jam per klaidą galėjo būti nežymiai didesnė vertė priskirta nei jei jis būtų vėliau anketoje;
- Galimas ekspertų patirties trūkumas.

Nustačius rodiklių reikšmingumus, sudaroma Šventosios uosto plėtros alternatyvų palyginimo duomenų lentelė (lentelė 12), susidedanti iš alternatyvų, rodiklių reikšmių, rodiklių svorių, matavimo vienetų ir krypčių.

12 Lentelė. Šventosios uosto plėtros alternatyvų palyginimo duomenys

Kriterijai	Alternatyvos					Vienetai	Svoris, ω_j	Kryptis
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5			
x_1	228	174	198	198	328	vnt.	0,062	MAX
x_2	239	187	225	253	355	vnt.	0,052	MAX
x_3	64	30	30	30	98	vnt.	0,048	MAX
x_4	24	13	13	13	24	vnt.	0,047	MAX
x_5	204	149	174	182	296	vnt.	0,042	MAX
x_6	510	373	435	435	740	vnt.	0,052	MAX
x_7	20	15	17	17	30	vnt.	0,049	MAX
x_8	3825	2810	3265	3430	5550	m ²	0,047	MAX
x_9	12250	8950	10450	10920	17760	m ²	0,046	MAX
x_{10}	1990	1455	1700	1800	2890	m ²	0,045	MAX
x_{11}	13030	9615	9450	9145	13145	m ²	0,043	MAX
x_{12}	1130	980	980	980	1205	m ²	0,044	MAX
x_{13}	6	6	6	6	8	m	0,039	MIN
x_{14}	53650	38515	45030	47095	77550	m ²	0,041	MAX
x_{15}	2,66	2,83	2,83	2,83	4,01	mln. EUR	0,048	MIN
x_{16}	58,55	53,20	53,22	53,35	103,50	mln. EUR	0,054	MIN
x_{17}	0,34	0,48	0,48	0,48	0,44	m/s	0,039	MIN
x_{18}	0,47	0,47	0,47	0,47	0,43	m/s	0,037	MIN
x_{19}	3,1	3,1	3,1	3,1	3,4	m	0,038	MIN
x_{20}	5,9	5,9	5,9	5,9	6,1	m	0,042	MIN
x_{21}	10	10	10	10	7,5	Balai	0,043	MAX
x_{22}	7,3	10	8,5	8,2	5	Balai	0,044	MAX

2.5. MCDM skaičiavimai

2.5.1. CoCoSo fuzzy skaičiavimas

Skaičiavimai atliekami naudojant (16–24) formules. Sudaroma pradinė sprendimų matricos lentelė (13 lentelė) ir ji normalizuojama (14 lentelė).

13 Lentelė. Pradinė sprendimų matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	228	239	64	24	204	510	20	3825	12250	1990	13030	1130	6	53650	2,66	58,55	0,34	0,47	3,1	5,9	10	7,3	
A_2	174	187	30	13	149	373	15	2810	8950	1455	9615	980	6	38515	2,83	53,20	0,48	0,47	3,1	5,9	10	10	
A_3	198	225	30	13	174	435	17	3265	10450	1700	9450	980	6	45030	2,83	53,22	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,5	
A_4	198	253	30	13	182	435	17	3430	10920	1800	9145	980	6	47095	2,83	53,35	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,2	
A_5	328	355	98	24	296	740	30	5550	17760	2890	13145	1205	8	77550	4,01	103,50	0,44	0,43	3,4	6,1	7,5	5	
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

14 Lentelė. Normalizuota matrica

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}	r_{15}	r_{16}	r_{17}	r_{18}	r_{19}	r_{20}	r_{21}	r_{22}	
A_1	0,351	0,310	0,500	1,0	0,374	0,373	0,333	0,370	0,375	0,373	0,971	0,667	1,0	0,388	1,0	0,894	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,460
A_2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,118	0,0	1,0	0,0	0,878	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
A_3	0,156	0,226	0,0	0,0	0,170	0,169	0,133	0,166	0,170	0,171	0,076	0,0	1,0	0,167	0,878	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,700
A_4	0,156	0,393	0,0	0,0	0,224	0,169	0,133	0,226	0,224	0,240	0,0	0,0	1,0	0,220	0,878	0,997	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,640
A_5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,286	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

Pateikiamas pirmo normalizuoto nario skaičiavimas. Analogiškai suskaičiuoti likę lentelių nariai:

$$r_{11} = \frac{228-174}{328-174} = 0,351.$$

Atskiroms alternatyvoms suskaičiuojami palyginamos sekos svoris S_i ir palyginamos sekos svorio galia P_i . Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 15 lentelėje:

$$S_1 = 0,351 \cdot 0,062 + 0,310 \cdot 0,052 + 0,500 \cdot 0,048 + \dots + 1,000 \cdot 0,042 + 1,000 \cdot 0,043 + 1,000 \cdot 0,044 = 0,61;$$

$$P_1 = 0,351^{0,062} + 0,310^{0,052} + 0,500^{0,048} + \dots + 1,000^{0,042} + 1,000^{0,043} + 1,000^{0,044} = 20,5.$$

15 Lentelė. S_i ir P_i vertės

Alternatyva	S_i	P_i
A_1	0,61	20,5
A_2	0,31	7,91
A_3	0,37	16,13
A_4	0,38	15,32
A_5	0,67	14,95

Suskaičiuojami reliatyvūs alternatyvų svoriai pagal pateiktus agregavimo žingsnius. $\lambda \in [0; 1]$ ir priimama $\lambda = 0,5$. Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 16 lentelėje:

$$k_{a1} = \frac{20,4 + 0,61}{0,61 + 20,5 + 0,31 + 7,91 + 0,37 + 16,13 + 0,39 + 15,32 + 0,67 + 14,95} = 0,270;$$

$$k_{b1} = \frac{0,61}{0,31} + \frac{20,5}{7,91} = 4,60;$$

$$k_{c1} = \frac{0,5 \cdot 0,61 + (1-0,5) \cdot 20,5}{0,5 \cdot 0,67 + (1-0,5) \cdot 20,4} = 0,998.$$

16 Lentelė. k_a , k_b ir k_c vertės

	k_a	k_b	k_c
A_1	0,270	4,60	0,998
A_2	0,110	2,00	0,389
A_3	0,210	3,23	0,780
A_4	0,200	3,18	0,743
A_5	0,200	4,06	0,739

Suskaičiuojamas galutinis alternatyvų svoris. Optimaliausia alternatyva, kurios k_i vertė yra didžiausia. Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 17 lentelėje:

$$k_{i1} = (0,270 \cdot 4,60 \cdot 0,998)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (0,270 + 4,60 + 0,998) = 3,00$$

17 Lentelė. k_i vertės

	k_i
A_1	3,04
A_2	1,267
A_3	2,22
A_4	2,16
A_5	2,52

2.5.2. SAW skaičiavimas

Skaičiavimai atliekami naudojant (25–27) formules. Sudaroma pradinė sprendimų matricos lentelė (18 lentelė) ir ji normalizuojama (19 lentelė):

18 Lentelė. Pradinė sprendimų matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	228	239	64	24	204	510	20	3825	12250	1990	13030	1130	6	53650	2,66	58,55	0,34	0,47	3,1	5,9	10	7,3	
A_2	174	187	30	13	149	373	15	2810	8950	1455	9615	980	6	38515	2,83	53,20	0,48	0,47	3,1	5,9	10	10	
A_3	198	225	30	13	174	435	17	3265	10450	1700	9450	980	6	45030	2,83	53,22	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,5	
A_4	198	253	30	13	182	435	17	3430	10920	1800	9145	980	6	47095	2,83	53,35	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,2	
A_5	328	355	98	24	296	740	30	5550	17760	2890	13145	1205	8	77550	4,01	103,50	0,44	0,43	3,4	6,1	7,5	5	
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

19 Lentelė. Normalizuota matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	0,695	0,673	0,653	1,000	0,689	0,689	0,667	0,689	0,690	0,689	0,991	0,938	1,000	0,692	1,000	0,909	1,000	0,915	1,000	1,000	1,000	1,000	0,730
A_2	0,530	0,527	0,306	0,542	0,503	0,504	0,500	0,506	0,504	0,503	0,731	0,813	1,000	0,497	0,942	1,000	0,708	0,915	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
A_3	0,604	0,634	0,306	0,542	0,588	0,588	0,567	0,588	0,588	0,588	0,719	0,813	1,000	0,581	0,942	1,000	0,708	0,915	1,000	1,000	1,000	1,000	0,850
A_4	0,604	0,713	0,306	0,542	0,615	0,588	0,567	0,618	0,615	0,623	0,696	0,813	1,000	0,607	0,942	0,997	0,708	0,915	1,000	1,000	1,000	1,000	0,820
A_5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,750	1,000	0,663	0,514	0,773	1,000	0,912	0,967	0,750	0,500	0,500
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

Pateikiamas pirmo normalizuoto nario skaičiavimas. Analogiškai suskaičiuoti likę lentelių nariai.

$$\bar{x}_{11} = \frac{228}{328} = 0,695.$$

Kiekvienas normalizuotos matricos alternatyvos narys padauginamas iš jo reikšmingumo ir tuomet jie sudedami. Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 20 lentelėje:

$$A_1 = 0,695 \cdot 0,062 + 0,673 \cdot 0,052 + 0,653 \cdot 0,048 + \dots + 1,000 \cdot 0,042 + 1,000 \cdot 0,043 + 0,730 \cdot 0,044 = 0,823$$

20 Lentelė. A_i vertės

	A_i
A_1	0,823
A_2	0,694
A_3	0,724
A_4	0,732
A_5	0,902

2.5.3. TOPSIS skaičiavimas

Skaičiavimai atliekami naudojant (28–35) formules. Sudaroma pradinė sprendimų matricos lentelė (21 lentelė) ir ji normalizuojama (22 lentelė):

21 Lentelė. Pradinė sprendimų matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	228	239	64	24	204	510	20	3825	12250	1990	13030	1130	6	53650	2,66	58,55	0,34	0,47	3,1	5,9	10	7,3	
A_2	174	187	30	13	149	373	15	2810	8950	1455	9615	980	6	38515	2,83	53,20	0,48	0,47	3,1	5,9	10	10	
A_3	198	225	30	13	174	435	17	3265	10450	1700	9450	980	6	45030	2,83	53,22	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,5	
A_4	198	253	30	13	182	435	17	3430	10920	1800	9145	980	6	47095	2,83	53,35	0,48	0,47	3,1	5,9	10	8,2	
A_5	328	355	98	24	296	740	30	5550	17760	2890	13145	1205	8	77550	4,01	103,50	0,44	0,43	3,4	6,1	7,5	5	
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

22 Lentelė. Normalizuota matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	0,440	0,414	0,500	0,589	0,440	0,443	0,436	0,439	0,440	0,439	0,528	0,477	0,416	0,444	0,388	0,389	0,340	0,455	0,438	0,444	0,468	0,410	
A_2	0,336	0,324	0,234	0,319	0,321	0,324	0,327	0,323	0,322	0,321	0,390	0,414	0,416	0,319	0,412	0,354	0,480	0,455	0,438	0,444	0,468	0,561	
A_3	0,382	0,390	0,234	0,319	0,375	0,378	0,371	0,375	0,376	0,375	0,383	0,414	0,416	0,372	0,412	0,354	0,480	0,455	0,438	0,444	0,468	0,477	
A_4	0,382	0,439	0,234	0,319	0,393	0,378	0,371	0,394	0,393	0,397	0,371	0,414	0,416	0,389	0,412	0,354	0,480	0,455	0,438	0,444	0,468	0,460	
A_5	0,633	0,615	0,765	0,589	0,639	0,643	0,654	0,638	0,638	0,637	0,533	0,509	0,555	0,641	0,584	0,688	0,440	0,416	0,481	0,459	0,351	0,280	
ω_j	0,062	0,052	0,048	0,047	0,042	0,052	0,049	0,047	0,046	0,045	0,043	0,044	0,039	0,041	0,048	0,054	0,039	0,037	0,038	0,042	0,043	0,044	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

Pateikiamas pirmo normalizuoto nario skaičiavimas. Analogiškai suskaičiuoti likę lentelių nariai:

$$\bar{x}_{11} = \frac{228}{\sqrt{228^2 + 174^2 + 198^2 + 198^2 + 328^2}} = 0,440.$$

Sudaroma svartinė normalizuota matrica (23 lentelė).

23 Lentelė. Svartinė normalizuota matrica

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}	
A_1	0,030	0,023	0,022	0,024	0,016	0,022	0,028	0,027	0,020	0,023	0,020	0,017	0,013	0,015	0,022	0,028	0,010	0,014	0,014	0,015	0,019	0,019	
A_2	0,023	0,018	0,010	0,013	0,011	0,016	0,021	0,020	0,015	0,017	0,015	0,015	0,013	0,011	0,024	0,026	0,015	0,014	0,014	0,015	0,019	0,027	
A_3	0,026	0,021	0,010	0,013	0,013	0,019	0,024	0,023	0,017	0,020	0,015	0,015	0,013	0,012	0,024	0,026	0,015	0,014	0,014	0,015	0,019	0,023	
A_4	0,026	0,024	0,010	0,013	0,014	0,019	0,024	0,024	0,018	0,021	0,014	0,015	0,013	0,013	0,024	0,026	0,015	0,014	0,014	0,015	0,019	0,022	
A_5	0,043	0,034	0,033	0,024	0,023	0,032	0,042	0,039	0,029	0,033	0,020	0,019	0,018	0,021	0,034	0,050	0,013	0,012	0,015	0,016	0,014	0,013	
Kryptys	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX

Pateikiamas pirmo matricos nario skaičiavimas. Analogiškai suskaičiuoti likę lentelių nariai:

$$v_{11} = 0,440 \cdot 0,062 = 0,030;$$

Sudaromos „geriausios“ ir „blogiausios“ alternatyvų modelių lentelė (24 lentelė).

24 Lentelė. „Geriausios“ ir „blogiausios“ alternatyvos modeliai

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}	x_{21}	x_{22}
a^+	0,043	0,034	0,033	0,024	0,023	0,032	0,042	0,039	0,029	0,033	0,020	0,019	0,013	0,021	0,022	0,026	0,010	0,012	0,014	0,015	0,019	0,027
a^-	0,023	0,018	0,010	0,013	0,011	0,016	0,021	0,020	0,015	0,017	0,014	0,015	0,018	0,011	0,034	0,050	0,015	0,014	0,015	0,016	0,014	0,013

Pateikiamos pirmojo rodiklio geriausios ir blogiausios alternatyvos modelių verčių skaičiavimai. Analogiškai suskaičiuoti likę lentelių nariai:

Pirmo rodiklio kryptis MAX, tai $A^+ = \max v_{ij} = 0,043$ ir $A^- = \min v_{ij} = 0,023$.

Nustatomi i -osios alternatyvos santykiniai atstumai iki geriausios ir blogiausios alternatyvos. Pateikiami pirmos alternatyvos skaičiavimai.

Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 25 lentelėje:

$$L_1^+ = \sqrt{(0,030-0,043)^2 - (0,023-0,034)^2 + (0,022-0,033)^2 + \dots + (0,015-0,015)^2 + (0,019-0,019)^2 + (0,019-0,027)^2} = 0,035$$

$$L_1^- = \sqrt{(0,030-0,023)^2 - (0,023-0,018)^2 + (0,022-0,010)^2 + \dots + (0,015-0,016)^2 + (0,019-0,014)^2 + (0,019-0,013)^2} = 0,036$$

Nustatomi i -osios alternatyvos sąlyginiai lyginamųjų variantų artumai iki idealios alternatyvos. Pateikiamas pirmos alternatyvos skaičiavimas.

Analogiškai suskaičiuoti likę nariai pateikti 25 lentelėje:

$$K_i = \frac{0,036}{0,035+0,036} = 0,510$$

25 Lentelė. Santykiniai atstumai ir artumai iki idealios alternatyvos

	L_i^+	L_i^-	K_i
A_1	0,035	0,036	0,510
A_2	0,056	0,030	0,350
A_3	0,049	0,030	0,378
A_4	0,048	0,031	0,390
A_5	0,031	0,056	0,645

III. REZULTATAI

Moksliniame tiriamajame darbe buvo naudojamos CoCoSo fuzzy, SAW ir TOPSIS MCDM metodikos. Atlikus skaičiavimus, metodikos nustatė skirtingas, preliminariai optimaliausias alternatyvas (26 – 28 lentelės; 33 pav.).

26 Lentelė. CoCoSo fuzzy metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

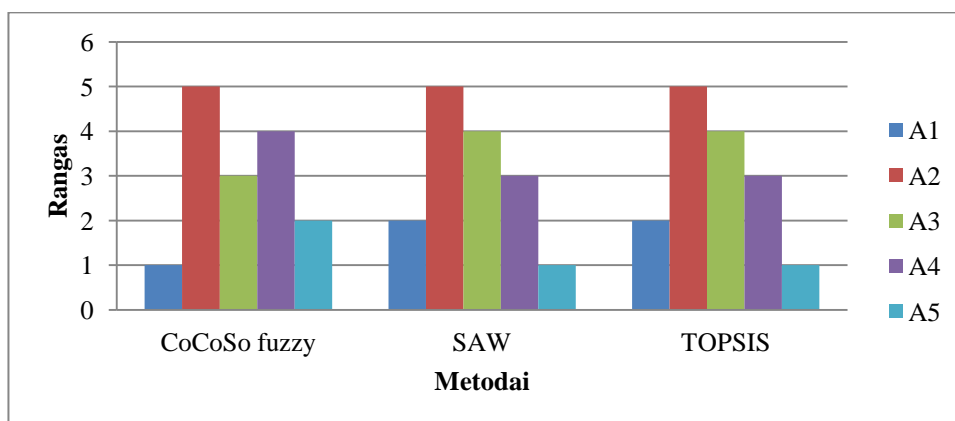
	k_i	Rangas
A_1	3,04	1
A_2	1,267	5
A_3	2,22	3
A_4	2,16	4
A_5	2,52	2

27 Lentelė. SAW metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

	A_i	Rangas
A_1	0,823	2
A_2	0,694	5
A_3	0,724	4
A_4	0,732	3
A_5	0,902	1

28 Lentelė. TOPSIS metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

	K_i	Rangas
A_1	0,510	2
A_2	0,350	5
A_3	0,378	4
A_4	0,390	3
A_5	0,645	1



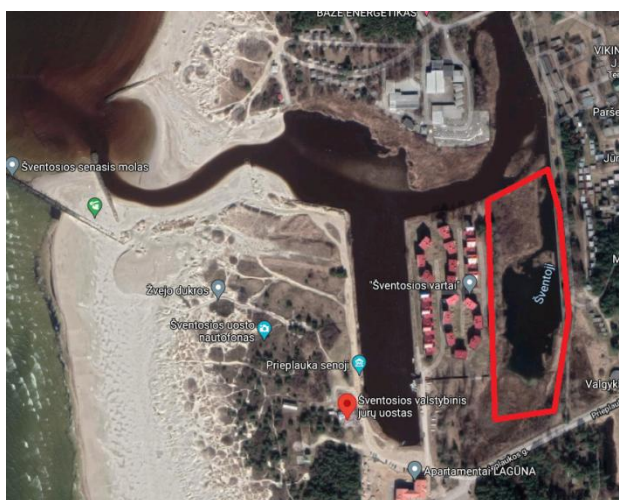
33 pav. Rangai apskaičiuoti skirtingais daugiakriteriniais metodais

CoCoSo fuzzy metodas apskaičiavo A_1 alternatyvą kaip preliminariai optimaliausia, kol SAW ir TOPSIS apskaičiavo A_5 alternatyvą. Taip galėjo nutikti dėl:

1. Riboto apklaustųjų ekspertų skaičiaus;
2. Apskaičiuojant kriterijų reikšmingumus pirmas pagal svarbumą kriterijus buvo Nr. 1 – „Laivų švartavimo vietų skaičius“. Alternatyva A_5 turi daugiausiai švartavimo vietų, tad šis parametras gali labai nusverti skaičiavimus.

Atliekami skaičiavimo koregavimai:

1. Alternatyva A_5 eliminuojama iš MCDM skaičiavimų. Remiantis Daliaus Liaučio 2012 m. magistriniu darbu „Šventosios uosto rekonstrukcijos galimybės hidrodinaminiu požiūriu“ išvadamis, ši alternatyva nustatyta kaip neoptimaliausia hidrodinaminiu požiūriu dėl žybaus vandens tėkmės greičių padidėjimo (Liaučys, 2012).
2. Sumažinami kriterijų Nr. 1 ir 2 kiekiai alternatyvose. Dalis Šventosios uosto akvatorijos nebeplanuojama naudoti laivų švartavimui (34 pav.) dėl naujai statomų daugiabučių (Šventijoje prikeliamas dar vienas projektas, 2017; Šventosios vartai.). Toje dalyje būtų švartuojama laivai iki 6 m ilgio ir tarp 6 ir 9 metrų ilgio.



34 Pav. Akvatorijos dalis, nebeplanuojama naudoti laivų švartavimui (Google maps – Šventoji).

Pakoreguoti alternatyvų duomenys pateikiami 29 lentelėje.

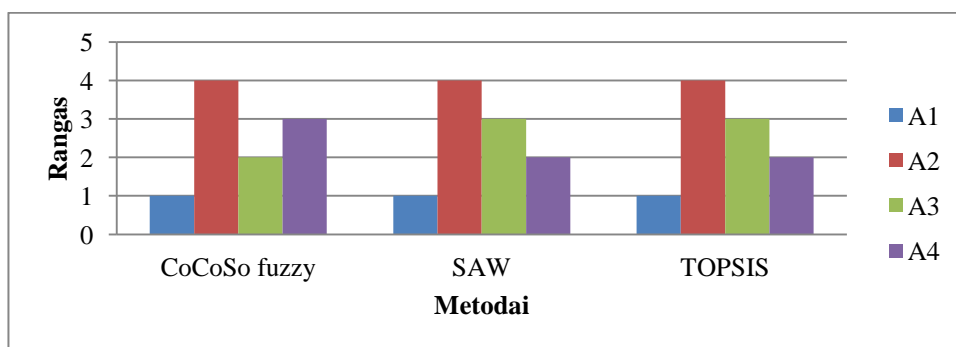
29 Lentelė. Koreguoti Šventosios uosto plėtros alternatyvų palyginimo duomenys

Kriterijaus Nr.	Alternatyvos				Vienetai	ω_j	Kryptis
	A_1	A_2	A_3	A_4			
1	76	46	46	46	vnt.	0,062	MAX
2	155	115	141	169	vnt.	0,052	MAX
3	64	30	30	30	vnt.	0,048	MAX

29 Lentelė. Koreguoti Šventosios uosto plėtros alternatyvų palyginimo duomenys (tęsinys)

Kriterijaus Nr.	Alternatyvos				Vienetai	ω_j	Kryptis
	A_1	A_2	A_3	A_4			
4	24	13	13	13	vnt.	0,047	MAX
5	204	149	174	182	vnt.	0,042	MAX
6	510	373	435	435	vnt.	0,052	MAX
7	20	15	17	17	vnt.	0,049	MAX
8	3825	2810	3265	3430	m ²	0,047	MAX
9	12250	8950	10450	10920	m ²	0,046	MAX
10	1990	1455	1700	1800	m ²	0,045	MAX
11	13030	9615	9450	9145	m ²	0,043	MAX
12	1130	980	980	980	m ²	0,044	MAX
13	6	6	6	6	m	0,039	MIN
14	53650	38515	45030	47095	m ²	0,041	MAX
15	2,66	2,83	2,83	2,83	mln. EUR	0,048	MIN
16	58,55	53,20	53,22	53,35	mln. EUR	0,054	MIN
17	0,34	0,48	0,48	0,48	m/s	0,039	MIN
18	0,47	0,47	0,47	0,47	m/s	0,037	MIN
19	3,1	3,1	3,1	3,1	m	0,038	MIN
20	5,9	5,9	5,9	5,9	m	0,042	MIN
21	10	10	10	10	Balai	0,043	MAX
22	7,3	10	8,5	8,2	Balai	0,044	MAX

Atlikti skaičiavimai pateikiami Priede Nr. 4. Gauti rezultatai pateikiami 30–32 lentelėse ir palyginami 35 pav.



35 pav. Rangai apskaičiuoti skirtingais daugiakriteriniais metodais

30 Lentelė. CoCoSo fuzzy metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

	k_i	Rangas
A_1	3,51	1
A_2	1,318	4
A_3	2,38	2
A_4	2,36	3

31 Lentelė. SAW metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

	A_i	Rangas
A_1	0,979	1
A_2	0,795	4
A_3	0,834	3
A_4	0,849	2

32 Lentelė. TOPSIS metodu apskaičiuotos galutinės reikšmės

	K_i	Rangas
A_1	0,811	1
A_2	0,1809	4
A_3	0,253	3
A_4	0,325	2

Toliau rezultatai palyginami taikant Copeland metodą. Sudaroma matrica (33 lentelė) iš MCDM skaičiavimų gautų prioritetų eilučių ir efektyvumo rangų ir lyginamos jų vertės (34 lentelė). Jei alternatyva yra geresnė už kitą, rašoma vertė 1, jei nėra geresnė arba racionalumas vienodas – 0. Užpildžius lentelę racionalumas skaičiuojamas pagal formulę (Ustinovičius ir kt., 2004):

$$\max_i \left(\sum P_i - \sum N_i \right), \quad (36)$$

čia $\sum P_i$ – „pergalės“; $\sum N_i$ – „nuostoliai“.

33 Lentelė. Copeland kvadratinė matrica

	CoCoSo fuzzy	SAW	TOPSIS
A_1	1	1	1
A_2	4	4	4
A_3	2	3	3
A_4	3	2	2

34 Lentelė. Alternatyvų palyginimas

	A_1	A_2	A_3	A_4	$\sum P_i$	$\sum P_i - \sum N_i$	Rangas
A_1	-	1	1	1	3	3	1
A_2	0	-	0	0	0	-3	4
A_3	0	1	-	0	1	-1	3
A_4	0	1	1	-	2	1	2
$\sum N_i$	0	3	2	1			

Alternatyva su didžiausia „pergalių“ reikšme yra geriausia ir jai priskiriamas vieneto rangas. Iš lentelės matyti, kad palyginus MCDM metodikų rezultatus, preliminariai optimaliausia yra A_1 alternatyva.

IŠVADOS

1. Atlikta literatūros analizė patvirtino magistrinio darbo aktualumą, kad Šventosios uosto atstatymas ir pritaikymas yra šių dienų poreikiams aktuali ir nuolatos, deja nesėkmingai, sprendžiama problema.
2. Analizuojant įvairias galimybių studijas, susijusias su jūrų uostų statybomis ar rekonstrukcijomis, nustatyta, kad objektų vertinimo uždaviniai daugeliu atveju skaičiuojami apsiribojant tik keliais juos nusakančiais rodikliais, kas gali įtakoti geriausios alternatyvos parinkimą.
3. Vertinant Šventosios uosto atkūrimo alternatyvas, pasirinkti 22 rodikliai, geriausiai apibudinantys jas - laivų kiekiai, teritorijos plotai, darbų kainos ir kitos sritys.
4. Nustatyti alternatyvų rodiklių reikšmingumai, iš kurių didžiausią įtaką skaičiavimams turi „Laivų švartavimo vietų skaičius ($L < 6m$)“ bei „Pagrindinis konkurso biudžetas“. Pabrėžtina, kad nebuvo vieno rodiklio, kuris išsiskirtų savo svarba ir vienareikšmiškai nusvertų skaičiavimus.
5. Buvo atlikti daugiakriteriniai skaičiavimai CoCoSo fuzzy, SAW ir TOPSIS metodikomis ir nustatyta, kad alternatyva A_5 preliminariai yra optimaliausia. Tačiau įvertinus Daliaus Liaučio 2012 m. magistrinio darbo „Šventosios uosto rekonstrukcijos galimybės hidrodinaminiu požiūriu“ išvadas, kurios teigė, kad A_5 yra neoptimaliausia hidrodinaminiu požiūriu iš nagrinėjamų alternatyvų, ją iš tolimesnių skaičiavimų buvo nuspręsta eliminuoti.
6. Atlikus pakartotinius MCDM skaičiavimus, preliminariai optimaliausia alternatyva nustatyta A_1 .
7. Gautieji rezultatai parodė, kad jie neatitinka nagrinėjamos „Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studijos“ išvadų, kur A_4 – Alternatyva 2B yra optimaliausia. Taip galėjo nutikti, nes galimybių studija vertino tik labai mažą kiekį kriterijų (penkis) ir skaičiavimai, magistranto nuomone, buvo atliekami neaiškiomis metodikomis.

REKOMENDACIJOS

1. Rekomenduojama prieš pradant 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.

2. Atsižvelgiant į Šventosios uosto istoriją ir ankstesnius atstatymo projektus, rekomenduojama Šventosios uosto atstatymo darbus pradėti nuo molo konstrukcijų. Tik atlikus šiuos darbus galima efektyvi ir ilgalaikė likusio uosto plėtra.
3. Nustatant rodiklių reikšmingumus ir sprendžiant tokio tipo uždavinius, siūloma kreipti didelį dėmesį į ekspertų kompetenciją nagrinėjamoje srityje, kas didžiaja dalimi įtakoja galutinį rezultatą (alternatyvų parinkimą).

LITERATŪRA

- Alonso J. A., Lamata M. T. 2006. Consistency in the analytic hierarchy process: a new approach. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* Vol. 14, No. 4 (2006). P. 445–459
- Ar atsivers Lietuvos geležinkeliai Liepojos uostui? 2019. [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://m.klaipeda.diena.lt/naujienos/verslas/ekonomika/ar-atsivers-lietuvos-gelezinkeliai-liepojos-uostui-899820>>
- Azimi R., Yazdani-Chamzini A., Fouladgar M. M., Zavadskas E. K., Basiri M. H. 2011. Ranking the strategies of mining sector through ANP and TOPSIS in a SWOT framework. *Journal of Business Economics and Management*, 12(4), p. 670-689.
- Bacevičius E. 2007. Danijos ichtiologas, tyręs Šventosios žvejų uosto galimybes. *Žuvininkystė Lietuvoje*. Vilnius, p. 154-159.
- Bagočius V. 2014. Kompleksinis statinių jūros aplinkoje racionalumo pagrindimas. Daktaro disertacija. *Technologijos mokslai statybos inžinerija (02t)*. Vilnius Technika
- Bagočius V., Zavadskas E.K., Turskis Z. 2014. Selecting a location for a liquefied natural gas terminal in the Eastern Baltic Sea. *Transport*. Volume 29, Issue 1. p. 69–74
- Belova J., Mickienė R. 2012. Uosto veiklos valdymas: ekonominiais aspektais. Klaipėda. Klaipėdos universiteto leidykla
- Brauers W.K.M., Zavadskas E.K. 2006. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control Cybern.* 35(2):445–69
- Bunruamkaew K. 2012. How to do AHP analysis in Excel. [žiūrėta 2020 m. rugsėjo 26 d.]. Prieiga per internetą: <http://giswin.geo.tsukuba.ac.jp/sis/gis_seminar/How%20to%20do%20AHP%20analysis%20in%20Excel.pdf>.
- Cargo statistics [žiūrėta 2021 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.port.gdynia.pl/en/about-port/statistics>>
- Cargo turnover [žiūrėta 2021 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.kscport.ru/index.php/en/?option=com_content&view=article&Itemid=304&id=643%3Aapril-2021>
- 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*. Volume 210. 107544
- Gdynės uostas tapo vienu didžiausių ir moderniausių Baltijos jūros uostų [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://s1.15min.lt/images/photos/2013/06/28/original/gdynes-uostas-51cd92a930e13.jpg>>
- Google maps – Šventoji. [žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.google.com/maps/place/%C5%A0ventoji,+Palanga+00314/@56.0258591,21.0782415,15.11z/data=!4m5!3m4!1s0x46e5321938e6c1cf:0xa00d18ec9ba73f0!8m2!3d56.0260382!4d21.0818296?hl=en>>
- Google maps – Šventoji–Palanga [<https://www.google.com/maps/place/%C5%A0ventoji,+Palanga+00314/@55.9555114,21.0722188,17988a,35y,270h/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x46e5321938e6c1cf:0xa00d18ec9ba73f0!8m2!3d56.0260382!4d21.0818296>>
- 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. 250 p.
- Į Klaipėdos uostą saugiai įvestas ir prišvartuotas SGD laivas-saugykla. 2014.[žiūrėta 2021 m. vasario 6 d.] Prieiga per internetą: <<https://www.portofklaipeda.lt/news/595/569/>>
- Yazdani M., Zaraté P., Zavadskas E. K., Turskis Z. 2019. A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, Vol. 57 No. 9, p. 2501-2519.

- Yücenur G.N., Ipekçi A. 2021. SWARA/WASPAS methods for a marine current energy plant location selection problem. *Renewable Energy* 163, p. 1287–1298
- Jūra Mope Sea (59) 2010 05. Tarptautinis verslo žurnalas. 2010. [žiūrėta 2021 m. kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: < <https://www.jura.lt/en/magazine-archive/6874-jura-mope-sea-59-2010-5>>
- Keršulienė V., Zavadskas E. K., Turskis Z. 2010. Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management* 2010, 11(2) , p. 243–258
- Klaipėdos uosto bendrasis planas [žiūrėta 2021 m. kovo 6 d.]. Prieiga per internetą: < https://www.portofklaipeda.lt/uploads/prezentacija/1366x550_1366x550_Bendrasis_planas.jpg>
- Larisa A. Vasiljeva, Ramune Lebedeva. 2008. Šventosios uosto rekonstrukcijos perspektyvos ir prognozės. *Vadyba* , ISSN 1648-7974, p. 179– 183
- Liaučys D. 2012. Šventosios uosto rekonstrukcijos galimybės hidrodinaminiu požiūriu. Magistro baigiamasis darbas. Kaunas
- Lietuvos energetikos institutas. Šventosios valstybinio jūrų uosto atstatymo poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. 2012m. (1-2 dalys). [žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 6 d.] Prieiga per internetą: < http://www.vpvb.gov.lv/data/files/Idala_Sventoja.pdf>.
- Lietuvos Respublikos pajūrio juostos įstatymas. 2002 Liepos 2 d. Nr. IX-1016. Vilnius [žiūrėta 2021 m. kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: < <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.171375?jfwid=-71asynd8f>>.
- Lietuvos Respublikos Šventosios jūrų uosto įstatymas. 2018. [žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAP/26f6eec05e7211e896f6c1bcc8cd3a8?jfwid=14rb0wlv4p>>
- Liou J. J. H., Tzeng G.-H. 2012. Comments on “multiple criteria decision making (MCDM) Methods in economics: an overview”. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(4). P. 672-695.
- Panka K. 2008. Lietuvos turizmo infrastruktūros plėtros modeliavimas. Magistro baigiamasis darbas. Kaunas
- Paulauskas V. 2011. Optimalus uostas. Klaipėda. Klaipėdos universiteto leidykla. 318 p.
- Peng X., Huang. H. 2020. Fuzzy decision making method based on cocoso with critic for financial risk evaluation. 2020 Volume 26 Issue 4, p. 695–724.
- Pesenkaitė S. 2014. Šventosios uosto teritorijos renovacija ir ryšio su miesto centru paieškos formavimas. Magistro baigiamasis darbas. Kaunas.
- Podvezko V., Podviezko A. 2014. Kriterijų reikšmingumo nustatymo metodai. Lietuvos matematikos rinkinys. Lietuvos matematikų draugijos darbai, ser. B 55 t. p. 111–116
- Ramanathan R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment. *J. Environ. Manage.* 63(1), p. 27–35
- Rusijos baimės dėl Gdansko ir Klaipėdos uostų: kodėl merdi jūrinė industrija? 2020. [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://m.diena.lt/naujienos/klaipeda/miestopulsas/rusijos-baimes-del-gdansko-ir-klaipedos-uostu-kodel-merdi-jurine-industrija-951414>>
- Saaty T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *J. Math. Psychol.* 15(3):234–81
- Saaty T.L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.* 287 p.
- Sergejeva J. 2011. Hierarchiškai struktūrizuotų procesų kompleksinis vertinimas. 14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis” 2011 metų teminės konferencijos straipsnių rinkinys
- Services at the port [žiūrėta 2021 m. gegužės 12 d.]. Prieiga per internetą: < <https://www.portofventspils.lv/en/port-services/>>
- Shutterstock [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: < <https://www.shutterstock.com>>

- Simanavičienė R. 2016. *TOPSIS metodo jautrumas normalizavimo taisyklių atžvilgiu*. p. 71–76.
- Skerys K., Christauskas J. 2010. Transporto statiniai: uostai: mokomoji knyga. Vilnius Technika. 179 p.
- Stainytė R. 2008. Tarptautinio jūrų turizmo analizė ir vystymo perspektyvos Lietuvoje. Magistro baigiamasis darbas. Vilnius
- Šimoliūnas J. 1933. Šventosios uostas : istorija, ekonominė reikšmė, uosto statyba. Kaunas. 180 p.
- Šimoliūnas J. 1939. Mūsų jūra: laivininkystės, žvejybos, buriavimo ir jūrinės literatūros iliustruotas mėnesinis žurnalas. Lietuvos jūrininkų sąjunga.
- Šventojoje prikeliamas dar vienas projektas – prie uosto siūlys butus. 2017. [žiūrėta 2021 m. vasario 6 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.15min.lt/verslas/naujiena/kvadratinis-metras/nekilnojamas-turtas/sventojoje-prikeliamas-dar-vienas-projektas-prie-uosto-siuly-butus-973-761508>>
- Šventojoje žengiama prie uostelio statybos. 2021. [žiūrėta 2021 m. vasario 6 d.]. Prieiga per internetą: <<https://klaipeda.diena.lt/naujienos/klaipeda/miesto-pulsas/sventojoje-zengiama-prie-uostelio-statybos-1007737>>
- Šventosios jūrų uosto atstatymas prasideda – pasirašyta rangos darbų sutartis. 2021. [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. <<https://www.ve.lt/naujienos/lietuva/vakaru-lietuva/sventosios-juru-uosto-atstatymas-prasideda---pasirasyta-rangos-darbu-sutartis-1862748/>>
- Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija: galutinė ataskaita. Alatec, Ardanuy. 2010
- Šventosios nameliai pamažu slysta į valdžios rankas, bet verslininkai priešinsis. 2020. [žiūrėta 2020 m. gegužės 29 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.15min.lt/verslas/naujiena/kvadratinis-metras/nekilnojamas-turtas/sventosios-nameliai-pamazuslysta-i-valdzios-rankas-bet-verslininkai-priesinsis-973-1323962>>
- Šventosios uostas laukia atnaujinimo: išvystys infrastruktūrą žvejams. 2020. [žiūrėta 2021 m. kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.delfi.lt/miestai/palanga/sventosios-uostas-laukia-atnaujinimo-ismystys-infrastruktura-zvejams.d?id=83878379>>
- Šventosios uostas perduotas Palangos savivaldybei [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.atviraklaipeda.lt/wp-content/uploads/uostas-3.jpg>>
- Šventosios uostas perduotas Palangos savivaldybei. 2018. [žiūrėta 2021 m. kovo 27 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.portofklaipeda.lt/news/14876/575/sventosios-uostas-perduotas-Palangos-savivaldybei/d,archyve>>
- Šventosios vartai. [žiūrėta 2021 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.sventosiosvartai.lt/>>
- Techninės dokumentacijos parengimas Šventosios valstybinio jūrų uosto infrastruktūros statybai ir akvatorijos gilimui. 2013. [žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.esparama.lt/paraiska?id=38241&pgsz=10>>
- Torkayesh A. E., Ecer F., Pamucar D., Karamaşa Ç. 2021. Comparative Assessment of Social Sustainability Performance: Integrated Data-Driven Weighting System and CoCoSo Model. Sustainable Cities and Society. 102975
- Tzeng, G-H. Huang, J-J. 2011. Multiple attribute decision making: methods and applications. Boca Raton: Taylor & Francis. 349 p.
- Uostelį gaivina ne vien Palanga. Šventosios-Respublika laikraštis. 2018 m. lapkričio 6 d., antradienis. [žiūrėta 2021 m. kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: <<http://sventosios.lt/wp-content/uploads/2019/02/Sventosios-Respublika-Nr-11-2018-11-06.pdf>>.
- Uosto plėtra. Lietuvos jūrų krovos kompanijų asociacija [žiūrėta 2021 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.ljkka.lt/uosto-pletra/>>
- Ustinovičius L., Zavadskas, E. K. 2004. Statybos investicijų efektyvumo sistemos techninis įvertinimas. Vilnius: Technika. 220 p.
- Vaitekūnas S. 1996. Lietuva – jūrų valstybė : I Lietuvos okeanologų konferencijos medžiaga. Klaipėda : Klaipėdos universiteto leidykla.

- Vakarų krantas. Regioninė galimybių studija. [žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 6 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.klaipeda.lt/data/public/uploads/2018/04/vkfullfinal.pdf>>
- Valstybė Šventosios uostui skirs pinigų. [žiūrėta 2021 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<https://klaipeda.diena.lt/naujienos/klaipeda/miesto-pulsas/valstybe-sventosios-uostui-skirs-pinigu-1015979>>
- Vasiljeva L. A., Vasiljeva L. I. Šventosios upės rekonstrukcijos perspektyvos. Statyba ir Technologijos. 2008
- Verslas apie planus nukelti Šventosios namelius: tuščia žemė ilgai nebus. 2020. [žiūrėta 2020 m. liepos 19 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.15min.lt/naujiena/aktualu/lietuva-verslas-apie-planus-nukelti-sventosios-namelius-tuscia-zeme-ilgai-nebus-56-1285026>>
- Volvaciovas R. 2014. Visuomenines paskirties pastatu atnaujinimo efektyvumo tyrimas ir daugiatakslis vertinimas. Statybos inžinerija (02T). Vilnius: Technika. 172 p.
- Wang P., Zhu Z., Wang Y. 2016. A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA methods based on experimental design. Information Sciences Volume 345, p. 27-45.
- 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 Vol. 15, No. 03. , p. 645-682.
- Zavadskas E. K., Turskis Z., Bagočius V. 2015. Multi-criteria selection of a deep-water port in the Eastern Baltic Sea. Applied Soft Computing. Volume 26, p. 180-192.
- Zimmermann H.J. 2001. Fuzzy Set Theory and Its Applications. 3:442
- Žaromskis R. 1998. Šventosios uostas. Vilnius : "Baltic ECO" Leidybos centras. 50 p.
- Žaromskis R. 2008. Baltijos jūrų uostai. Vilniaus universiteto leidykla Vilnius. 431 p.
- Žaromskis R. 2020. Abipus kranto linijos. Klaipėda. Klaipėdos universiteto leidykla. 450 p.
- Žemaičių žemė 2007. Istorija. [žiūrėta 2019 m. spalio 19 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.samogit.lt/zemaiciu_zeme_2007_4/zz_2007_4_6.pdf>
- Živilius A. 2006. Visuotinė lietuvių enciklopedija, X t. Klm–Kr. Mokslo ir enciklopedijų leidybų centras. 800 p.
- Živilius A. 2008. Visuotinė lietuvių enciklopedija, XIII t. Leo–Mag. Mokslo ir enciklopedijų leidybų centras. 800 p.
- Živilius A. 2013. Visuotinė lietuvių enciklopedija, XXIII t. Šalc–Toli. Mokslo ir enciklopedijų leidybų centras. 848 p.
- Živilius A. 2014. Visuotinė lietuvių enciklopedija, XXV t. Venk–Žvo. Mokslo ir enciklopedijų leidybų centras. 800 p.
- Žvejybos infrastruktūros plėtros šventosios valstybiniame jūrų uoste, prieplaukos g. 26, palangoje, rangos darbų pirkimas [žiūrėta 2021 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <<https://cvpp.eviesiejipirkimai.lt/Notice/Details/2021-681256>>

PRIEDAI

Priedas Nr. 1. Tiriamojo darbo apklausos anketa

Priedas Nr. 2. Rodiklių reikšmingumo ir suderinamumo skaičiavimas

Priedas Nr. 3 Šventosios planas su nuotraukų pozicijomis

Priedas Nr. 4 SAW ir CoCoSO perskaičiavimas pašalinus alternatyva A₅

Priedas Nr. 5 Statybos fakultetas. Statybos valdymo ir nekilnojamojo turto katedros posėdžio protokolas