

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Kilminta Bacevičiūtė

**GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO
PARINKIMAS IR OPTIMIZAVIMAS**

Uosto statinių studijų programos

magistro baigiamasis darbas

Studijų kodas: 621H20004

Darbo vadovė

doc. dr. Larisa Vasiljeva

Klaipėda, 2016

KLAIPĖDA UNIVERSITY

Marine technology and natural sciences department

Maritime engineering department

Kilminta Bacevičiūtė

**GRAVITATIONAL QUAYS DESIGN SELECTION AND
OPTIMIZATION**

Port structures study program in the final master's work

Studies code: 621H20004

Academic supervisor

assoc. prof. Larisa Vasiljeva

Klaipėda, 2016

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

TVIRTINU _____
Studijų programos vadovas
Lekt. dr. D. Narmontas

**GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO
PARINKIMAS IR OPTIMIZAVIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

Autorė	TMNUS-14 gr. magistrantė K. Bacevičiūtė	_____ (parašas, data)
Vadovas	doc. dr. L. Vasiljeva	_____ (parašas, data)
Recenzentė	lekt. dr. J. Rutė	_____ (parašas, data)
Recenzentas	lekt. dr. A. Štuopys	_____ (parašas, data)
CD pateiktas	lekt. dr. D. Narmontas	_____ (parašas, data)

Klaipėda, 2016

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
JŪRŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Uosto statinių studijų programa,
Valstybinis kodas 612H20004
Antra pakopa:
Statybos inžinerijos magistro kvalifikacija

TVIRTINU:
Studijų programos vadovas
Dr. Darius Narmontas
.....
(parašas)
2015 m. mėn. d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS

Studentė Kilminta Bacevičiūtė
(vardas, pavardė)

Baigiamojo magistro darbo tema

GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO PARINKIMAS IR OPTIMIZAVIMAS

Darbe išnagrinėti, ištirti ir aprašyti šias dalis:

1. Įvadas
2. Krantinių tipų apžvalga;
3. Nagrinėjamos krantinės aplinkos sąlygos;
4. Gravitacinės krantinės konstrukcijos tipo parinkimas pasirinktu optimizavimo metodu;
5. Krantinių alternatyvos, vertinimo rodikliai;
6. Išrinktos krantinės tipo detalus tyrimas, sudaromas kompiuterinis krantinės skaičiavimo modelis;
7. Nuosėdžių tyrimas;
8. Optimalus blokų aukštis, programinis blokų sujungimo įvertinimas;
9. Optimalios konstrukcijos parinkimas;
10. Rezultatų apibendrinimas;
11. Išvados
12. Literatūros sąrašas

Darbą parengti ir pateikti pagal KU Senato 2010 m. balandžio mėn. 09 d. nutarimu Nr. 11 – 56 patvirtintu „Klaipėdos universiteto studentų savarankiškų rašto ir meno darbų bendrųjų reikalavimų aprašą“.

Užduoties gavimo data:	2015 rugsėjo mėn. 21 d.	
Darbo baigimo terminas:	2016 gegužės mėn. 27 d.	
Studentė	Kilminta Bacevičiūtė	
	(vardas, pavardė)	(parašas)
Darbo vadovas	doc. dr. Larisa Vasiljeva	
	(vardas, pavardė)	(parašas)

Baigiamojo darbą pateikti dviem popieriniais egzemplioriais (recenzentai, po recenzavimo grąžinama gynimo komisijai) ir kompiuterinė „V_Pavarde temos pirmi penki žodžiai.pdf“ laikmena
Kompiuterinė laikmena pateikiama dviem egzemplioriais: baigiamojo darbo vadovui ir studijų programos vadovui.

Klaipėdos universitetas
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas
Jūrų inžinerijos katedra

Uosto statinių studijų programos baigiamasis magistro darbas

GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO PARINKIMAS IR OPTIMIZAVIMAS

Autorė: K. Bacevičiūtė

Vadovė: doc. dr. L. Vasiljeva

Kalba: lietuvių

SANTRAUKA

Darbe aptarti pagrindiniai gravitacinių krantinių konstrukcijų tipai. Iš pasirinktų krantinių modelių renkamas tinkamiausias modelis Šventosios uosto rekonstrukcijai. Šventosios uosto vieta pasirinkta, tam kad būtų galima skaičiavimuose naudoti realias apkrovas (būdingas tai vietai) ir uosto gylį, mat šiuo metu (2015-2016 metai) yra kuriamos įvairios uosto rekonstrukcijos vizijos.

Teorinėje dalyje yra atlikta literatūros apžvalga apie penkias pagrindines gravitacinių krantinių konstrukcijas (blokinės, monolitinio masyvo, kontraforsinės, kesoninės ir kampinio tipo krantines). Aptarti pagrindiniai šių krantinių projektavimo principai, krantines veikiančios apkrovos.

Tiriamojame dalyje yra pasirinktos penkios dažniausiai naudojamos krantinių konstrukcijos ir dešimt pagrindinių krantinę vertinančių kriterijų. Šie rodikliai buvo pateikti vertinti T. Saaty porinio palyginimo skale ekspertų grupei. Surinkti duomenys panaudoti skaičiavimuose. Tinkamiausios gravitacinės krantinės konstrukcijos tipo parinkimui naudojamas Fuzzy Moora metodas. Šiuo metodu atlikus skaičiavimus yra išrenkamas blokinių krantinių konstrukcijos tipas. Siekiant optimaliausio rezultato, šis tipas yra detalizuojamas ir sudaromos penkios krantinių alternatyvos. Kiekvienai alternatyvai yra patikrinamas reikalingas uolienų užpildo takelio storis, galimas didžiausias bloko aukštis, reikalingas betono paviršiaus paruošimas (trinties koeficientas) ir apskaičiuojama preliminarinė kaina. Naudojantis šiais ir papildomais duomenimis yra sudaroma tikslo funkcija su atitinkamais apribojimais ir randamas optimaliausias gravitacinės krantinės variantas.

Baigiamąjį darbą sudaro: 65 puslapių, 55 paveikslėliai ir 17 lentelių.

Raktažodžiai: uostas, gravitacinė krantinė, optimizavimas.

Klaipėda university
Marine technology and natural sciences department
Maritime engineering department
Port structures study program in the final master's work

GRAVITATIONAL QUAYS DESIGN SELECTION AND OPTIMIZATION

Author: K. Bacevičiūtė

Academic supervisor: assoc. prof. L. Vasiljeva

Thesis language – Lithuanian

SUMMARY

In this work it is discussed the main types of gravity quay structures. The selected model quays elected the most appropriate model of the Šventoji port reconstruction. Šventoji port location chosen in order to be able to use real calculation of loads (characteristic of the area) and the depth of the port, because at this time (2015-2016) it is created different port reconstruction vision.

The theoretical part is performed a literature review of five major gravitational quay structures (block, monolithic array, abutment, caisson and angular type quays). Here is a discussion of the main quay of these design principles, and operating load.

The exploratory part is selected the five most commonly used in the construction quay and ten main criteria. These indicators have been submitted for evaluation by T. Saaty pairwise comparison scale to expert group. The data are used for calculations. Preferred gravitational quay construction type selection using Fuzzy Moora method. Using this method is selected block quay construction type. For optimal results, this type is more detailed and concluded five quay alternatives. For each alternative that is checked it is a required track thickness of the rock fills, the possible maximum block height required for the concrete surface preparation (coefficient of friction), and calculated the preliminary price. Using these and additional data is made the objective function with appropriate limitations and found the optimal gravitational quay option.

This work consists of: 65 page, 55 pictures and 17 tables.

Key words: port, gravity quay, optimisation.

Lentelių sąrašas

Lent. Nr.	Lentelės pavadinimas	Psl.
1.	Piltinio grunto charakteristikos	15
2.	Krantinės grindinio medžiagų tūriniai svoriai	16
3.	Vėjo grietis	19
4.	Krantinių taikymo sąlygos	26
5.	T. Saaty reikšmingumų skalė	27
6.	T. Saaty koeficientų lentelė	29
7.	Rodiklių reikšmingumas	30
8.	Alternatyvų ir rodiklių vertinimas	32
9.	Lingvistinių kintamųjų lentelė	33
10.	Skaičiavimų matrica	34
11.	Gauti duomenys	35
12.	Bendros penkių krantinių charakteristikos	39
13.	Reikalingas pado storis	40
14.	Trinties koeficiento duomenys	51
15.	Trinties jėga su perskaičiuotu trinties koeficientu	52
16.	Preliminarios kainos skaičiavimas	54
17.	Duomenys tikslo funkcijai ir apribojimams sudaryti	55

Paveikslėlių sąrašas

Pav. Nr.	Paveikslėlio pavadinimas	Psl.
1.	Blokinė krantinė	5
2.	Nesimetrinių masyvų krantinės skersinis pjūvis	6
3.	Trapecinės formos masyvo – giganto krantinės skersinis pjūvis	6
4.	Sirakūzų (Italijoje) uosto kesoninės krantinės fragmentas: a - skersinis pjūvis; b - plano fragmentas; c - uosto statyba	7
5.	Kampinių sienučių krantinės su vidiniu inkaru	8
6.	Kampinių sienučių krantinės su išoriniu inkaru	8
7.	Kontraforsinės krantinės skersinis pjūvis	9
8.	Šventosios uosto teritorija	13
9.	Šventosios uosto rekonstrukcijos vizija (raudonai pažymėta nagrinėjamos krantinės atkarpa)	14
10.	Grunto apkrova į krantinę	16
11.	Grindinio pjūvis	16
12.	Hidrostatinis vandens slėgis į krantinę	17
13.	Didžiausias vėjo grietis Lietuvos pajūryje	20
14.	Bangos poveikio schema	21
15.	Didžiausias vandens slėgis nuo krantinės pusės	21
16.	Didžiausias vandens slėgis dėl bangų poveikio krantinės išorėje	21
17.	Blokinė krantinė	24
18.	Betoninio masyvo krantinė	25
19.	Kesoninė krantinė	25
20.	Kampinio tipo su inkaru krantinė	25
21.	Kontraforsinė krantinė	26
22.	Fuzzy Moora metodo sprendimo algoritmas	31
23.	Trikampio funkcija	33
24.	Alternatyva – 1	36
25.	Alternatyva – 2	37
26.	Alternatyva – 3	37
27.	Alternatyva – 4	38
28.	Alternatyva – 5	38
29.	Blokinės krantinės pirminio skaičiavimo modelio schema	40
30.	Įtempių pade pasiskirstymas pirmojoje krantinėje	41
31.	Įtempių pade pasiskirstymas antrojoje krantinėje	41
32.	Įtempių pade pasiskirstymas trečiojoje krantinėje	42
33.	Įtempių pade pasiskirstymas ketvirtojoje krantinėje	42
34.	Įtempių pade pasiskirstymas penktojoje krantinėje	43
35.	Pirmosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas	44
36.	Pirmosios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas	44
37.	Antrosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas	45
38.	Antrosios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas	45
39.	Trečiosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas	46
40.	Trečiosios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas	46
41.	Ketvirtos krantinės atrėmimo taškų tikrinimas	47
42.	Ketvirtos krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas	47
43.	Penktos krantinės atrėmimo taškų tikrinimas	48
44.	Penktos krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas	48
45.	Apkrovų schema	49

Paveikslėlių sąrašo lentelės tęsinys		
46.	Deformuota konstrukcijos schema	50
47.	Poslinkio pokytis dėl trinties jėgos poveikio	50
48.	Viršutinių blokų sujungimas į vieną bloką	52
49.	Viršutinio bloko „sukabinimas“	52
50.	Viršutinio bloko „sukabinimo“ idėjos autorių nagrinėjamos krantinės modelis	53
51.	Tikslo funkcija ir ribojimai programoje WinQSB	56
52.	Geriausios varianto parinkimas	57
53.	Dualaus uždavinio tikslo funkcija ir ribojimai programoje WinQSB	57
54.	Dualaus uždavinio sprendimas	58
55.	Išrinkta geriausia krantinės alternatyva	58

TURINYS

IVADAS.....	3
I. LITERATŪROS APŽVALGA.....	4
1.1. Krantinių tipai	4
1.2. Gravitacinės krantinės	4
1.2.1 Betoninių blokų krantinė.....	5
1.2.2 Betoninio masyvo krantinė	5
1.2.3 Kesoninė krantinė	6
1.2.4 Kampinio tipo su inkaru krantinė.....	7
1.2.5 Kontraforsinė krantinė	9
1.3. Gravitacinių krantinių projektavimas.....	10
1.3.1 Jėgos ir apkrovos veikiančios krantines.....	10
1.3.2 Gravitacinės krantinės konstrukcijos skaičiavimas.....	11
1.4. Optimizavimas	12
II. NAGRINĖJAMOS KRANTINĖS APLINKOS SĄLYGOS	13
2.1. Geografinė ir gamtinė aplinka.....	13
2.2. Apkrovos	15
2.2.1 Naudojimo apkrova.....	15
2.2.2 Gruntas	15
2.2.3 Vandens lygis	17
2.2.4 Meteorologinės sąlygos.....	18
2.2.5 Vėjas.....	19
2.2.6 Bangos.....	20
III. GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO PARINKIMAS....	24
3.1. Daugiatiksliis sprendimo priėmimas	24
3.2. Krantinių alternatyvos	24
3.3. Vertinimo rodikliai	27
3.4. Krantinės tipo parinkimas Fuzzy Moora metodu	30

IV. BLOKINĖS KRANTINĖS MODELIO PARINKIMAS	36
4.1. Blokinų gravitacinių krantinių tipai	36
4.2. Kompiuterinis krantinės skaičiavimo modelis	39
4.3. Standus pagrindas po krantinės konstrukcija	40
4.4. Optimalus blokų aukštis	43
4.5. Trintis tarp krantinės blokų	49
4.6. Krantinių alternatyvų kaina	53
4.7. Optimalios konstrukcijos parinkimas	54
IŠVADOS	59
LITERATŪRA	63
PRIEDAI	65

IVADAS

Pagrindinis uosto infrastruktūros elementas - krantinė. Krantinės būna labai įvairių tipų ir konstrukcijų. Konstrukcijos tipas yra parenkamas atsižvelgiant į pagrindines krantinę veikiančias apkrovas ir įvairias gamtines sąlygas.

Šio magistro baigiamojo darbo tema – gravitacinio tipo krantinių nagrinėjimas. Gravitacinės krantinės veikiančias apkrovas atlaiko savuoju svoriu. Šios krantinės nėra itin plačiai nagrinėjamos literatūroje (kaip pvz.: metalinės spraustasienės).

Gravitacinio tipo krantinės naudojamos kai yra tankūs ir vidutinio tankio gruntai arba uoliniai gruntai, turintys gana didelę laikomąją galią ir aprūpinantys gan tolygius statinio nuosėdžius. Tokios krantinės taip pat gali būti statomos ir ant silpnų gruntų, specialiai sustiprintų skaičiuojamųjų apkrovų atlaikymui, bet tai reikalauja papildomų lėšų. Dažnai šio tipo konstrukcijos sėkmingai eksploatuojamos sudėtingose hidrometeorologinėse sąlygose, pavyzdžiui, agresyvių jūrų aplinkoje, ledynų sąlygomis. Gravitacinio tipo krantinės priklausomai nuo konstrukcijos gali būti naudojamos praktiškai esant bet kokiems gyliams, reikalingiems šiuolaikinių didelio tonažo laivų eksploatacijai.

Šiame darbe nagrinėjamos atskiros gravitacinių krantinių konstrukcijos. Pagal pasirinktas gamtines ir eksploatacines sąlygas, pagal atitinkamus vertinimo rodiklius yra parenkamas tinkamiausias krantinės tipas. Modeliuojama ir analizuojama jo forma.

Darbo objektas – gravitacinio tipo krantinė.

Problema – Lietuvoje gravitacinio tipo krantinės nėra itin nagrinėjamos literatūroje, nors tai plačiai pasaulyje naudojamas krantinių tipas. Šios krantinės yra rečiau naudojamos, nes dėl didelio savojo svorio esant silpniesiems gruntams, jos gali sukelti įtempimus dugno išoriniuose pakraščiuose palei sieną, kas lemia visos krantinės nuosėdžius.

Darbo aktualumas – šiuo metu yra norima rekonstruoti Šventosios uostą, pritaikant jį žvejybos laivams, mažiems keleiviniams laivams, jachtoms bei pramoginiams laivams. Šio uosto rekonstrukcijai būtų galima panaudoti gravitacines krantines, išrinkus tinkamiausią jos tipą, kuris atitiktų visus norimo uosto poreikius.

Darbo tikslas – rekonstruojamam Šventosios uostui parinkti tinkamiausią gravitacinės krantinės tipą.

I. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Krantinių tipai

Laivininkystė yra neatsiejama nuo jai būdingų elementų – vandens kelių, prieplaukų, krantinių (Katkevičius ir kt., 2008, 13 p.). Kad laivininkystė galėtų tinkamai funkcionuoti – vandens keliai privalo atitikti jiems keliamus reikalavimus, būti atitinkamų parametrų. Lietuvoje šiuos reikalavimus rengia pagrindinis reglamentas – STR 2.02.06:2004 „Hidrotechnikos statiniai. Pagrindinės nuostatos“. Pagal šį reglamentą, krantinė – hidrotechninis statinys, kuris atiboja jūros, ežero, ar upės krantą ir sudaro tinkamas sąlygas laivybai. Krantinės, atlaikančios grunto slėgį, dar vadinamos atraminėmis sienutėmis. Krantinės būna labai įvairių tipų ir konstrukcijų (STR 2.02.06:2004). Pagal konstrukcinius požymius krantinės skirstomos į gravitacines, įlaidines ir polines. Polinės krantinės įrengiamos palei kranto kraštą ir neatlaiko grunto slėgio. Įlaidinės - įrengiamos iš įlaidinių polių ir jos atlaiko grunto slėgį. Gravitacinės krantinės statomos iš monolitinio betono, betoninių masyvų, masyvų - gigantų, kampinių sienelių, didelio skersmens kevalų. Jų profilis pagal kranto šlaitą gali būti įvairus, sudėtinis. Tai seniausia krantinių konstrukcija (Katkevičius ir kt., 2008, 15 p.). Krantinių konstrukcijos tipas yra parenkamas atsižvelgiant į pagrindines krantinę veikiančias apkrovas ir įvairias gamtines sąlygas.

1.2. Gravitacinės krantinės

Gravitacinio tipo krantinės labai gerai savo svoriu atlaiko užpildo apkrovą ir kitas horizontalias ir vertikalias apkrovas, veikiančias krantinę. Gravitacinės krantinės stabilumas labiausiai priklauso nuo jos svorio (Yong et al., 2009, 1293 p.). Gravitacinio tipo krantinės priklausomai nuo konstrukcijos gali būti naudojamos praktiškai esant bet kokiems gyliams, reikalingiems šiuolaikinių tiek didelio tonažo laivų eksploatacijai, tiek pramoginių laivų aptarnavimui.

Gravitacinio tipo krantinės paprastai susideda iš trijų pagrindinių dalių: dirbtinio pagrindo (pakloto), povandeninės dalies ir antstato. Paklotas daromas iš akmenų ant atvirkščio filtro sluoksnio. Jis statomas su pagrindo grunto išlyginimo tikslu, o taip pat pagrindo apsaugai nuo išplovimo bangavimu, srovėmis ir veikiant laivų varikliams.

Krantinių padalijimas į povandeninę ir virš vandeninę dalį pagrįstas skirtingais jų statymo būdais, o taip pat jų ilgaamžiškumo reikalavimais. Antstatas statomas, kaip taisyklė, sausai, ir konstruktyviai gali būti lengvesniu, todėl gali būti pagamintas iš kitų medžiagų nei povandeninė dalis. Antstato remontas vykdomas greičiau ir pigiau, nei povandeninės dalies. Todėl povandeninės dalies aukštis priimamas pagal galimybes kuo mažesnis, įvertinus darbų vykdymo sąlygas.

Pagal paskirtį ir konstrukciją gravitacinės krantinės gali būti labai įvairios, bet statybos procesas yra panašus (Katkevičius ir kt., 2008, 27 p.). Dažniausiai naudojami šie konstrukcijų tipai: blokinės, kesoninės ir monolitinio masyvo.

1.2.1 Betoninių blokų krantinė

Blokinės sienos krantinės priklauso seniausiam krantinių tipui (Ergin et al., 2015, 72 p.). Ji susideda iš didelių betoninių blokų, tokios krantinės pavyzdys pateiktas 1 paveikslėlyje (Gravity block walls [interaktyvus]). Tokios krantinės, pastatytos ant tvirto grunto iš blokų, geros kokybės akmenų ar betono, yra ilgaamžės ir nereikalaujančios daug priežiūros. Norint užtikrinti kiekvieno bloko stabilumą, jie turi būti pakankamai dideli. Betoninių blokų dydį lemia vidutinė išliejimo įranga ir laikymo vieta. Jų svoris gali svyruoti nuo 150 iki 2000 kN. Dėl jų didelio svorio blokinės krantinės turėtų būti naudojamos ant tvirto pagrindo tam, kad būtų išvengta nusėdimų.



1 pav. Blokinė krantinė

Nusėdimų išvengimui, įtempių pašalinimui gali būti daromi specialūs skaldos pagrindai po visa krantinės konstrukcija (Shafieefarand, 2010, 234 p.). Dažniausiai naudojamas standartinis 1 m storio sluoksnis-padas.

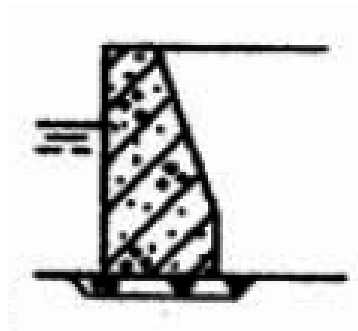
1.2.2. Betoninio masyvo krantinė

Krantinės iš masyvų-gigantų buvo plačiai naudojamos ir jūriniuose ir upių uostuose. Masyvų-gigantų krantinėms nėra taikomi tokie griežti patvarumo reikalavimai, kaip kitoms krantinėms (Vuilsteke, 2004, 801 p.). Naudojami krantinių statybai masyvai-gigantai būna kaip simetrinės, taip ir labai nesimetrinės formos. Šios krantinės nesimetrinių (Vuilsteke, 2004, 801 p.) masyvų pavyzdys pateiktas 2 pav.



2 pav. Nesimetrinių masyvų krantinės skersinis pjūvis

Masyvų - gigantų skersinis pjūvis dažniausiai būna trapecinės, stačiakampės ir stačiakampės su konsle formos. Trapecinės formos masyvas pateiktas 3 paveikslėlyje.



3 pav. Trapecinės formos masyvo – giganto krantinės skersinis pjūvis

Masyvo-giganto trapecinė forma leidžia didinant padą prie to paties svorio sumažinti pado įtempimus. Bet esant tokiai jo formai tarp masyvų lieka pleišto formos tarpas. Veikiant šią sieną bangoms, šiuose tarpuose susidaro didelis slėgis, ir masyvai gali pasislinkti jūros pusėn kartais iki 1,5–2,0m, kas gali privesti prie pakloto išplovimo ir statinio sugriovimo.

Tam, kad masyvas-gigantas nesupleišėtų ir stengiantis išvengti jo lietimosi su šalia esančiais masyvais, masyvo ilgis dažniausiai būna priimtas 20–25 m, bet ne didesnis nei 3 aukščiai. Tarp masyvų paliekamas tarpas 20–25 cm tam, kad būtų aprūpintas nepriklausomas nuo kaimyninių masyvų sėdimas, beje tai padeda keičiant apgadintą masyvą. Bet kuriuo atveju masyvų sandūra turi būti uždara, priešingu atveju esant bangavimui čia atsiranda stiprios vandens srovės, kurios gali išplauti akmenis iš po masyvų.

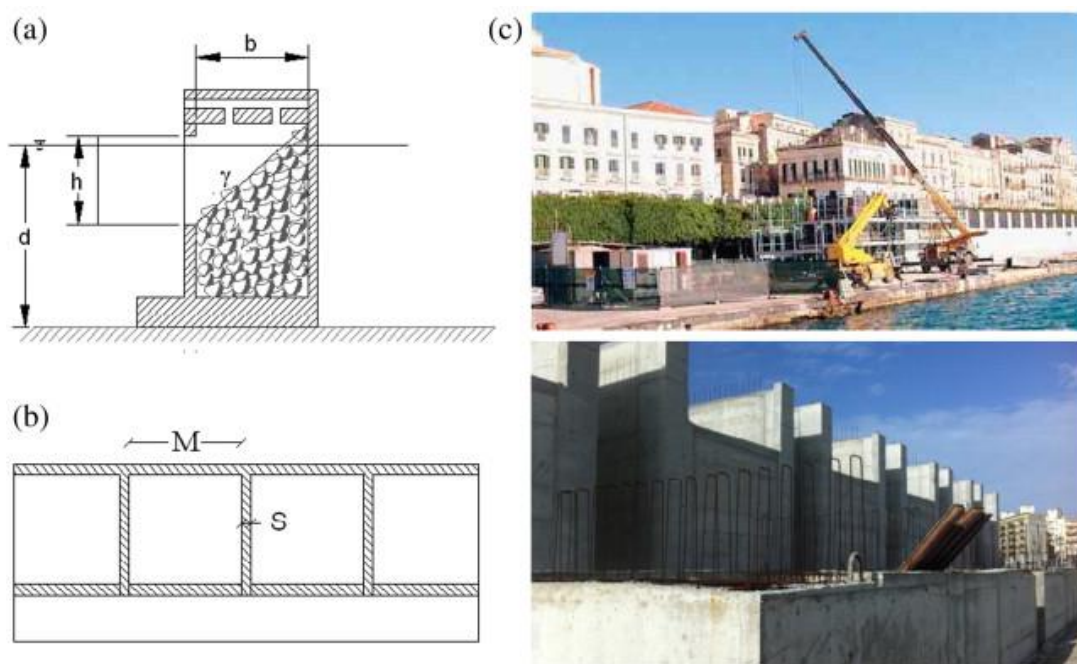
1.2.3. Kesoninė krantinė

Kesoninės krantinės – viena iš gravitacinių krantinių tipų. Šios krantinės įrengiamos klojant betoninius tuščiavidurius masyvus vienoje eilėje. Masyvai gali būti skirtingų formų ir matmenų, priklausomai nuo padėties ir naudojamos įrangos. Populiariausi yra stačiakampės formos masyvai. Kesonai paprastai gaminami ant kranto, o vėliau perkeliama į pastovią paruoštą vietą vandenyje.

Kesonai gali būti ir uždari ir atviri. Vienas iš įdomesnių pavyzdžių yra Sirakūzų (Italijoje) uoste (Liua, 2014, 151 p.), šio uosto fragmentas pateiktas 4 pav.

Dėl konstravimo patogumo ir ekonominių priežasčių kesono matmenys būna ne didesni kaip 30 m ilgio, 25 m pločio ir 20 m aukščio.

Kesonai paprastai įrengiami ant tvirto pagrindo, iškloto gerai sutankintu bei išlygintu žvyro ir skaldos sluoksniu.



4 pav. Sirakūzų (Italijoje) uosto kesoninės krantinės fragmentas: a - skersinis pjūvis; b - plano fragmentas; c - uosto statyba.

Panašaus tipo krantinė buvo pastatyta Klaipėdoje 1960 metais. Čia statinio svorio sumažinimui, reikia ir betono ekonomijai buvo naudojami tuščiaviduriai masyvai, pripildyti smėlio. Virš smėlio, tam, kad apsaugoti jį nuo išplovimo, buvo pripiltas 25 cm storio žvyro sluoksnis. Dviejų apatinių masyvų svoris (su smėliu) sudarė apie 50 t, viršutinio – 60 t. Antstatas buvo padarytas iš surenkamų gelžbetoninių elementų, kurių ilgis 11,5 m ir masė 39 t.

1.2.4. Kampinio tipo su inkaru krantinė

Šiuo metu uosto statinių statyboje naudojami du krantinių iš kampinių sienučių tipai – vidinio ir išorinio inkaravimo. Pagrindiniai gelžbetoninių kampinių sienučių elementai yra: paneliai (plokštės), pamatų plokštės, inkarai.

Priekinis sienutės panelis – tai vieno arba dviejų briaunų plokštė, kurios elementų storis nemažesnis nei 15 cm. Plokščios priekinės plokštės storis lygus 1/5-1/10 aukščio. Priekinės plokštės briaunos yra tokio pat aukščio.

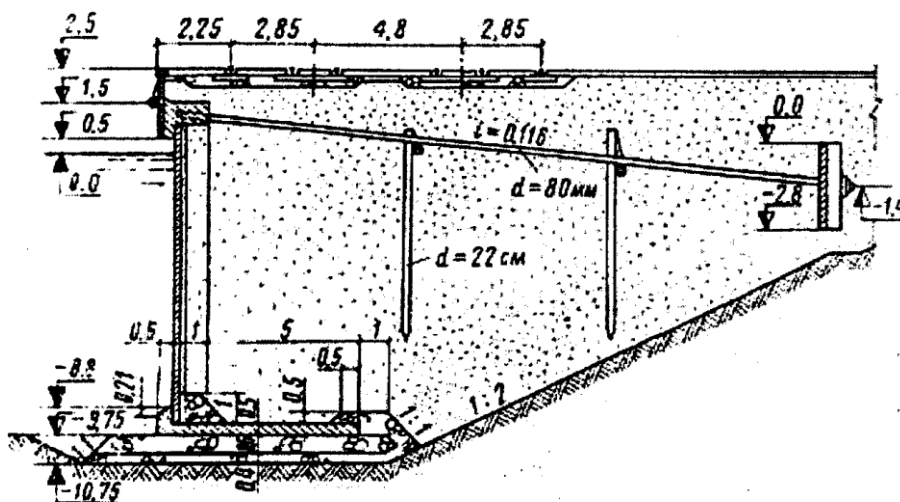
Pamato plokštės plotis B parenkamas $0,5-0,8H$, čia H – sienutės aukštis. Dažnai priekinės sienutės ašis dalina pamato plokštę į dvi dalis – priekinę, lygią $0,28B$, ir užpakalinę, lygią $0,75B$. Tokiu būdu geriausiai sprendžiama stabilumo pasislinkimui problema ir problema tolygaus pagrindo įtempimų paskirstymo.

Krantinės su vidiniu inkaravimu (pav. 5) plačiai naudojamos vidiniams vandens keliams. Konstrukciją sudaro horizontalūs ir vertikalūs tėjinio skerspjūvio elementai, tarpusavyje sujungti inkarinėmis templėmis. Vertikalūs elementai pastatyti ant horizontalių ir remiasi į specialius iškyšulius juose. Elementų dydžiai unifikuoti, kas leidžia gaminti juos skirtingo gylio krantinėms vienoje technologinėje linijoje, o transportuoti ir montuoti tų pačių mechanizmų pagalba. Vertikalių elementų plotis $1,6$ m, pamato plokščių – $1,53$ m, storis $0,15$ m, briaunų plotis 30 cm.



5 pav. Kampinių sienučių krantinės su vidiniu inkaru

Kampinės sienutės su išoriniu inkaru (pav. 6) skiriasi tuo, kad jų priekinės sienutės inkaruojamos ne prie pamato plokščių, o prie specialių inkarinių plokščių, kurios taip pat montuojamos iš unifikuotų elementų.

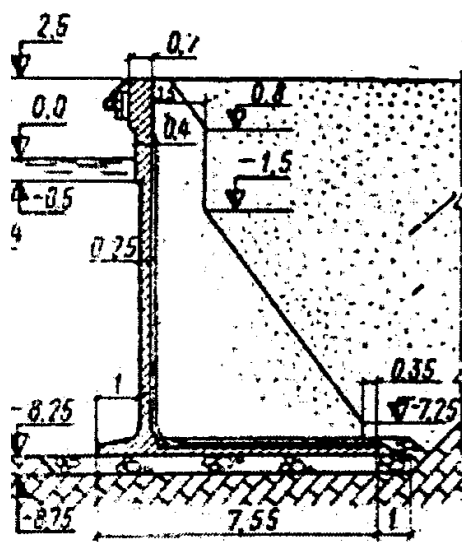


6 pav. Kampinių sienučių krantinės su išoriniu inkaru

Dėl inkarinių plokščių šio tipo krantinių darbas kiek skiriasi nuo krantinių su vidiniu inkaru. Jų stabilumą lemia ne tik savasis svoris, bet ir inkarinės plokštės. Rezultate esant vienodam pamatų plokščių ilgiui (pjūvyje) pagrindo įtempimai krantinėse su išoriniais inkarais bus mažesni nei krantinėse su vidiniu inkaru. Reiškia, esant vienodam pamato plokščių ilgiui, kampinės sienutės su išoriniu inkaru gali būti statomos ant silpnesnių gruntų, nei sienutės su vidiniu inkaru.

1.2.5. Kontraforsinė krantinė

Kampinės kontraforsinės krantinės – sienutės sudarytos iš priekinių, pamatinių ir kontraforsinių plokščių, sumonolitintų į vieną bloką. Kaip parodyta (pav. 7), priekinės plokštės plokščios, 0,25 m storio palei visą aukštį, išskyrus kintamo storio zoną, kur storis didėja iki 0,4 m. Pamato plokščių storis kintamas ir didėja nuo 0,2 m prie krašto iki 0,5 m po kontraforsais. Kontraforsinių plokščių storis 0,2m.



7 pav. Kontraforsinės krantinės skersinis pjūvis

Pagrindinis kontraforsinių sienelių privalumas yra pilnas elementų unififikavimas, kas lemia aukštą gaminių kokybę ir prailgina statinių darbo laiką, taip pat gana mažą kainą ir greitina statybos tempus. Prie trūkumų galima priskirti jautrumą nuosėdžiams, specialių priemonių apsaugai nuo išorinių faktorių (pvz. ledo) būtinybę, pakankamai sunkų montavimą, statant iš atskirų elementų, arba didelių kranų naudojimo būtinybę montuojant blokus.

Dažniausiai kontraforsinių sienučių krantinės naudojamos esant gyliui iki 11,5m.

1.3. Gravitacinių krantinių projektavimas

Pagal planuojamos statyti krantines paskirtį, parenkamas krantinės projektavimo principas. Krantinės tipas parenkamas, atsižvelgiant į jos reikalingas atlikimo funkcijas.

Parinkus krantinės tipą, atsižvelgiant į numatomus techninius krantinės parametrus, parenkama pirminė krantinės konstrukcija arba kelios alternatyvios konstrukcijos ir atlikus išsamesnius tyrimus nustatomas galutinis krantinės tipas.

1.3.1. Jėgos ir apkrovos veikiančios krantines

Priklausomai nuo apkrovų veikimo laiko ir veikimo pobūdžio, apkrovos į uosto hidrotechninius statinius skirstomos į nuolatinis, kintamus ir ypatingus poveikius (STR 2.02.06:2004).

Nuolatinis poveikis (G), veikiančias statinį visą eksploatacijos laiką, sudaro:

- nuosavas statinių ir konstrukcijų svoris. Nustatomas pagal geometrinius matmenis ir medžiagų tūrinius svorius;

- grunto slėgis, veikiantis statinį (esantis ant statinio ar už jo);
- krūviai nuo fiksuotų įrenginių (sandėliai, estakados, vagonų apvertėjai ir t.t.).

Kintamos apkrovos (Q) nuo:

- judančių technologinių įrenginių (kranai, perkrovimo įrenginiai ir t.t.);
- transporto priemonių;
- sandėliuojamų krovinių, išdėstytų ant statinio ir šalia jo;
- laivų poveikio (laivo prisišliejimas, švartavimosi jėgos, vėjo stumiamo laivo poveikis);
- ledų poveikis (ledo laukai ar lytys);
- horizontalios ir vertikalios apkrovos nuo kranų;
- bangų apkrovos statinio statybos ir eksploatavimo laikotarpiu.

Ypatingiems poveikiams (A) priskiriama:

- vandens slėgis sumažėjus;
- seisminės apkrovos;
- dinaminiai poveikiai dėl sprogimų ir pan.

Skaičiuojant apkrovas parenkami keli nepalankiausi atvejai, veikiantys krantinę:

Pagrindiniai – apima nuolatinis ir kintamus poveikius bei apkrovas;

Ypatingi – apima nuolatinis, kintamus, ypatingus poveikius ir apkrovas.

1.3.2. Gravitacinės krantinės konstrukcijos skaičiavimas

Projektuojant gravitacines krantines, būtina skaičiuoti elementų atžvilgiu: krantinės stovumas nustūmimui, krantinės stovumas vertimui.

Gravitacinių krantinių skaičiavimas remiasi „Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways EAU 1996“ nuorodomis.

Gravitacinės krantinės stovumas nustūmimui skaičiuojamas formule:

$$K_n \cdot E_{st} \leq m_{st} \cdot E_{laik} \quad (1)$$

čia: E_{st} – stūmos jėgų sumos N skaičiuotinė reikšmė – aktyvinis grunto slėgis;

E_{laik} – laikančiųjų jėgų sumos N skaičiuojamoji reikšmė;

K_n – patikimumo koeficientas, nuo kapitališkumo klasės;

m_{st} – konstrukcijos ir grunto pagrindo, esant nustūmimui plokštuma, darbo sąlygų koeficientas.

E_{laik} – jėga, skaičiuojama formule:

$$E_{laik} = P \cdot f + E_p + c \cdot F \quad (2)$$

čia: P – konstrukciją veikiančių vertikaliųjų jėgų suminę skaičiuotina reikšmė; gravitacinės krantinės – tai savojo svorio jėga bei ją veikiančios nuolatinės ir trumpalaikės apkrovos, N;

f – paviršiaus slydimo trinties koeficientas

E_p – konstrukciją veikiančių horizontaliųjų jėgų suminę skaičiuotina reikšmė, N;

C – santykinę sukibimo (sankabos) jėga, Pa;

F – poslinkio paviršiaus plotas m^2

Gravitacinės krantinės stovumas vertimui skaičiuojamas formule:

$$K_n \cdot M_{ver} \leq m_{ver} \cdot M_{laik} \quad (3)$$

čia, M_{ver} – verčiančių jėgų momentų suma Nm;

M_{laik} – laikančiųjų jėgų momentų suma Nm;

K_n – patikimumo koeficientas, priimamas nuo statinio patikimumo klasės;

m_{ver} – konstrukcijos ir grunto pagrindo, esant vertikalioms jėgoms, darbo sąlygų koeficientas.

1.4. Optimizavimas

Parenkant krantinės konstrukciją ji turi ne tik tenkinti reikiamas krantinės funkcijas, bet ir būti ekonomiška, lengvai prižiūrima. Reikia ieškoti geriausio sprendimo. Optimalių sprendinių paieškos, arba optimizavimo uždaviniai buvo ir tebėra aktualūs (Kalanta, 2007, 11 p.). Optimizacija (lot. optimus — geriausias), projektuojamo, kuriamo objekto (konstrukcijos, plano, proceso) geriausio varianto nustatymas. Matematiškai optimizavimas reiškia funkcijos minimumo ar maksimumo radimą.

Kaip teigia S. Kalanta (2007, 14-15 p.), yra tokie optimizavimo uždavinių tipai:

1. Iškiliojo ir neiškiliojo matematinio programavimo uždaviniai. Kai uždavinys turi tik vieną ekstremumą, tai yra iškilusis uždavinys. Kai uždavinys turi daug ekstremumų, tai jis yra neiškilusis.
2. Tiesiniai ir netiesiniai uždaviniai. Jei tikslo funkcijos ir visi apribojimai yra tiesiniai, tai toks uždavinys yra tiesinis. Jei tikslo funkcija ar (ir) bent vienas apribojimas yra netiesinis, optimizavimo uždavinys yra netiesinis.
3. Pagal kintamųjų pobūdį yra tolydūs (leistinųjų sprendinių sritį sudaro visi apribojimus atitinkantys vektoriai), diskretieji (leistinųjų sprendinių sritį sudaro tik tam tikrų diskrečiųjų reikšmių rinkinys), sveikaskaičiai (leistinuoju ir optimaliu sprendiniu gali būti tik sveikas skaičius) ir buliniai (nežinomieji gali įgyti tik reikšmę 0 arba 1) uždaviniai.
4. Pagal kitus požymius dar gali būti parametriniai, dinaminiai ir stochastiniai uždaviniai.

Be to, gali būti siekiama optimalų sprendinį rasti ne vieno optimalumo kriterijaus atžvilgiu, bet kelių. Tokie uždaviniai vadinami – daugiakretiniais.

II. NAGRINĖJAMOS KRANTINĖS APLINKOS SĄLYGOS

2.1. Geografinė ir gamtinė aplinka

Žmonija visada stengėsi kurti optimalias sistemas, tarp kurių yra ir uostai (Paulauskas, 2011, 9 p.). Visos šalys visais istoriniais raidos etapais stengėsi turėti uostus kaip „langus į pasaulį“. Kiekvienai šaliai kiekvienas jų uostas yra svarbus. Todėl ir Lietuvoje šiuo metu nefunkcionuojanti Šventosios uostą vis norima atkurti. Yra siūlomos įvairios uosto rekonstravimo galimybės, tačiau dažniausiai rengiamos tik paties uosto vizualizacijos su minimaliais konstrukciniais pasiūlymais. Šiame darbe nagrinėjamos gravitacinio tipo krantinės, kurias galėtų įrengti rekonstruotame Šventosios uoste (žr. 8 pav.).



8 pav. Šventosios uosto teritorija

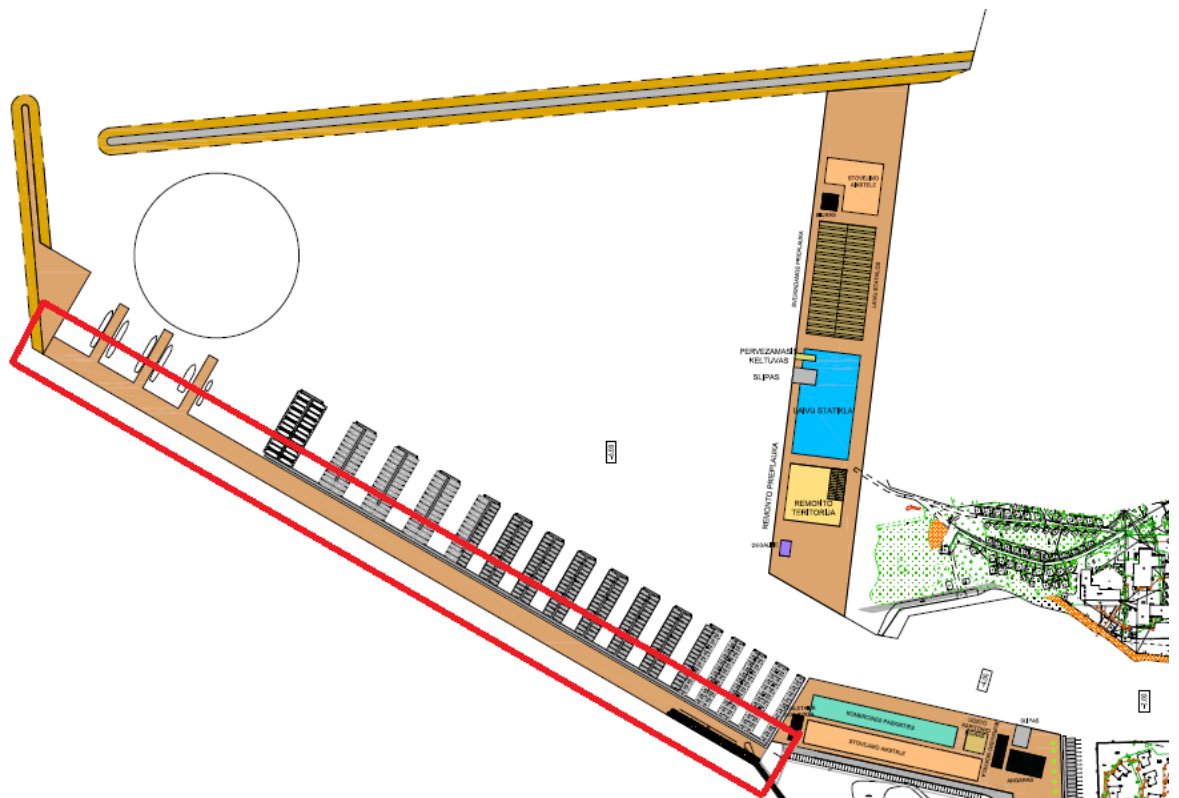
Ne visai aišku, kada mūsų pajūryje ties Šventosios upe atsirado miestas ir tikrasis uostas. Kaip teigia J. Šimoliūnas, vietos gyventojai XX a. pradžioje dar minėjo čia buvusį „Alija, Helia, Heilige“ vardais vadintą uostą. Tikėtina, kad šis pavadinimas kilęs iš Šventosios upės vertimo į germanų kalbas, arba iš žodžio „Helling“, t.y. „laivų statykla“. Manoma, kad vietovardžio įsigalėjimą nulėmė tai, kad Šventosios žiotyse galėjo būti uostavietė su laivų statykla.

Atgavus Klaipėdos uostą ir pradėjus jį tvarkyti bei rekonstruoti, Šventojoje nuspręsta statyti nedidelį žvejų uostą (Žaromskis, 1998, 17 p.). 1925 m. pastatytas 380 m pietinis, o 1926 m. – 228 m ilgio šiaurinis molas. Tarp jų palikti 60 m pločio uosto vartai. Molų forma buvo parinkta tokia, kad

dėl vyraujančių pietvakarių vėjų susiformavęs šiaurės krypties priekrantinis nešmenų srautas kuo lengviau aplenktų plastiškai išlenktą pietinį molą. Tačiau nespėjus užbaigti statybų, paaiškėjo, kad užuovėjinėje pusėje, t.y. avanuoste (avanuostas – sudėtinė uosto dalis, dažniausiai sukurta dirbtinai apsaugoti uosto akvatoriją nuo bangavimo ir vandens srovių. Kitaip sakant avanuostas yra apsauginė siena (vartai) prie įplaukimo į uostą vietos.) kaupiasi smėlio nešmenys. Per 10-12 m. visas avanuostas prisipildė nešmenų. Uostą galėjo išgelbėti tik aktyvūs dugno gilinimo darbai, tačiau tuometinės žemės mės nebuvo labai našios (Žaromskis, 1998, 19 p.). Skaudi mažo uosto eksploatavimo patirtis parodė, kad mažo uosto, t.y. molų nusidrėkusių iki 5 m jūros gylio, čia statyti neverta, jei neužtikrinamas uosto valymas arba pakankamas apsaugojimas nuo nešmenų (didesni molai).

Šventosios uostas šiandien nefunkcionuoja, nes vidiniai baseinai su monolitinėmis krantinėmis yra atskirti nuo jūros smėlio seklumų ir net kopų, o išoriniai uosto įrenginiai visai sunykę. Tačiau yra planuojama uosto renovacija, pritaikant uostą žvejybos laivams, mažiems keleiviniams laivams, jachtoms bei pramoginiams laivams.

Iki šių metų (2016) jau yra sudaryta ne viena vizija Šventosios uosto rekonstrukcijai. Remiantis Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studijos (interaktyvus šaltinis) sukurta vizija pasirenkama nagrinėjamos krantinės vieta, kuri parodyta 13 pav.



9 pav. Šventosios uosto rekonstrukcijos vizija (raudonai pažymėta nagrinėjamos krantinės atkarpa)

9-tame paveiksle raudona spalva pažymėta nagrinėjama krantinės atkarpa. Prie jos bus jungiami laivų švartavimosi pirsai. Nagrinėjamos krantinės ruožas yra apie 800 m ilgio.

2.2. Apkrovos

Priklausomai nuo apkrovų veikimo laiko ir veikimo pobūdžio, apkrovos į uosto hidrotechninius statinius skirstomos į nuolatinius, kintamus ir ypatingus poveikius (STR 2.02.06:2004).

2.2.1 Naudojimo apkrova

Skaičiuojant gravitacinės krantinės konstrukciją, eksploatacinės apkrovos priimamos pagal projektavimo normas ir įvertinus, kad krantinė projektuojama nedideliems laivams aptarnauti.

Pagrindinės apkrovos, tenkančios krantinei: žmonių išlaipinimo galerija, autobusai, bendra žmonių apkrova, krantinės vidinėje dalyje galimos papildomos apkrovos nuo papildomų įrenginių.

Naudojimo apkrova $q_1 = 100 \text{ kN/m}^2$. Apkrovos q_1 persidavimas gravitacinio tipo krantinei apskaičiuojamas pagal (4) formulę:

$$q_1 = K_a \cdot q \quad (4)$$

čia: K_a – aktyviojo slėgio koeficientas, kuris randamas pagal (6) formulę;

q – krantinės denginio ir transporto naudojimo apkrova 100 kN/m^2 .

$$q_1 = 0,33 \cdot 100 = 33,0 \text{ kPa}$$

2.2.2. Gruntas

Prenkant krantinės konstrukciją ypač svarbi geologinė grunto sandara, kuri lemia konkrečios krantinės konstrukciją.

Už atraminės sienos bus piltinio natūralaus gruntas, kurio fizinės – mechaninės charakteristikos, pateikiamos 1 lentelėje.

1 lentelė. Piltinio grunto charakteristikos

Grunto sluoksnis	Tūrinis svoris γ , (kN/m^3)	Vidinis trinties kampas, φ	Sankabumas c , (kN/m^2)
Piltinis gruntas	18	30°	0

Kai gruntas už atraminės sienos birus, jo sankabumas $c=0$, horizontaliuose ploteliuose, prie atraminio paviršiaus veikia tik normaliniai įtempimai. Grunto apkrova q_2 apskaičiuojama pagal (5) formulę (Šimkus, 1984, 98 psl.):

$$q_2 = K_a \cdot g \cdot h \quad (5)$$

čia: K_a – aktyviojo slėgio koeficientas, kuris randamas pagal 2 formulę;

g – grunto, esančio už atraminio statinio svoris, kg/m^3 ;

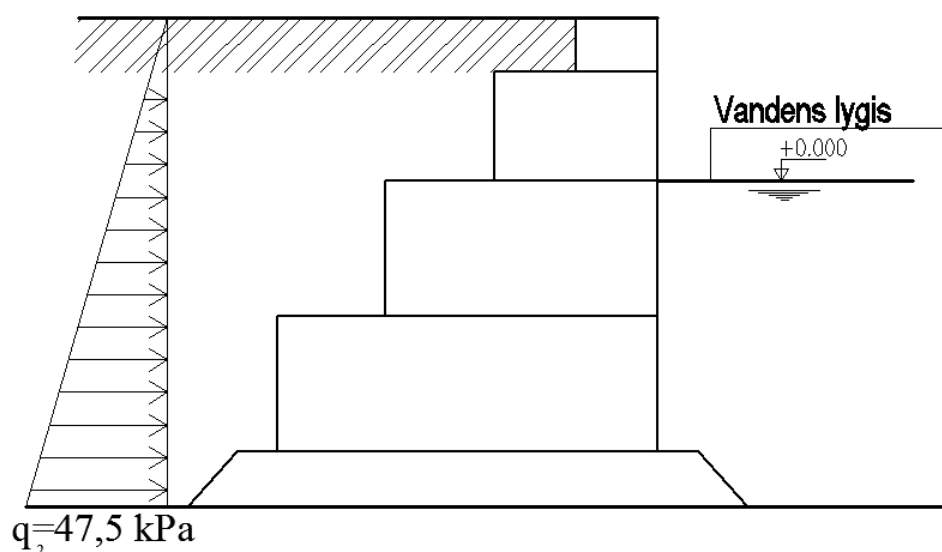
h – aukštis m.

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \cdot \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (6)$$

Čia: φ - vidinis trinties kampas.

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \cdot \left(45^\circ - \frac{30}{2} \right) = 0,33;$$

$$q_2 = 0,33 \cdot 18,00 \cdot 8 = 47,5 \text{ kPa} \text{ (apkrova schematiškai parodyta 10 pav.)}.$$



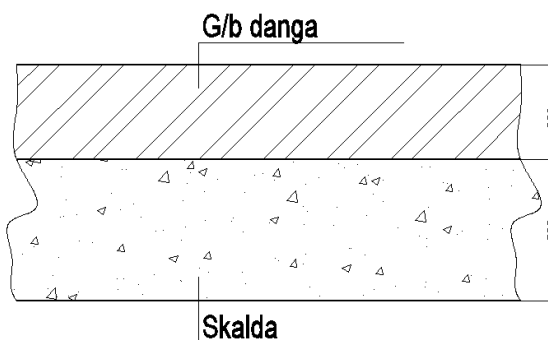
10 pav. Grunto apkrova į krantinę

Prie nuolatinės apkrovos priskiriamas ir savasis grindinio svoris. Grindinio pjūvis pateiktas 11 pav. Krantinės 1m pločio ruožo grindinio svoris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q_d = (t_1 \gamma_b + t_2 \gamma_{sk}) \quad (7)$$

čia: t_1 ; t_2 – atitinkamai betoninės dangos ir skaldos sluoksnių storiai;

γ_b ir γ_{sk} – atitinkamai, betoninės dangos ir skaldos tankiai.



11 pav. Grindinio pjūvis

2 lentelė. Krantinės grindinio medžiagų tūriniai svoriai

Medžiagos	Tūrinis svoris, kN/m ³
G/b danga, γ_b	21
Skalda, γ_{sk}	18

$$q = (0,2 \cdot 21 + 0,3 \cdot 18) = 9,4 \text{ kN/m}^2$$

Denginio apkrovos poveikis perskaičiuojamas į krantinės sienelę pagal (8) formulę:

$$q_d = K_a \cdot q \quad (8)$$

Čia: K_a – aktyviojo slėgio koeficientas, kuris randamas pagal 2 formulę;

q_d – krantinės denginio svoris kN/m².

$$q_d = 0,33 \cdot 9,4 = 3,1 \text{ kPa}$$

2.2.3. Vandens lygis

Apkrova q_3 hidrostatinis slėgis į atraminį paviršių apskaičiuojamas:

$$p_{abs} = p_0 + \rho gh; \quad (9)$$

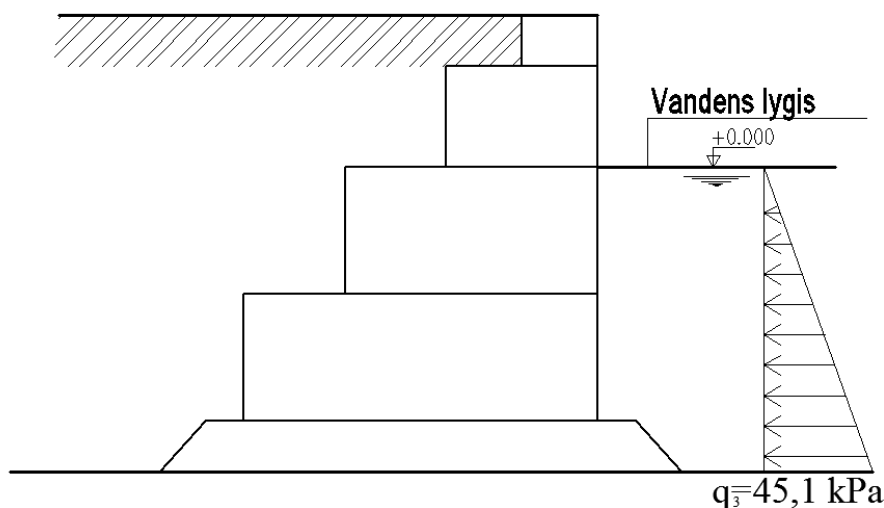
čia: p_0 – išorinis slėgis į vandens paviršių, Pa; ρ – vandens tankis, kg/m³; g – gravitacijos pagreitis, m/s²; h – nagrinėjamo taško gylis, m.

Hidrostatinis slėgis dažniausiai veikia esant natūralioms sąlygoms, todėl skaičiuojant apkrovas į hidrotechninį statinį (toliau vadinamu HTS) išorinis slėgis p_0 jų aplinkoje dažnai yra lygus atmosferos slėgiui ($p_0 = p_{atm}$). Dėl to į jį neatsižvelgiama, t. y. hidrostatinis slėgis reprezentuojamas manometrinio slėgiu p_{atm} , Pa, pagal formulę:

$$p = p_{man} = \rho gh; \quad (10)$$

Apskaičiuoju hidrostatinį vandens slėgį (schema pateikta 12 pav.):

$$q_3 = 1000,0 \cdot 9,81 \cdot 5,0 = 49,05 \text{ kPa}$$



12 pav. Hidrostatinis vandens slėgis į krantinę

12 pav. pateiktas hidrostatinis slėgis į krantinę. Pavojingiausiu apkrovų atveju krantinėse yra laikoma tada, kai būtent hidrostatinis slėgis mažėja (vandens lygis krenta), o iš kitos krantinės pusės ją stumia grunto ir naudojimo apkrovų slėgis.

2.2.4. Meteorologinės sąlygos

Reguliarūs meteorologiniai stebėjimai Lietuvos pajūryje vyksta nuo XIX a. pradžios, tačiau ties Šventaja stacionarių stebėjimo stočių nebuvo įkurta. Analizuojant ir apibendrinant meteorologinius rodiklius, naudoti šiauriau Klaipėdos sąsiaurio žiočių, Melnragėje, esančios stoties duomenys. Ši stotis klimato žinynuose vadinama Klaipėdos jūrine stotimi, o nuo 1994 m. kovo – Klaipėdos kranto meteorologijos stotimi. Jos stebėjimų duomenys gerai atspindi oro sąlygas visame Lietuvos pajūryje iki pat sienos su Latvija.

Pasaulio klimato klasifikacijose didžiosios Lietuvos dalies klimatas apibūdinamas kaip vidutiniškai šaltas, su snieginga žiema. Kritulių iškrinta pakankamai visais metų laikais, gausesni jie šiltuoju laikotarpiu. Tik vakarinio Lietuvos pakraščio ir pajūrio klimatas kiek kitoks, nusakomas jau kaip vidutiniškai šiltas, nes vidutinė šalčiausio mėnesio oro temperatūra aukštesnė už -3°C . Toks klimato tipas vyrauja Vakarų Europoje.

Lietuvos pajūrio klimatas labai priklauso nuo ciklonų ir anticiklonų veiklos. Pagrindinės į Lietuvą atslenkančių ciklonų trajektorijos nusidriekia nuo rytinės Šiaurės Amerikos pakrantės link Skandinavijos, Barenco ir Norvegų jūrų bei Šiaurės Rusijos. Daugiausia jų nuo Pietinės Grenlandijos juda per Islandiją link Šiaurės Skandinavijos (tai regeneruojantys ciklonai). Kiti ciklonai, judėdami link Pietų Skandinavijos, kerta Britų salyną – tai išsivysčiusių ir intensyvių ciklonų grupė. Mažiausią dalį sudaro pietiniai ciklonai, kurie vystosi poliariniame fronte virš Viduržemio ar Juodosios jūrų akvatorijų. Susidarius stipriai pietinei pernašai jų trajektorijos nukrypsta į šiaurę link Centrinės ir Rytų Europos. Anticiklonai dažniausiai atslenka iš šiaurės vakarų ir šiaurės. Jų judėjimo greitis

paprastai mažesnis nei ciklonų, todėl keliaudami į pietus jie patiria įvairias transformacijas – išyla, sumažėja slėgis. Kartais žiemą iš šiaurės rytų, nuo Centrinės Arkties, užklysta ultrapoliariniai anticiklonai. Azorų, arba subtropiniai, Atlanto anticiklonai savo centrine dalimi nesiekia Lietuvos teritorijos, tačiau šiaurine jų periferija rudenį atkeliauja išilusio oro masės. Iš rytų anticiklonai neatslenka, bet dažnai nuo Sibiro (Azijos) anticiklono atsišakoja vakarinis arba šiaurės vakarinis gūbrys, siekiantis Skandinaviją ar net Šiaurės jūrą. Nuo meteorologinių sąlygų priklauso krantinę veikiančios apkrovos: vėjas ir bangos.

2.2.5. Vėjas

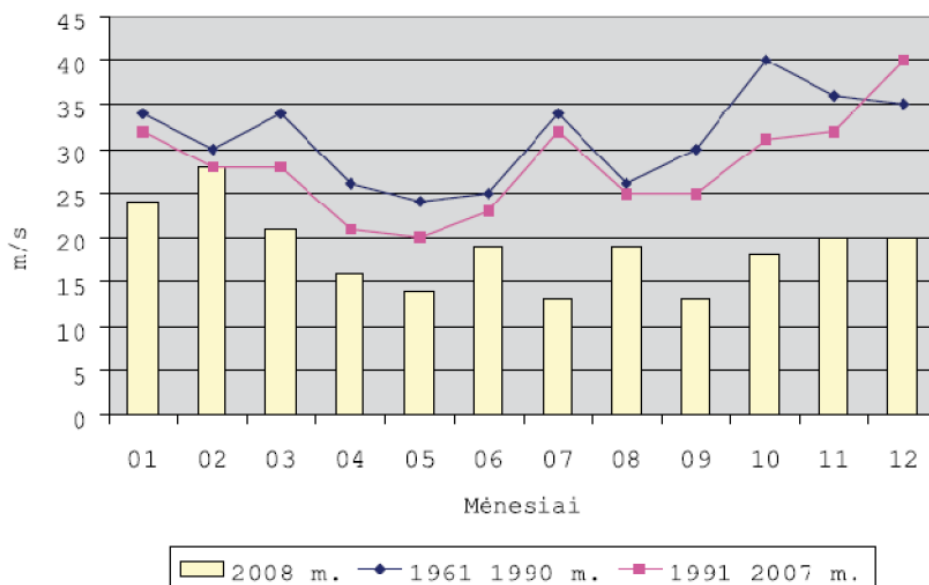
Vidutinis metų vėjo greitis (10 m aukštyje) Lietuvos pajūryje kiek kinta atskirais stebėjimų tarpsniais ir svyruoja 4,5–5,5 m/s ribose. Stipriausi vėjai pučia spalį–sausį (ypač – lapkritį), silpniausi – nuo gegužės iki rugpjūčio (3 lentelė). Kalvų viršūnėse ir priešvėjinių šlaitų viršutinėse dalyse vėjo greitis 30–50 % didesnis nei lygumoje, o pavėjiniuose šlaituose ir neprapučiamose daubose atitinkamai 20–40% mažesnis. Pučiant skirtingos krypties vėjams, didesni vėjo greičio skirtumai galimi rudenį ir žiemą, mažesni – pavasarį. Per parą vidutinis vėjo greitis kinta mažai.

3 lentelė. Vėjo greitis

Mėn.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m/s	5,8	5,1	5,0	4,5	4,1	4,2	4,7	4,6	5,4	5,8	6,5	6,1

Baltijos jūros pakrantei būdingi du kartus per parą keičiantys kryptį vėjai, vadinami brizais. Dieną jūros pakrantė išyla smarkiau už vandenį, todėl virš vandens esantis sunkesnis oras ima judėti kranto link. Naktį daugiau atšąla sausuma ir oras nuo kranto juda vandens link. Šio pobūdžio vėjai labiausiai pasireiškia balandžio-rugpjūčio tarpsniu.

Didžiausias gūsiuose užfiksuotas vėjo greitis yra pasiekęs 40 m/s. Dažniausios ir stipriausios audros siaučia spalio-sausio mėn. Tarp stiprių vėjų ryškiai išsiskiria P-V sektoriaus vėjai: PV krypties vėjas sudaro 24%, V –15%, PPV – 11%, P ir PVP – po 11%. Taigi, pagal vyraujančias kryptis stiprūs vėjai labai skiriasi nuo vidutinių vėjų, nes pastaruosiuose vyrauja PR kryptis. Pagal sezonus stiprių vėjų kryptys irgi kiek skiriasi: rudenį ir žiemą dažniau pučia PR, P ir PV krypčių, vasarą – V ir ŠV krypčių vėjas. Labai stiprūs vėjai (>20 m/s), kaip taisyklė, būna vakarinių (nuo PV iki ŠV) krypčių. Pajūryje per 1999–2006 m. užfiksuota trys stipresnio nei 30 m/s vėjo atvejai. Iš viso per 1971–2006 m. 30 m/s ir stipresnis vėjas užfiksuotas aštuonis kartus. 2008 m. vasarį buvo priartėta prie šios ribos (13 pav.). Yra pagrindo teigti, jog šylant klimatui uraganinio stiprumo vėjų dažnumas gali ir toliau didėti.



13 pav. Didžiausias vėjo grietis Lietuvos pajūryje

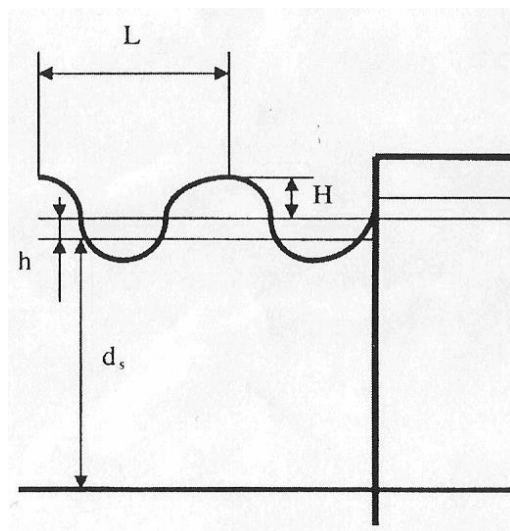
2.2.6. Bangos

Bangavimas jūroje priklauso nuo vėjų režimo, todėl jo dinamikos metinė eiga atkartoja vėjų krypties ir stiprumo pasiskirstymo eigą. Vidutinis bangų aukštis atviroje jūroje Klaipėdos – sienos su Latvija ruože kinta nuo 0,3 m (vėjo greitis 1 m/s) iki 5 m (vėjo greitis >23 m/s).

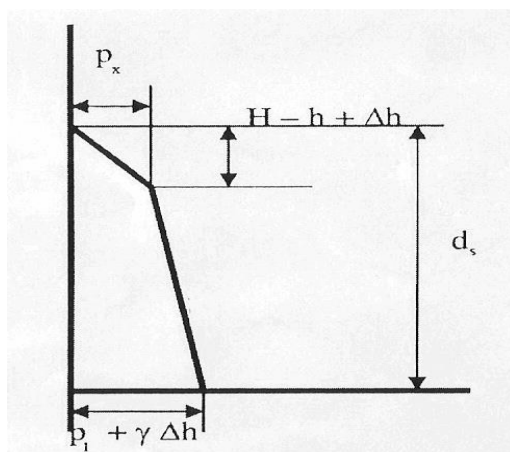
Daugiausia bangų (76%) būna iki 2 m. Dažniausiai jos sklinda iš PV ir V. Šių krypčių būna ir aukščiausios bangos. Didelės (>6 m) aukščio bangos susiformuoja pučiant stipresniam nei 15 m/s vėjui. Ilgo periodo bangos (>7 s) stebimos pučiant >10 m/s vėjui. Dažniausiai stebimos 3-4 periodo bangos pučiant 4-10 m/s vėjui.

Didžiausi bangų aukščiai ties Šventaja, kur gylis apie 15-20 m, pučiant vakarų krypčių 27-29 m/s vėjui, gali siekti 9,8-10,6 m. Nustatyta, kad aukščiausios bangos ten gali viršyti 12 m aukštį ir pasikartoti kartą per 50 metų. Virš kranto povandeninio šlaito bangų rodikliai greitai kinta, veikiant dugnui. Povandeninio šlaito ir jūros vandens hidrodinamikos poveikis yra abipusis. Gyliuose iki 3,4 m net nedidelės bangos jau sukelia ne tik smėlio, gargždo ar žvirgždo pernašą, tačiau ir smulkių riedulių judėjimą. Bangų gožos ruože hidrodinaminė energija staiga gęsta ir transformuojasi, sudarydama prielaidas vykti priekrantės litodinaminiam procesams, kurių intensyvumas yra tiesiog proporcingas hidrodinaminėms procesams, ypač – bangavimo intensyvumui.

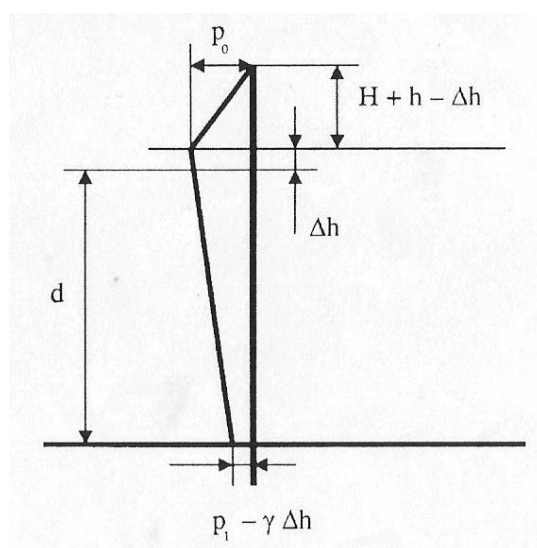
Eurokoduose, EAU 1996 rekomendacijose nurodyta įvertinti papildomas krantinės apkrovas nuo bangų poveikio. Bangų poveikio krantinei elementai pateikti 14 paveiksle, skaičiuojamoji schema – 15 ir 16 paveiksluose.



14 pav. Bangos poveikio schema



15 pav. Didžiausias vandens slėgis nuo krantinės pusės



16 pav. Didžiausias vandens slėgis dėl bangų poveikio krantinės išorėje

Vandens lygio pakilimas bangavimo metu skaičiuojamas formule:

$$h = \frac{\pi \cdot H^2}{L} \operatorname{ctg} \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{L} \quad (11)$$

čia: h – vandens lygio pakilimas bangavimo metu;

H – bangos aukštis, m;

L – bangos ilgis, m;

d – vandens gylis prie krantinės, m.

Slėgio į konstrukcijos pagrindą padidėjimas arba sumažėjimas dėl bangų poveikio skaičiuojamas formule:

$$p_1 = \frac{\gamma \cdot H}{\cos \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{L}} \quad (12)$$

čia: p_1 – slėgio į konstrukcijos pagrindą padidėjimas arba sumažėjimas dėl bangų poveikio;

γ – vandens tankis, kg/m^3 .

Maksimalus bangos slėgis gruntinio vandens atžvilgiu skaičiuojamas formule:

$$p_0 = (p_1 + \gamma \cdot d) \frac{H + h - \Delta h}{H + h + d} \quad (13)$$

čia p_0 – maksimalus bangos slėgis gruntinio vandens atžvilgiu;

Δh – vandens lygių tarp nulinio ir gruntinio vandens skirtumas.

Vandens slėgis dėl skirtingų vandens lygių skaičiuojamas formule:

$$p_x = \gamma \cdot (H - h + \Delta h). \quad (14)$$

Skaičiavimui priimami šie bangų parametrai:

- bangos aukštis – 2m (uždaro uosto baseino teritorijoje);
- bangos ilgis – 50m;
- bangos poveikio į krantinę kampas $\alpha = 30^\circ$;
- Δh – vandens lygių skirtumas tarp nulinio lygio ir gruntinio vandens – 0,3 m;
- d_s – gruntinio vandens lygis akvatorijos dugno atžvilgiu – 10,2 m.

- γ – vandens tankis, 1000 kg/m³

Priėmus nurodytus bangų parametrus, gaunamos papildomos slėgio jėgos į krantinę dėl bangų poveikio.

$$P_1 = \frac{10 \cdot 2}{\cos \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17}{50}} = 9,4 \text{ kN/m}^2;$$

$$P_0 = (9,4 + 10 \cdot 17) \frac{2 + 0,05 - 0,2}{2 + 0,05 + 0,2} = 147 \text{ kN/m}^2;$$

$$P_x = 10 (2 - 0,05 + 0,2) = 21,5 \text{ kN/m}^2;$$

$$h = \frac{3,14 \cdot 2^2}{50} \cdot \operatorname{ctg} \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 17}{50} = 0,05 \text{ m};$$

Bangų jėgos mažėjimas dėl bangos kampo:

$$(P_1 - \gamma \Delta h) \cos 30^\circ = (9,4 - 10 \cdot 0,2) \cos 30^\circ = 3,7 \text{ kN/m};$$

$$(P_1 - \gamma \Delta h) \cos 30^\circ = (9,4 - 10 \cdot 0,2) \cos 30^\circ = 5,7 \text{ kN/m}.$$

Galutinai įvertinus bangavimo poveikio kampą į krantinę, gaunamos papildomos apkrovos dėl bangavimo:

$$P_0 \cos 30^\circ = 147 \cdot \cos 30^\circ \cdot \gamma_f = 73,5 \text{ kN/m};$$

$$P_x \cos 30^\circ = 21,5 \cdot \cos 30^\circ \cdot \gamma_f = 10,7 \text{ kN/m};$$

γ_f – poveikių ir apkrovų patikimumo koeficientas lygus 1,0

$$P_0 \cos 30^\circ = 147 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1,0 = 73,5 \text{ kN/m};$$

$$P_x \cos 30^\circ = 21,5 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1,0 = 10,7 \text{ kN/m};$$

III. GRAVITACINĖS KRANTINĖS KONSTRUKCIJOS TIPO PARINKIMAS

3.1. Daugiatiksliis sprendimo priėmimas

Daugiatiksliai sprendimo priėmimo metodai taikomi daugelyje sričių, tiek inžinerinių, tiek medicininių, tiek investicinių uždavinių sprendimui (Simonavičienė, 2011, 8 p.). Uždavinio sprendimą sudaro trys pagrindinės dalys:

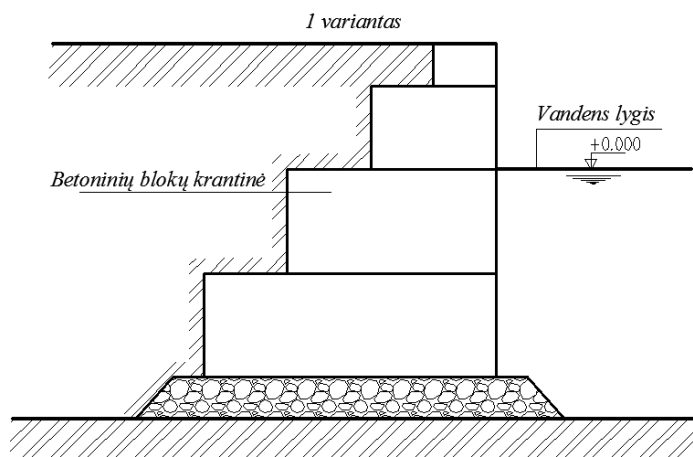
1. alternatyvų parinkimas (sudarymas);
2. rodiklių, pagal kuriuos yra vertinamos alternatyvos apibrėžimas;
3. alternatyvų surangavimas (Zavadskas ir kt., 1998, 235 p.).

Pirmojoje dalyje parenkamos alternatyvos, kurios bus naudojamos uždaviniams spręsti. Antrojoje dalyje parenkami rodikliai, pagal kuriuos bus vertinamos visos alternatyvos. Nustatomos visų rodiklių reikšmės kiekvienai alternatyvai. Trečiojoje dalyje, pasirinkus konkretų sprendimo metodą, išrenkamas geriausias variantas, t.y.: tinkamiausia alternatyva.

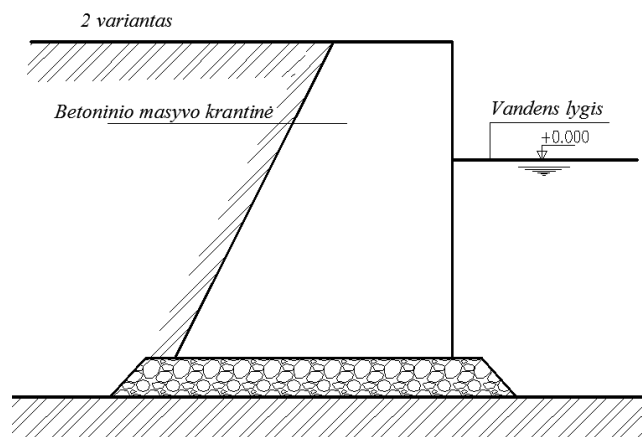
3.2. Krantinių alternatyvos

Pagal paskirtį ir konstrukciją gravitacinio tipo krantinės gali būti labai įvairios. Šventosios uosto rekonstrukcijai galima naudoti penkis gravitacinių krantinių konstrukcijų tipus, t. y. parenkamos penkios alternatyvos. Trumpai visi jie yra aptarti 1.2 skyriuje.

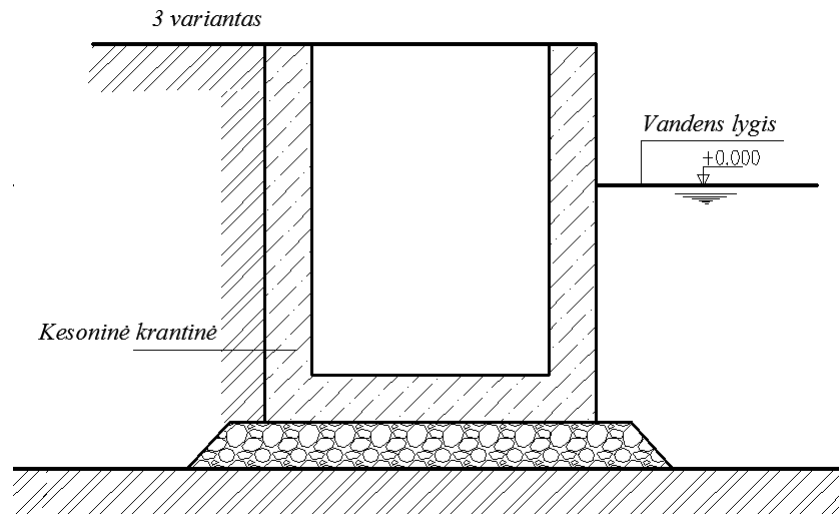
1. Blokinė krantinė (17 pav.);
2. Betono masyvo krantinė (18 pav.);
3. Kesoninė krantinė (19 pav.);
4. Kampinio tipo su inkaru krantinė (20 pav.);
5. Kontraforsinė krantinė (21 pav.).



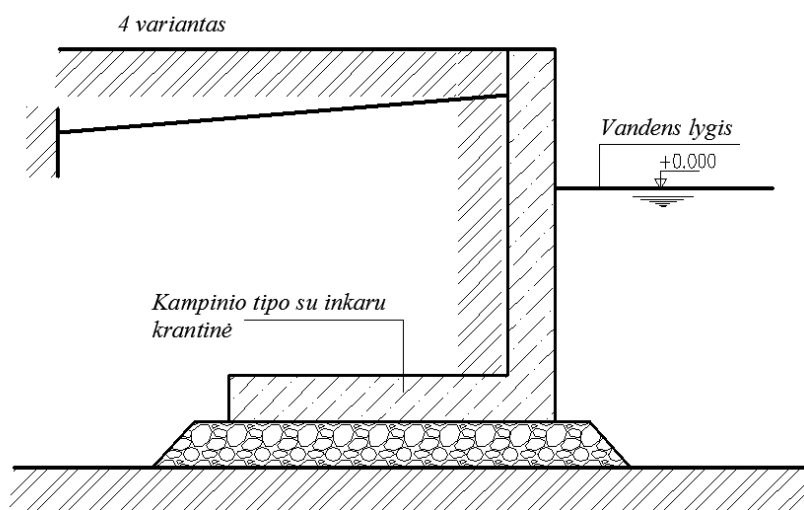
17 pav. Blokinė krantinė



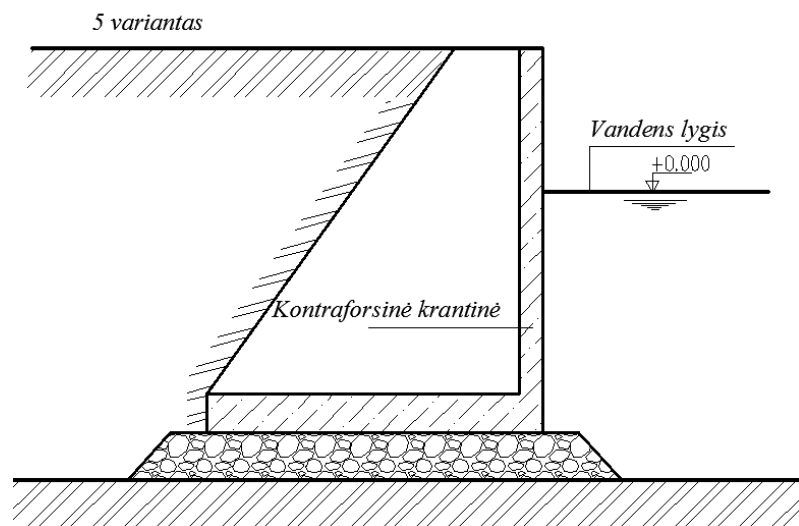
18 pav. Betoninio masyvo krantinė



19 pav. Kesoninė krantinė



20 pav. Kampinio tipo su inkaru krantinė



21 pav. Kontraforsinė krantinė

Pagal STR 2.02.06:2004 3 priedą (4 lentelę) 3-4 punktus visi šie tipai yra pritaikomi Šventosios uosto rekonstrukcijai.

4 lentelė. Krantinių taikymo sąlygos

Krantosaugos HTS	Pagrindinės taikymo sąlygos
1. Paplūdimiai:	Paplūdimio sudarymo ir išplėtimo reikmė; skaičiuotinio pločio paplūdimio stabilumo garantija; įlankose ar ribotuose kranto ruožuose, kai yra pakankamai karjerinių medžiagų
1.1. be HTS:	
1.1.1. periodiškai papildant	Periodiniai sezoniniai paplūdimio, povandeninio šlaito išplovimai bangų mūšos bei kranto linijos zonose; nepakankamas natūralus nešmenų atnešimas
1.1.2. nuolat papildant	Nuolatinis kranto linijos atsitraukimas; praktiškai neatnešama nešmenų; atskiruose ribotuose pakrantės ruožuose
1.2. su HTS:	
1.2.1. su būnėmis	Povandeninio šlaito, sudaryto iš gargždo ir smėlio, išplovimas bangų mūšos bei kranto linijos zonoje; nepakankamai atnešama nešmenų arba paplūdimio žemutinė dalis papildoma periodiškai
1.2.2. su povandeniniais bangolaužiais	Povandeninio šlaito su nuolydžiu iki 0,05 išplovimas bangų mūšos bei kranto linijos zonoje; nepakankamai atnešama nešmenų; įstrižai ($> 15^0$) atbėgančios bangos; ruožuose su nuošliaužomis, derinantis su dirbtiniu paplūdimiu ar nuolatiniu jo papildymu
2. Šlaitiniai HTS	Lėkšti krantai, kurių povandeninė dalis paplaunama ir ardoma
3. Pusiau šlaitiniai ar pusiau vertikalūs HTS	Lėkšti krantai panaudojant šiuos HTS kaip laivų krantines; siekiant sumažinti tvirtinamo šlaito ilgį; uostų vidaus bei miestų krantinėms
4. Atraminės sienos	Tas pats, kaip ir 3 p., daugiausia krantams su stačiais šlaitais

Planuojama uosto rekonstrukcija, pritaikant uostą žvejybos laivams, mažiems keleiviniams laivams, jachtoms bei pramoginiams laivams. Šiems laivams aptarnauti reikalinga uosto vidaus krantinė, kuri gali būti parenkama iš pasirinktų penkių krantinių alternatyvų.

3.3. Vertinimo rodikliai

Mokslinėje literatūroje rodiklio sąvoka apibrėžiama labai įvairiai. Bendrai – rodiklis, tai informacijos suteikėjas, paprasta skaitmenine forma. Rodikliai turi atitikti tris pagrindines savybes: jie turi būti paprasti, informatyvūs ir apskaičiuojami.

Gravitacinės krantinės konstrukcijos tipo parinkimui taikant optimizavimo metodus, visų pirma nustatomi rodiklių reikšmingumai, kurie rodo tam tikro rodiklio svarbą nagrinėjamam objektui (Simonavičienė, 2011, 11 p.). Rodiklių nustatymo būdai yra arba objektyvus arba subjektyvus. Subjektyvus rodiklių nustatymo būdas parodo jį nustatančio asmens subjektyvią nuomonę į rodiklio reikšmę. Objektyvus rodiklių reikšmingumo nustatymas yra visiškai neįtakojamas asmens nuomonės apie rodiklio svarbą (Ustinovičius ir kt., 2004). Tačiau, kokį pasirinkti vertinimo būdą priklauso nuo konkretaus atvejo.

Pasirenkamas subjektyvus rodiklių reikšmingumo nustatymo būdas (dažniausiai naudojamas), kuris yra sudaromas remiantis ekspertine porinio palyginimo skale. Šią skalę sudarė T. Saaty. Ekspertinio rodiklių lyginimo metodo metu, ekspertas turi palyginti du rodiklius tarpusavyje. Remiantis ekspertų nuomone yra nustatomi atitinkami rodiklių reikšmingumai. Rodiklių tarpusavio svarba yra įvertinama pagal T. Saaty reikšmingumų skalę. Ši skalė ir jos aprašymas yra pateiktas 5 lentelėje.

5 lentelė. T. Saaty reikšmingumų skalė

Svarbumo lygis	Apibrėžimas
1	Rodikliai yra vienodai svarbūs.
3	Vienas rodiklis yra truputį svarbesnis už kitą.
5	Vienas rodiklis yra svarbesnis už kitą.
7	Vienas rodiklis yra daug svarbesnis už kitą.
9	Vienas rodiklis yra nepalyginamai svarbesnis už kitą.
2, 4, 6, 8	Tarpinės reikšmės.

Ekspertinės efektyvumo rodiklių porinio palyginimo anketos (lentelės) pildomos šiuo principu: eilutėje esantis rodiklis lyginamas su stulpelyje esančiais rodikliais (Simonavičienė, 2011, 12 p.). Jeigu eilutėje esantis rodiklis yra svarbesnis nei stulpelyje esantis rodiklis, rašomas svarbumo lygį nurodantis sveikasis skaičius. Jeigu eilutėje esantis rodiklis yra mažiau svarbus nei stulpelyje esantis rodiklis – anketos langelyje rašomas atvirkštinis skaičius. Porinis palyginimas mažina šališkumą priimant galutinį sprendimą. Taikant šį metodą yra naudojamos santykinės reikšmės, todėl šis metodas tinkamas bedimensiams ir įvairių dimensijų rodikliams. Porinį palyginimą atlieka atitinkamos srities ekspertai.

Vertintųjų rezultatų lentelės tampa kvadratinėmis matricomis:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ b_{31} & b_{32} & \dots & b_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

čia b_{ij} – alternatyvų panašumo rodikliai.

Matricos X elementai – rodiklių reikšmingumo santykiai:

$$b_{ij} = \frac{q_i}{q_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (15)$$

Kaip teigia T. Saaty (1980) šio metodo reikšmingumai yra lyginimo matricos X tikrinio vektoriaus, atitinkančio didžiausią reikšmę $\lambda_{\max}$, normalizuotos komponentės:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n b_{ij} \cdot \frac{q_i}{q_j}, \quad (16)$$

čia $\lambda_{\max}$ – didžiausia ekspertų matricos X tikrinė reikšmė.

Rodiklių reikšmingumai, gauti ekspertiniu porinio palyginimo metodu gali būti laikomi pakankamai patikimais, jeigu ekspertų nuomonių dėl rodiklių rangavimo suderinamumas yra pakankamas (Simonavičienė, 2011, 14 p.). Matricos neprieštarinamumui tikrinti yra naudojami suderinamumo $C.I.$ ir atsitiktinumo $R.I.$ indeksai, nustatant suderinamumo koeficientą $C.R.$

Kai matrica dauginama iš vektoriaus, suformuotas kiekvienas reikšmingumas $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$ ir gaunama matrica:

$$B_q = \begin{bmatrix} \frac{q_1}{q_1} & \frac{q_1}{q_2} & \dots & \frac{q_1}{q_j} & \dots & \frac{q_1}{q_n} \\ \frac{q_2}{q_1} & \frac{q_2}{q_2} & \dots & \frac{q_2}{q_j} & \dots & \frac{q_2}{q_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{q_i}{q_1} & \frac{q_i}{q_2} & \dots & \frac{q_i}{q_j} & \dots & \frac{q_i}{q_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{q_n}{q_1} & \frac{q_n}{q_2} & \dots & \frac{q_n}{q_j} & \dots & \frac{q_n}{q_n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_j \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1 \\ \dots \\ q_j \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix}. \quad (17)$$

$C.I.$ ir $C.R.$ reikšmės randamos pagal formules:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (18)$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, \quad (19)$$

$R.I.$ yra parenkamos pagal matricos komponentų skaičių iš T. Saaty koeficientų lentelės (6 lentelė).

6 lentelė. T. Saaty koeficientų lentelė

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>R.I.</i>	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

Jei apskaičiuotas suderinamumo koeficientas $C.R. < 0,1$, matrica yra suderinama.

Parenkant tinkamiausią krantinės alternatyvą Šventosios uosto rekonstrukcijai, yra pasirenkami tokie vertinimo rodikliai:

1. Gamyba – gamybos sudėtingumas, priklausomai nuo krantinės konstrukcijos ir jos dydžio.
2. Montavimas – dėl skirtingų konstrukcijų, gabaritų bei skirtingo montavimo pobūdžio skiriasi montavimo sudėtingumas (pagrindiniai veiksniai – laikas ir kaina).
3. Savasis svoris – nuo jo priklauso konstrukcijos montavimas ir gamyba.
4. Projektavimas – reikalingi žinomi duomenys ir mokslinė veikla.
5. Stabilumas – konstrukcijos atsparumas veikiančioms jėgoms.
6. Patvarumas – konstrukcijos atsparumas, priklausantis nuo aplinkos veiksnių.
7. Kaštai – mažiausia ir didžiausia projekto įgyvendinimo suma.
8. Priklausomybė nuo grunto sąlygų – konstrukcijos pritaikomumas prie esamo grunto montavimo vietoje.
9. Aplinkos veiksniai – savybės priklausančios nuo geografinės padėties.
10. Išlaikymas/priežiūra – kaštai remonto darbams ir pan.

Šie rodikliai buvo pateikti vertinti T. Saaty porinio palyginimo skale ekspertų grupei. Ekspertų grupę sudarė 15 asmenų turinčių ne žemesnį, kaip aukštąjį universitetinį statybos inžinerijos išsilavinimą. Kiekvienas vertintojas lygino tarpusavyje visus pateiktus rodiklius ir porinio lyginimo metodu nustatė, kuris iš dviejų lyginamų rodiklių yra svarbesnis. Čia pateikiamas pirmojo eksperto porinis palyginimas. Apskaičiavus vieno eksperto pateiktus porinio palyginimo rezultatus ir gavus rodiklių reikšmingumus, tikrinama, ar eksperto nuomonė yra suderinama. Nustatomas suderinamumo laipsnis naudojant (14-19) formules:

$$X_q = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 9 & 5 & 1/3 & 1 & 9 & 5 & 6 & 6 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1/3 & 1 & 5 & 1 & 5 & 3 \\ 1/9 & 1 & 1 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 1 & 5 & 4 \\ 1/5 & 1 & 3 & 1 & 1/5 & 1 & 1 & 1 & 7 & 7 \\ 3 & 3 & 5 & 5 & 1 & 1 & 5 & 6 & 9 & 9 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 3 & 5 \\ 1/9 & 1/5 & 1 & 1 & 1/5 & 1/2 & 1 & 2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1 & 1 & 1/6 & 1 & 1/2 & 1 & 1 & 3 \\ 1/6 & 1/5 & 1/5 & 1/7 & 1/9 & 1/3 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1/6 & 1/3 & 1/4 & 1/7 & 1/9 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,217 \\ 0,103 \\ 0,070 \\ 0,083 \\ 0,246 \\ 0,110 \\ 0,064 \\ 0,058 \\ 0,027 \\ 0,022 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,718 \\ 1,250 \\ 0,730 \\ 0,934 \\ 2,913 \\ 1,206 \\ 0,749 \\ 0,614 \\ 0,318 \\ 0,239 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{10} \left(\frac{2,718}{0,217} + \frac{1,250}{0,103} + \dots + \frac{0,318}{0,022} \right) = 11,314$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{11,314 - 10,0}{9,0} = 0,146$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{0,146}{1,490} = 0,098$$

Rastas suderinimo koeficientas, $C.R. < 0,1$, tai rodo, kad matrica yra suderinta. Taip pat tikrinamas ir kitų ekspertų nuomonių suderinamumas. Ekspertų vertinimo lentelės yra pateikiamos prieduose. Kai palyginami visų ekspertų porinio palyginimo suderinamumai, nustatomas bendras ekspertų rodiklių reikšmingumas. Rodiklių reikšmingumas pateiktas 7 lentelėje.

7 lentelė. Rodiklių reikšmingumas

Rodiklio pavadinimas	Reikšmingumas
Stabilumas	0,192
Montavimas	0,150
Patvarumas	0,142
Gamyba	0,133
Kaštai	0,102
Grunto sąlygos	0,092
Projektavimas	0,071
Savasis konstrukcijos svoris	0,062
Aplinkos sąlygos	0,029
Išlaikymas	0,023
	$\sum_{i=1}^n x_i = 1$

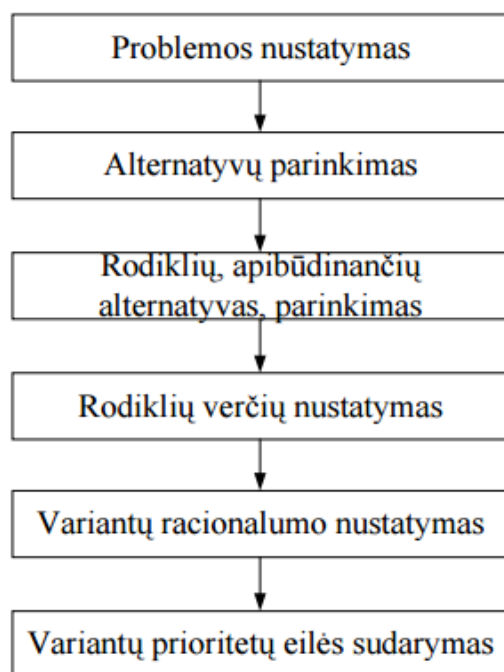
Rodikliai 7-oje lentelėje yra išdėstyti svarbos mažėjimo tvarka, t. y.: stabilumo rodiklis yra pats svarbiausias skaičiuojamos konstrukcijos atžvilgiu, o išlaikymo sąlygos daro mažiausią įtaką. Bendra rodiklių suma turi būti lygi vienetui, tai rodo, kad rodikliai apskaičiuoti teisingai. Nagrinėjant gravitacines krantines labiausiai reikia atsižvelgti į pirmus 8-is rodiklius. Aplinkos sąlygos ir išlaikymas yra mažiausiai svarbūs rodikliai gravitacinėms krantinėms, nes jų reikšmingumas yra pats mažiausias.

3.4. Krantinės tipo parinkimas Fuzzy Moora metodu

Mokslinėje literatūroje teigiama, kad nėra universalus metodo, tinkamo visiems uždaviniams spręsti. Metodo parinkimas priklauso nuo daugelio veiksnių: uždavinio tikslo, jo ypatumų, aplinkos sąlygų, duomenų tikslumo bei patikimumo ir t. t. Būtinai yra metodo ir

sprendžiamo uždavinio abipusis atitikimas – metodo gebėjimas apdoroti reikiamą analizuojamų alternatyvų ir jas aprašančių rodiklių kiekį, galimybė įvertinti rodiklių ar variantų santykinį reikšmingumą. Moksliniu požiūriu svarbiausias yra skaičiavimo algoritmo bei rezultatų patikimumas.

Tinkamiausios gravitacinės krantinės konstrukcijos tipo parinkimui pasirenkamas Fuzzy Moora metodas. Šio metodo sprendimo algoritmas pagal D. Kalibatą (2008) yra parodomas 20 paveikslėlyje.



22 pav. Fuzzy Moora metodo sprendimo algoritmas

Kaip matoma pateiktame algoritme, pirmi keturi punktai yra atlikti ir aprašyti 3.2 ir 3.3 skyriuose.

Atliekant tolimesnius skaičiavimus yra vertinamos penkių krantinių alternatyvos (blokinė, betoninio masyvo, kesoninė, kampinio tipo su inkaru ir kontraforsinė). Krantinės yra vertinamos pagal dešimt anksčiau aptartų rodiklių, pagal jų įgyvendinimą kiekvienai alternatyvai. Vienas vertinimas – tikslus skaičius dešimtbalėje skalėje pagal reikšmes:

- 1 – neįmanoma;
- 2 – labai sudėtinga;
- 3 – sudėtinga;
- 4 – mažai sudėtinga;
- 5 – labiau nei vidutiniškai;
- 6 – vidutiniškai;
- 7 – lengvai;
- 8 – labai lengvai;

9 – paprasta;

10 – labai paprasta.

Atsižvelgiant į nagrinėtą literatūrą ir ekspertų grupės, kurią sudarė 15 asmenų turinčių ne žemesnį, kaip aukštąjį universitetinį statybos inžinerijos išsilavinimą, nuomonę yra sudaromas alternatyvų ir rodiklių vertinimas, kuris yra pateiktas 8-oje lentelėje.

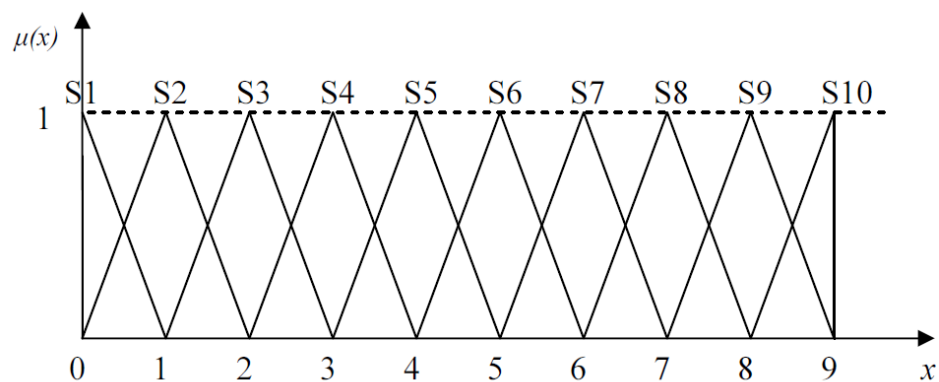
8 lentelė. Alternatyvų ir rodiklių vertinimas

	1.Blokinė krantinė	2.Betoninio masyvo krantinė	3.Kesoninė krantinė	4.Kampinio tipo su inkaru krantinė	5. Kontraforsinė krantinė
1.Gamyba	8	4	3	3	4
2.Montavimas	8	3	3	3	5
3.Savasis svoris	6	8	3	6	6
4.Projektavimas	7	7	4	2	7
5.Stabilumas	7	8	5	8	8
6.Patvarumas	5	7	6	5	5
7.Kaštai	8	5	5	8	8
8.Priklausomybė nuo grunto sąlygų	6	6	5	7	7
9.Aplinkos veiksniai	6	7	6	6	6
10.Išlaikymas/priežiūra	6	7	6	3	6

Remiantis V. Bagočiumi (2014, 55 p.) iš gautų duomenų sudaroma Fuzzy Moora matrica naudojant trikampio funkciją (23 pav.) ir lingvistinių kintamųjų 9 lentelę:

$$X = \begin{bmatrix} [x_{11}^a, x_{11}^b, x_{11}^c] & [x_{12}^a, x_{12}^b, x_{12}^c] & \dots & [x_{1n}^a, x_{1n}^b, x_{1n}^c] \\ [x_{21}^a, x_{21}^b, x_{21}^c] & [x_{22}^a, x_{22}^b, x_{22}^c] & \dots & [x_{2n}^a, x_{2n}^b, x_{2n}^c] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [x_{m1}^a, x_{m1}^b, x_{m1}^c] & [x_{m2}^a, x_{m2}^b, x_{m2}^c] & \dots & [x_{mn}^a, x_{mn}^b, x_{mn}^c] \end{bmatrix}, \quad (20)$$

čia $x_{ij}^a, x_{ij}^b, x_{ij}^c$ sprendimo alternatyvos j rodiklio i reikšmė, mažiausia, vidurinė ir didžiausia trikampio funkcijos vertė, m alternatyvų skaičius, n rodiklių skaičius.



23 pav. Trikampio funkcija

9 lentelė. Lingvistinių kintamųjų lentelė

Lygis	Lingvistiniai kintamieji	Reikšmės		
		a	b	c
1.	Neįmanoma	0	0	1
2.	Labai sudėtinga	0	1	2
3.	Sudėtinga	1	2	3
4.	Mažiau sudėtinga	2	3	4
5.	Labiau nei vidutiniškai	3	4	5
6.	Vidutiniškai	4	5	6
7.	Lengvai	5	6	7
8.	Labai lengvai	6	7	8
9.	Paprasta	7	8	9
10.	Labai paprasta	8	9	9

Toliau matricos duomenys yra normalizuojami naudojant formules:

$$r_{ij}^a = \frac{x_{ij}^a}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}}, \quad (21)$$

$$r_{ij}^b = \frac{x_{ij}^b}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}}, \quad (22)$$

$$r_{ij}^c = \frac{x_{ij}^c}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}}. \quad (23)$$

Normalizuota matrica yra dauginama iš nustatytų rodiklių reikšmingumų:

$$v_{ij}^a = q_i \cdot r_{ij}^a, v_{ij}^b = q_i \cdot r_{ij}^b, v_{ij}^c = q_i \cdot r_{ij}^c. \quad (24)$$

Tie rodikliai, kurie yra maksimizuojami – sudedami, o tie, kurie yra minimizuojami – atimami:

$$\begin{aligned} S_i^{+a} &= \sum_{j=1}^n v_{ij}^a, j \in J^{\max}; S_i^{+b} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^b, j \in J^{\max}; S_i^{+c} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^c, j \in J^{\max}. \\ S_i^{-a} &= \sum_{j=1}^n v_{ij}^a, j \in J^{\min}; S_i^{-b} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^b, j \in J^{\min}; S_i^{-c} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^c, j \in J^{\min}. \end{aligned} \quad (25)$$

Galiausiai nustatoma geriausia alternatyva. Ji randamas pagal kokybės indeksą:

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot [(S_i^{+a} - S_i^{-a})^2 + (S_i^{+b} - S_i^{-b})^2 + (S_i^{+c} - S_i^{-c})^2]}, \quad (26)$$

Kokybės indeksas nustatomas kiekvienai alternatyvai. Alternatyva, kurios kokybės indeksas yra didžiausias yra tinkamiausia.

Pagal turimą alternatyvų ir rodiklių vertinimo lentelę, naudojantis 23 pav. grafiku ir 9 lentelės duomenimis sudarome skaičiavimo matricą (10 lentelė).

10 lentelė. Skaičiavimų matrica

Rodikliai	Alternatyvos					q_i	Optimizavimo kryptis
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅		
x_1	6, 7, 8	2, 3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3	2, 3, 4	0,133	min
x_2	6, 7, 8	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	3, 4, 5	0,150	min
x_3	4, 5, 6	6, 7, 8	1, 2, 3	4, 5, 6	4, 5, 6	0,062	min
x_4	5, 6, 7	5, 6, 7	2, 3, 4	0, 1, 2	5, 6, 7	0,071	min
x_5	5, 6, 7	6, 7, 8	3, 4, 5	6, 7, 8	6, 7, 8	0,192	max
x_6	3, 4, 5	5, 6, 7	4, 5, 6	3, 4, 5	3, 4, 5	0,146	max
x_7	6, 7, 8	3, 4, 5	3, 4, 5	6, 7, 8	6, 7, 8	0,102	min
x_8	4, 5, 6	4, 5, 6	3, 4, 5	5, 6, 7	5, 6, 7	0,092	min
x_9	4, 5, 6	5, 6, 7	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	0,029	min
x_{10}	4, 5, 6	5, 6, 7	4, 5, 6	1, 2, 3	4, 5, 6	0,023	min

Naudojantis (20-26) formulėmis, reikšmės yra normalizuojamos. Pagal optimizavimo kryptį reikšmės gali būti arba minimizuojamos arba maksimizuojamos. Kaip teigia V. Bagočius (2014, 96 p.) maksimizuojamame intervale didesnė reikšmė yra optimistinė, o mažesnė – pesimistinė. Minimizuojamame intervale mažesnė reikšmė yra optimistinė, o didesnė reikšmė yra pesimistinė.

Naudojantis (25) formule nustatomas kiekvienos alternatyvos kokybės indeksas. Gauti duomenys pateikiami 11 lentelėje.

11 lentelė. Gauti duomenys

Alternatyva	S ⁺			S ⁻			S	Tinkamumo eilė
	a	b	c	a	b	c		
A ₁	0,063	0,094	0,094	0,196	0,232	0,269	0,0239	1
A ₂	0,087	0,118	0,118	0,109	0,145	0,182	0,0021	4
A ₃	0,055	0,071	0,087	0,066	0,248	0,139	0,0114	2
A ₄	0,071	0,086	0,102	0,086	0,123	0,150	0,0016	5
A ₅	0,070	0,086	0,101	0,137	0,173	0,210	0,0078	3

Pagal pateiktus duomenis alternatyvas yra išdėstytos nuo tinkamiausios iki mažiausiai tinkamos:

1. Blokinė krantinė;
2. Kesoninė krantinė;
3. Kontraforsinė krantinė;
4. Betoninio masyvo krantinė;
5. Kampinio tipo su inkaru krantinė.

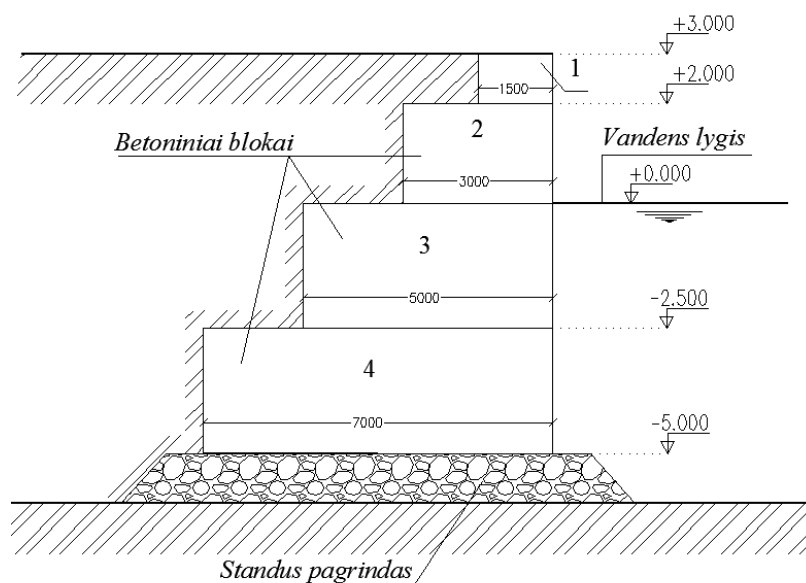
Pagal atliktus skaičiavimus matome, kad Šventosios uosto rekonstrukcijai tinkamiausias gravitacinės krantinės tipas yra blokinis. Taip pat tinkamos konstrukcijos yra kesoninės ir kontraforsinės, nes jų kokybės indeksas (S) yra artimas pakankamai artimas blokinės krantinės indeksui – 0,0239. Betoninio masyvo ir kampinio tipo su inkaru krantinės yra netinkamos Šventosios uosto rekonstrukcijai, jų kokybės indeksas yra itin mažas ($\leq 0,0021$). Blokinių krantinių gaminimas, montavimas, projektavimas yra paprastesni už kampinio tipo krantinės, kas sąlygoja ir žemesnę konstrukcijos kainą. Tai patvirtina skaičiavimo rezultatai. Šventosios uosto rekonstrukcijai racionaliausias sprendimas būtų naudoti blokinio tipo krantines.

IV. BLOKINĖS KRANTINĖS MODELIO PARINKIMAS

4.1. Blokinių gravitacinių krantinių tipai

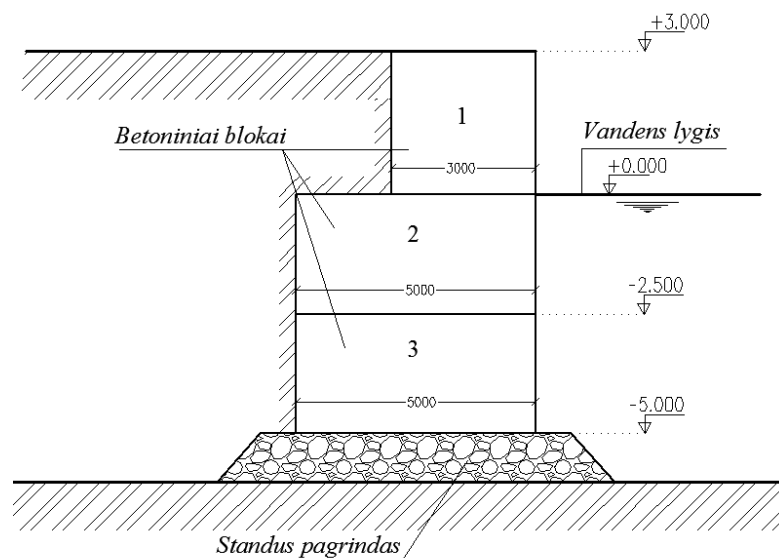
Pagal trečio skyriaus atliktus skaičiavimus parinkta betoninių blokų gravitacinės krantinės konstrukcija. Blokinės krantinės yra labai įvairios: skiriasi blokų matmenys, blokų išdėstymas, naudojamas skirtingas padas po krantine. Nuo blokų matmenų įvairovės priklauso jų gamybos ir montavimo sudėtingumas. Norint užtikrinti krantinės stabilumą, blokai turi būti pakankamai dideli. Betoninių blokų dydį lemia vidutinė išliejimo įranga ir laikymo vieta. Jų svoris gali svyruoti nuo 150 iki 2000 kN.

Siekiant parinkti optimaliausią gravitacinės krantinės tipą yra pasirenkamos penkios blokų konstrukcijos, t. y. penkios blokinių krantinių alternatyvos. Skiriasi blokų matmenys ir jų išdėstymas konstrukcijoje. Pirmoji krantinės konstrukcija sudaryta iš keturių skirtingų matmenų blokų. Jie išdėstyti „laiptine“ schema. Ši konstrukcija parodyta 24 paveiksle. Pagaminti vienam metrui tokios krantinės reikėtų 37,4 m³ betono.



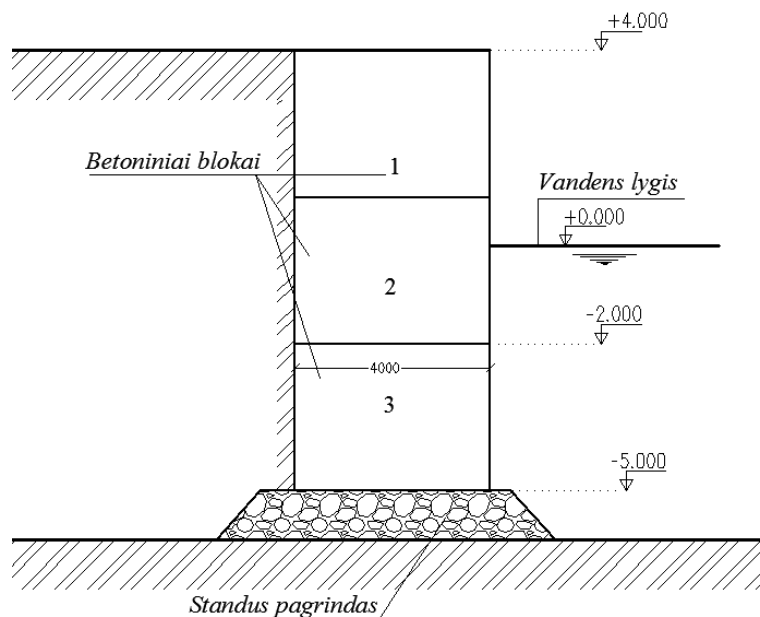
24 pav. Alternatyva – 1

Antroji krantinės konstrukcija sudaryta iš trijų blokų. Du blokai povandeninėje dalyje yra vienodų matmenų, o trečiasis (virš vandens) yra mažesnis. Ši konstrukcija parodyta 25 paveiksle. Pagaminti vienam metrui tokios krantinės reikėtų 33,9 m³ betono.



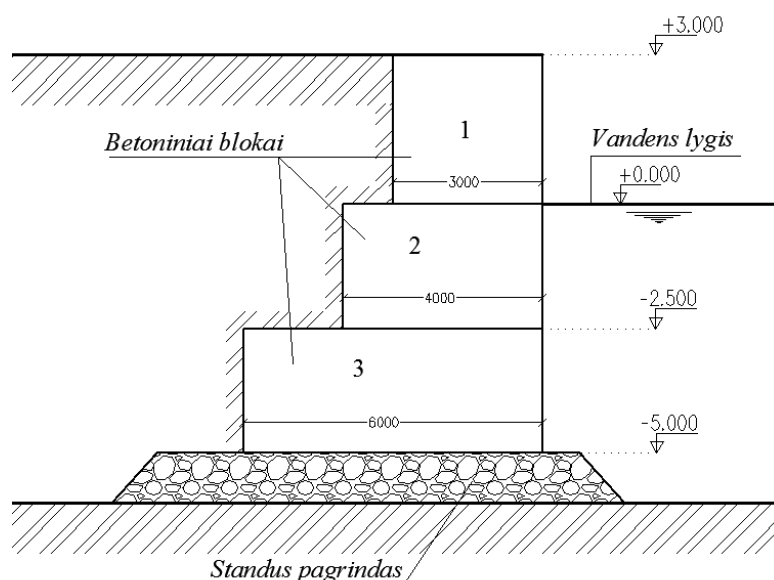
25 pav. Alternatyva – 2

Trečioji krantinės konstrukcija sudaryta iš trijų vienodų matmenų blokų. Šie blokai sudėti „sienos“ konstrukcijos principu. Ši konstrukcija parodyta 26 paveiksle. Pagaminti vienam metrui tokios krantinės reikėtų $36,0 \text{ m}^3$ betono.



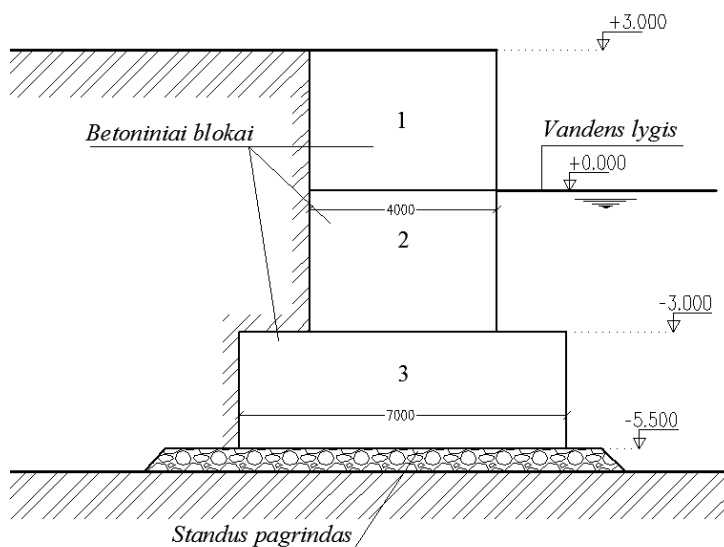
26 pav. Alternatyva – 3

Ketvirtoji krantinės konstrukcija sudaryta iš trijų blokų. Ši konstrukcija panaši į antrąją, tačiau čia povandeninėje dalyje naudojama „laiptinė“ blokų sudėjimo schema. Ši konstrukcija parodyta 27 paveiksle. Pagaminti vienam metrui tokios krantinės reikėtų $33,9 \text{ m}^3$ betono.



27 pav. Alternatyva – 4

Penktoji krantinės konstrukcija sudaryta iš trijų blokų. Ši konstrukcija skiriasi nuo visų kitų tuo, kad povandeninėje dalyje naudojamas vienas prailgintas blokas, o ant jo centriškai dedami vienodų matmenų blokai. Ši konstrukcija parodyta 28 paveiksle. Pagaminti vienam metrui tokios krantinės reikėtų 41,5 m³ betono.



29 pav. Alternatyva – 5

Visų penkių krantinių blokų gamybai naudojamas C35/45, XS2 (E=34 GPa) (STR 2.05.05:2005) betonas. Blokai yra gaminami gamykloje ir į montavimo vietą atvežami. Blokai yra dedami vienas ant kito, niekaip kitaip nėra jungiami. Bendros visų penkių krantinių charakteristikos yra pateiktos 12 lentelėje.

12 lentelė. Bendros penkių krantinių charakteristikos

Krantinės alternatyvos Nr.	Betono kiekis 1 m krantinės (m ³)	Konstrukcijos svoris (kN)	Naudojamų blokų skaičius (vnt)	Didžiausias horizontalus matmuo (m)	Didžiausias vertikalus matmuo (m)
1.	37,4	897,6	4,0	7,0	2,5
2.	33,9	813,6	3,0	5,0	2,5
3.	36,0	864,0	3,0	4,0	3,0
4.	33,9	813,6	3,0	6,0	2,5
5.	41,5	996,0	3,0	7,0	3,0

Sudėtingiausia konstrukcija ir didžiausias svoris yra penktos ir pirmos alternatyvų. Pagal svorį joms reikia patikimiausių pagrindų. Paprasčiausia gamyba ir montavimu pasižymi trečia alternatyva. O antra ir ketvirta alternatyvos pagal blokų gamybą ir montavimą yra tarpiniai variantai tarp anksčiau aptartų, tačiau šių konstrukcijų svoris yra mažiausias.

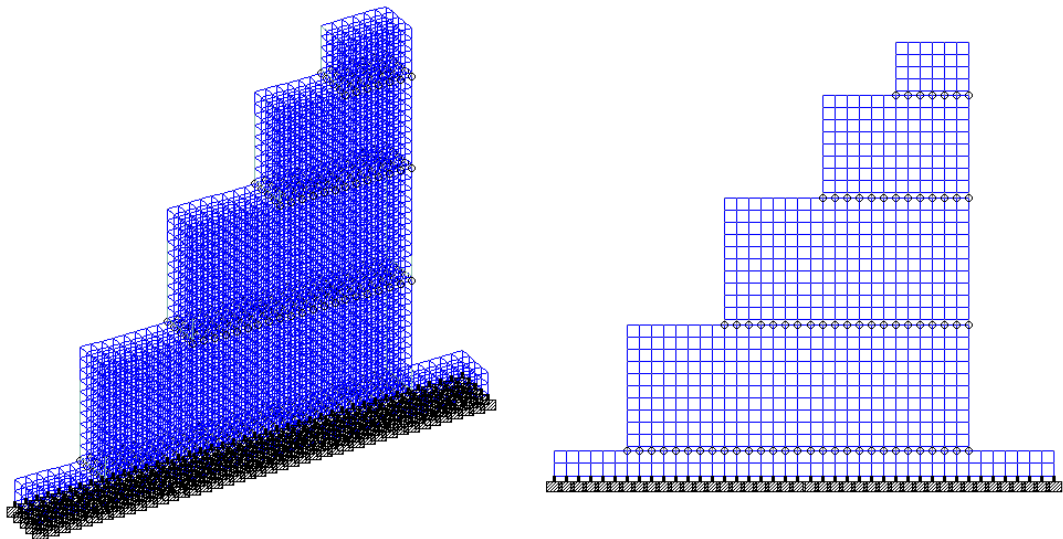
4.2. Kompiuterinis krantinės skaičiavimo modelis

Kompiuterinio modeliavimo metodai plačiai naudojami įvairiuose moksliniuose tyrimuose. Šiuo atveju tiriamas ne pats objektas, bet jo modelis.

Kompiuterinio modeliavimo tikslas – sudaryti skaitinį modelį, artimą realiai konstrukcijai tam, kad modeliuojant būtų galima keisti blokinio modelio geometrinius parametrus, blokus veikiančią trinties jėgą ir pagrindo po konstrukcija storį.

Skaičiavimo modelyje yra įvertintos apkrovos nuo grunto, įskaitant ir savąją konstrukcijos svorį, bei krantinės naudojimo apkrova. Apkrovų skaičiavimas pateiktas antrame skyriuje.

Blokinės krantinės konstrukcijų skaičiuojamasis modelis sukurtas kompiuterine programa Staad.Pro. Pagrindiniai baigtiniai elementai suformuoti iš tūrinių „solid“ tipo elementų, kurių matmenys 0,25x0,25x0,25m. Baigtiniams elementams yra priskiriamos betono savybės. Pagrindinės jų charakteristikos yra – bloko savasis svoris ir betono tamprumo modulis (E). Blokai tarpusavyje jungiami „spyruoklinių“ elementų pagalba, įvertinant trinties jėgą tarp blokų. Taip skaičiavimo programinėje įrangoje blokų sudėjimas vienas ant kito nėra skaitomas, kaip standi jungtis. Blokai yra montuojami ant standaus pagrindo. Šis pagrindas yra modeliuojamas iš tokių pačių matmenų baigtinių elementų. 20 pav. pateiktas pirminis skaičiavimo modelis programoje Staad.Pro.



29 pav. Blokinės krantinės pirminio skaičiavimo modelio schema

Analogiškai sudaromi ir kitų krantinės alternatyvų skaičiavimo modeliai. Programos Staad.Pro pagrindiniai skaičiavimo visų penkių modelių algoritmai pateikti prieduose.

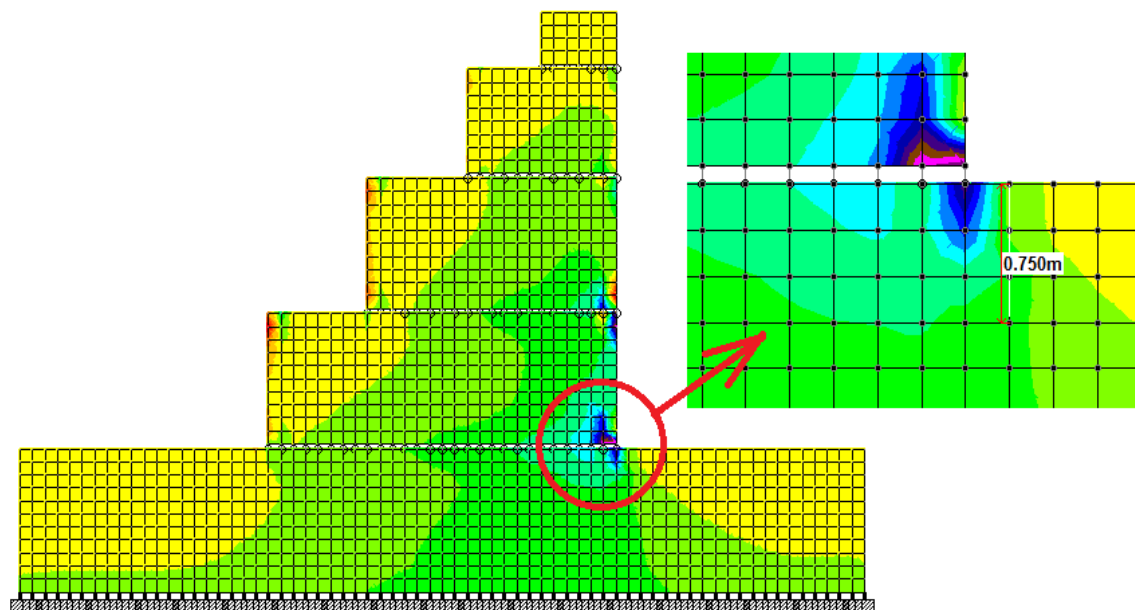
4.3. Standus pagrindas po krantinės konstrukcija

Dėl didelio blokų svorio šio tipo krantinės gali būti naudojamos tik ant tvirto pagrindo tam, kad būtų išvengta nusėdimų (Tsinker, 1997, 397 p.). Šios krantinės neigiama savybė tokia, kad jos gali sukelti didelius įtempius dugno išoriniuose pakraščiuose palei sieną. Nusėdimų išvengimui, įtempių pašalinimui (sumažinimui) yra daromi specialūs skaldos pagrindai po visa krantinės konstrukcija (Shafieefarand, 2010, 234 p.). Dažniausiai naudojamas standartinis 1 m storio sluoksnis – padas. Jei reikalingas storesnis padas, tokia krantinė tampa ne ekonomiška ir reikėtų rinktis kitą krantinės tipą.

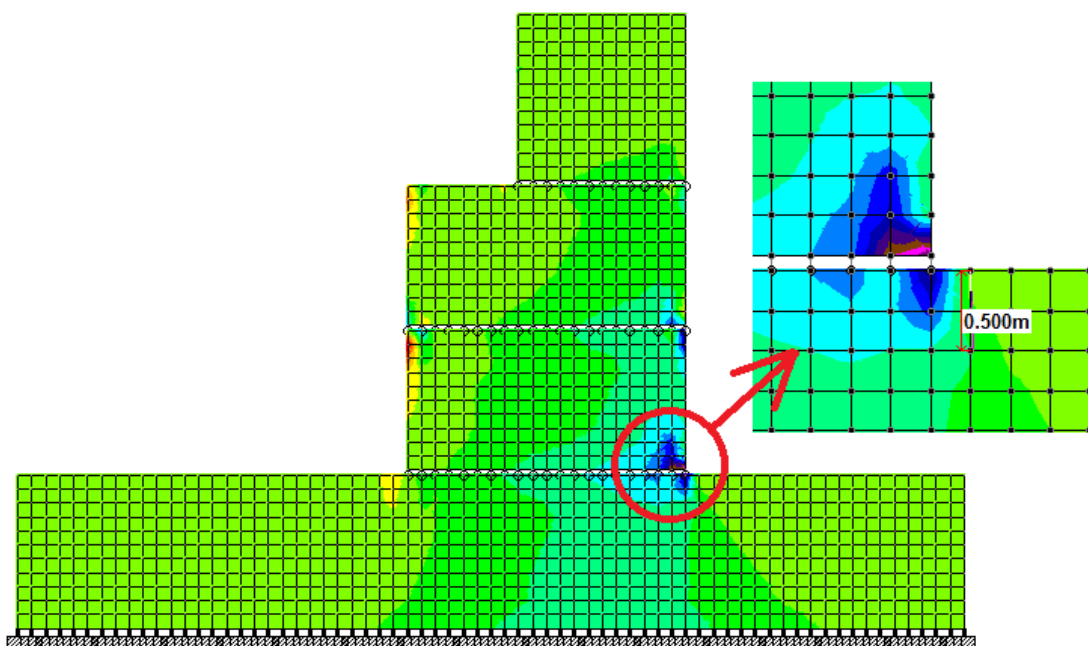
Programoje Staad.Pro tikriname, koks padas reikalingas konkrečiai krantinės alternatyvai. Sudaromas skaičiavimo modelis su 2 m storiu pado ir tikrinama, kokiame pado gylyje išnyks koncentruoti įtempimai. Visų penkių alternatyvų skaičiavimo rezultatai yra pateikiami 13 lentelėje. Skaičiavimo modeliai parodomi 30-35pav.

13 lentelė. Reikalingas pado storis

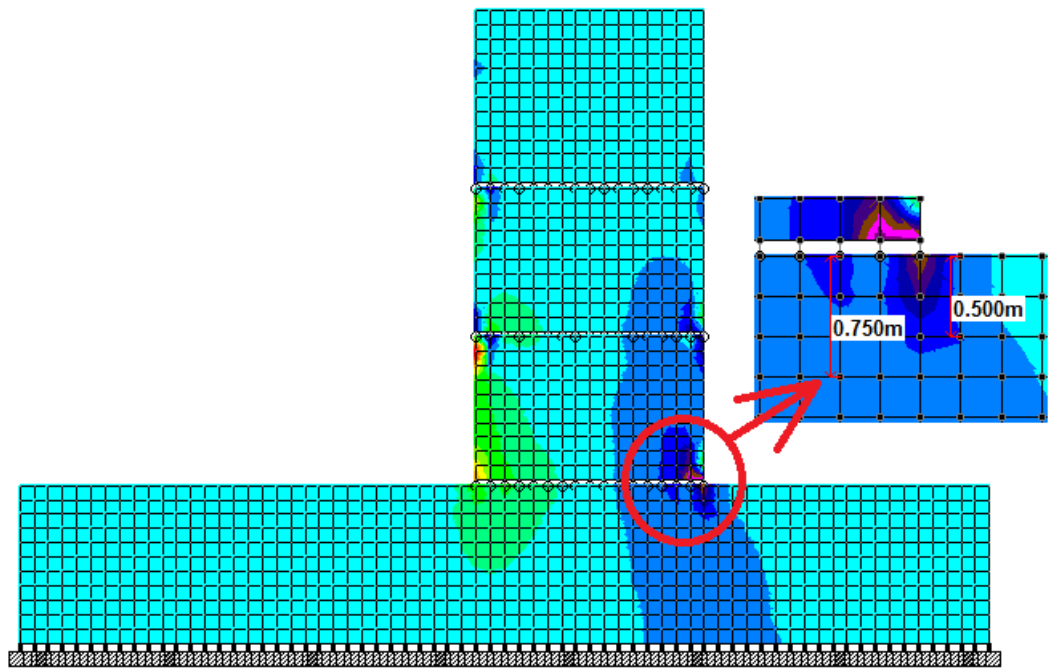
Krantinės alternatyvos Nr.	Reikalingas pado storis (m)
1.	0,75
2.	0,50
3.	0,60
4.	0,65
5.	0,70



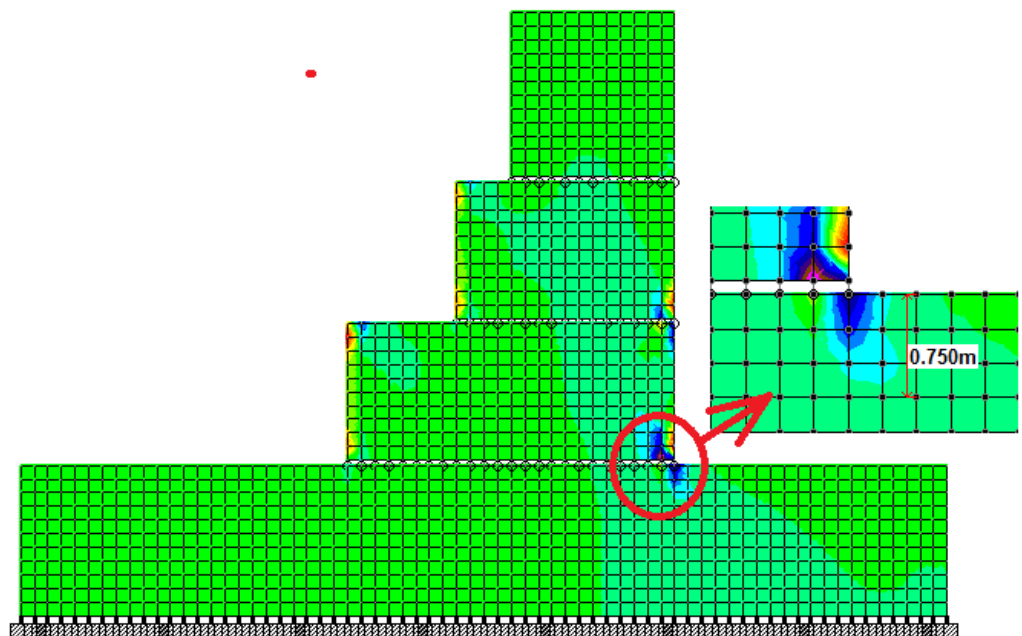
30 pav. Įtempių pade pasiskirstymas pirmojoje krantinėje



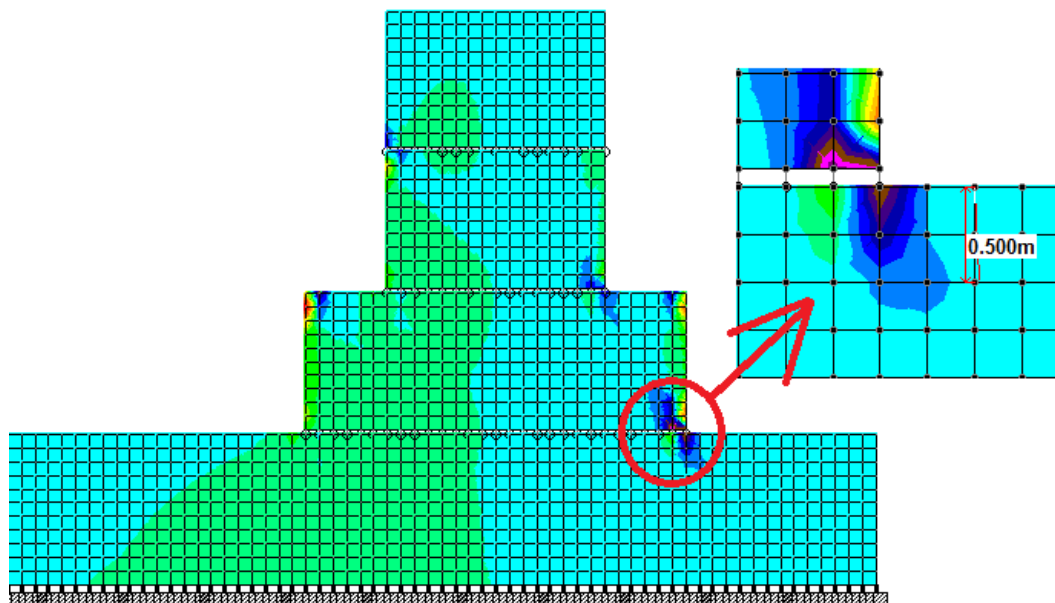
31 pav. Įtempių pade pasiskirstymas antrojoje krantinėje



32 pav. Įtempių pade pasiskirstymas trečiojoje krantinėje



33 pav. Įtempių pade pasiskirstymas ketvirtojoje krantinėje



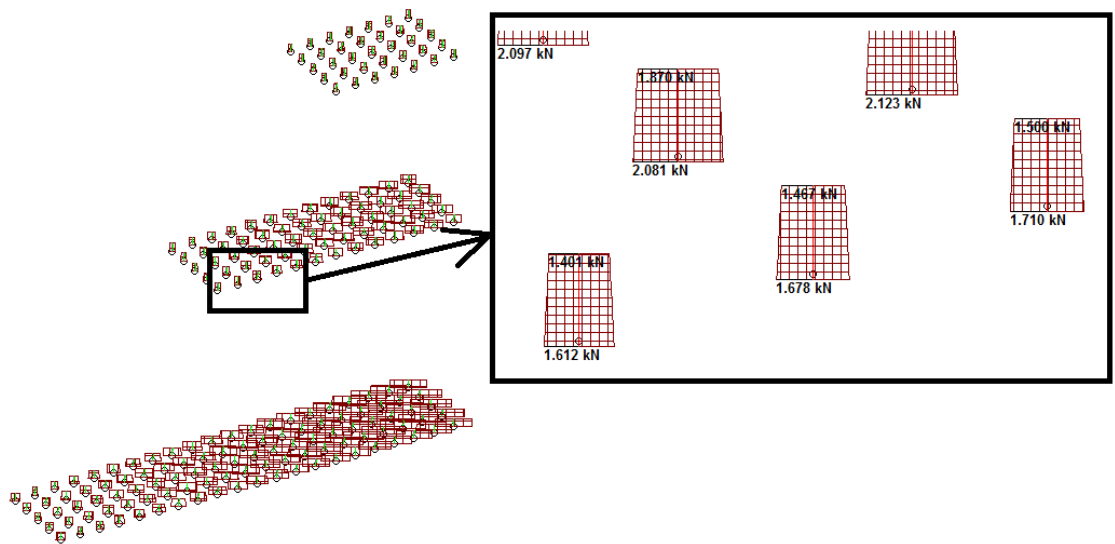
34 pav. Įtempių pade pasiskirstymas penktojoje krantinėje

Pagal pateiktus duomenis galime teigti, kad gravitacinio tipo blokinėms krantinėms reikalingas didžiausias 75 cm (pirma alternatyva) storio padas. Pado storis pasirenkamas ties ta vieta, kuria išnyksta įtempimų koncentracija. Giliau krantinės svorio įtaka nebėra perduodama pagrindui. Visų penkių modelių krantinių atraminiai padai neviršija 1 m storio. Atitinkamo storio padai tinkamai išskirsto krantinės svorį, kas padeda išvengti blokų sėdimo ir konstrukcijos deformavimosi.

4.4. Optimalus blokų aukštis

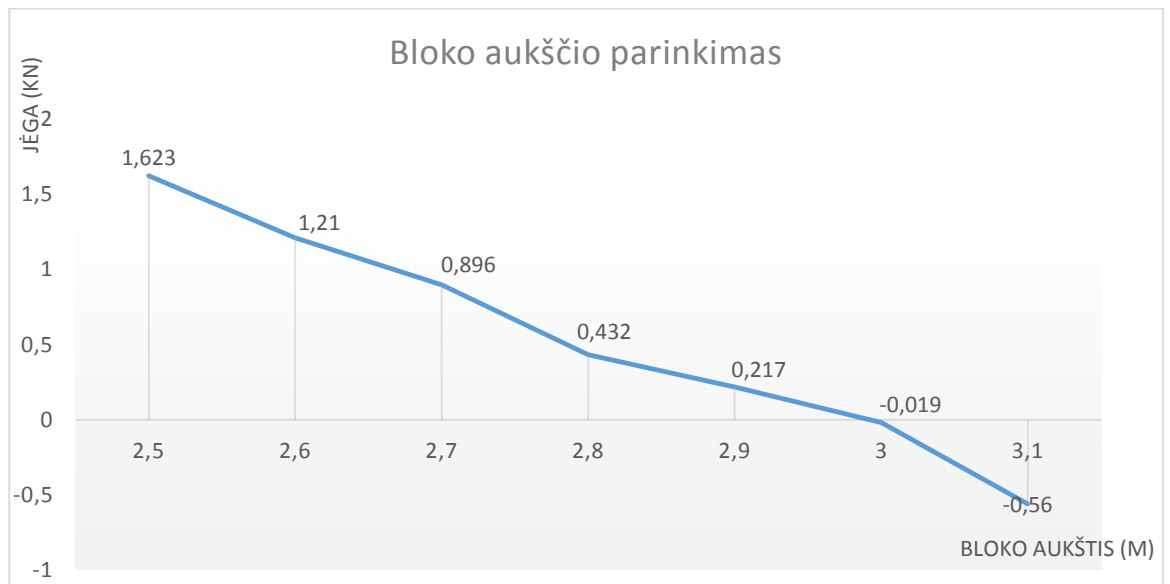
Blokinių konstrukcijų stabilumui įtakos turi blokų aukščio ir ilgio santykis, t. y. atitinkama konstrukcijos svorio centro vieta, kad apatinis blokas nebūtų atsvertas (Tsinker, 2004, 200 p.). Naudojantis programa Staad.Pro sudaromi visų penkių krantinių kompiuteriniai modeliai ir tikrinamas konkrečiai kiekvienos krantinės blokų aukštis. Tikrinami blokų jungiantys elementai, ar visi jie yra gniuždomi, neatsiranda tempimas. Atradus bent vieną nepageidaujamą tiriamą požymį, blokų matmenys yra koreguojami.

Pateikiamos blokų atraminių taškų schemas (baigtiniai elementai 0,25x0,25 m). Mėlyna spalva rodo elemento tempimą, tai nepageidautina ir rodo, kad elementas yra atsveriamas, o ruda spalva rodo, kad elementas yra gniuždomas. Visi elementai turi būti gniuždomi. 35 pav. pateiktos pirmosios alternatyvos atrėmimo taškų tikrinimo schemas.



35 pav. Pirmosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas

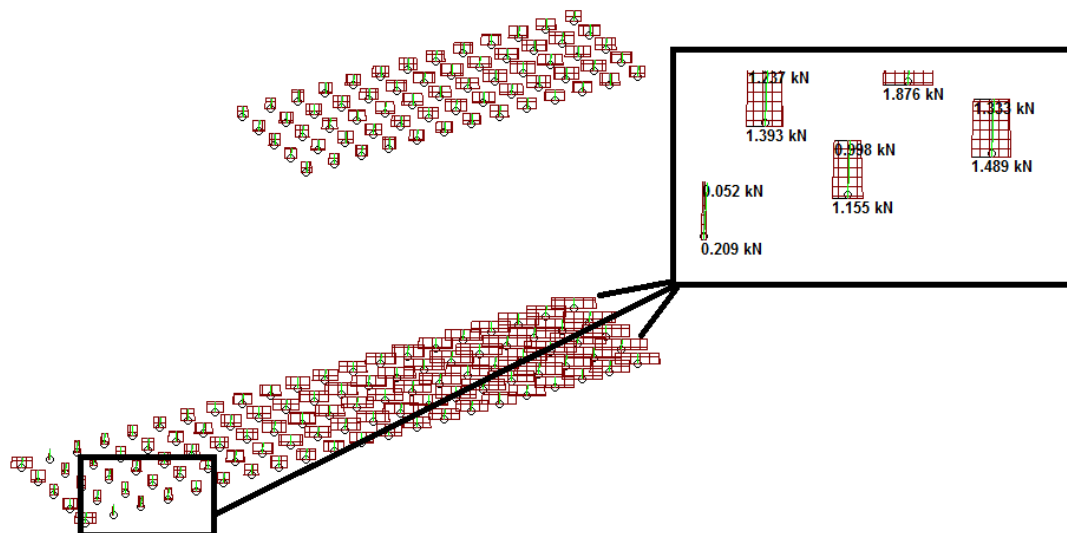
Pagal pateiktą schemą, matome, kad visi elementai yra gniuždomi. O atraminių taškų atraminės reakcijos vienodo ženklo, vadinasi blokų matmenų schema pasirinkta tinkama. Dabar didžiausias bloko aukštis yra 2,5 metro. Padidiname bloko aukštį, kad sužinotume, koks galimas didžiausias bloko vertikalus matmuo. Ties kokių aukščių atsirastų atrėmimo elementų tempimas (neigiamas ženklas), toks aukštis jau yra nebetinkamas. 36 pav. pateikiama pirmos krantinės alternatyvos blokų aukščio galimo didžiausio matmens parinkimas.



36 pav. Pirmosios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas

Pagal 36 pav. matome, kad atrėmimo elementų tempimas prasideda ties 3 m bloko aukščiu. Vadinasi, šios konstrukcijos bloko aukštis negali viršyti 3 metrų.

37 pav. pateiktos antrosios alternatyvos atrėmimo taškų tikrinimo schemas.



37 pav. Antrosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas

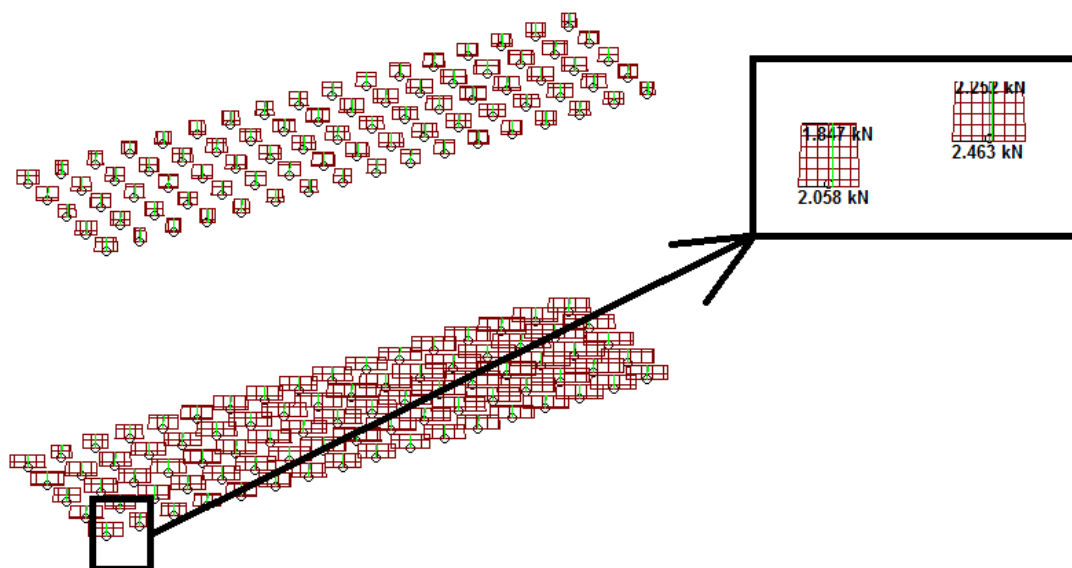
Pagal pateiktą schemą, matome, kad visi elementai yra gniuždomi, tačiau bloko, kurio matmenys 2,5(h)x5,0, atraminis elementas yra arti nulinės reikšmės – 0,052 kN. Bloką matmenų schema pasirinkta tinkama, bet jau ribinė. Dabar didžiausias bloko aukštis yra 2,5 metro. Padidiname/pamažiname bloko aukštį, kad sužinotumėme, kaip šioje blokų išdėstymo konstrukcijoje kinta bloko aukščio įtaka bloko atsverimui. 38 pav. pateikiama antrosios krantinės alternatyvos blokų aukščio galimo didžiausio matmens parinkimas.



38 pav. Antrosios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas

Pagal 38 pav. matome, kad atrėmimo elementų tempimas prasideda ties 2,5 m bloko aukščiu. Vadinas, šios konstrukcijos povandeninės dalies bloko aukštis negali viršyti 2,5 metrų. Tačiau atlikus detalesnį blokų aukščių keitimą, pastebėta, kad jei nekeičiamas virš vandeninės dalies bloko aukštis, povandeninės dalies blokai negali būti žemesni, kaip 2 m. Šiuo atveju konstrukcijos svorio centras pasislenka per daug ir konstrukcija tampa nestabili. Jeigu mažinami blokų aukščiai, analogiškai mažėja ir krantinės gylis. Šiuo atveju konstrukcijos matmenys yra pasirinkti optimaliausi.

39 pav. pateiktos trečiosios alternatyvos atrėmimo taškų tikrinimo schemos.



39 pav. Trečiosios krantinės atrėmimo taškų tikrinimas

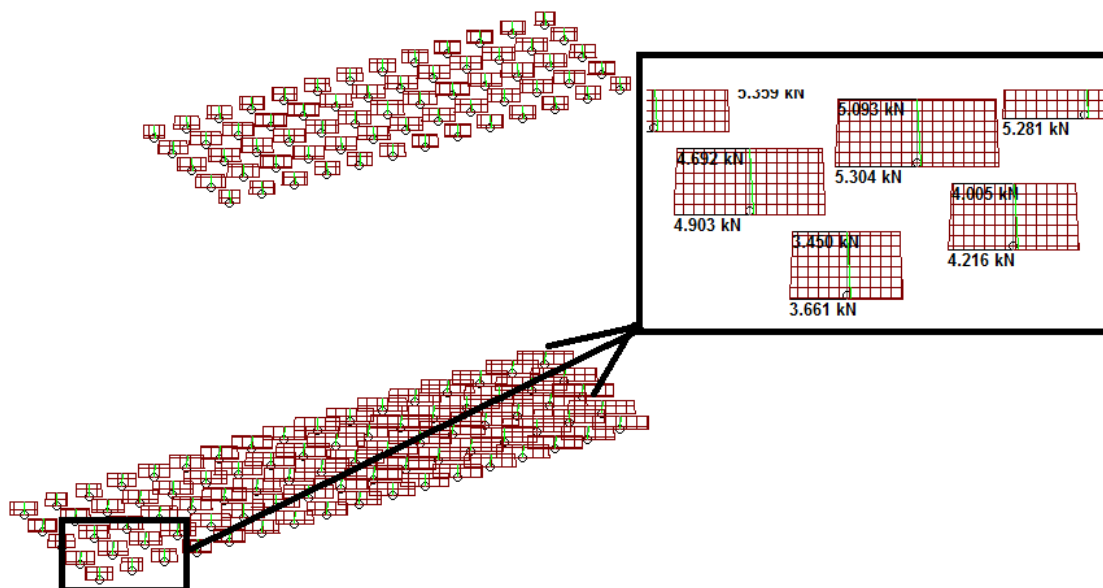
Pagal pateiktą schemą, matome, kad elementai yra gniuždomi, vadinasi blokų matmenų schema pasirinkta tinkama. Dabar didžiausias bloko aukštis yra 3,0 metrai. Toliau didiname bloko aukštį ir ieškome tokio aukščio, kad atsirastų tempiami elementai. Toks bloko aukštis bus galimas didžiausias 40 pav. pateikta trečios krantinės alternatyvos blokų aukščio galimo didžiausio matmens parinkimas.



40 pav. Trečios krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas

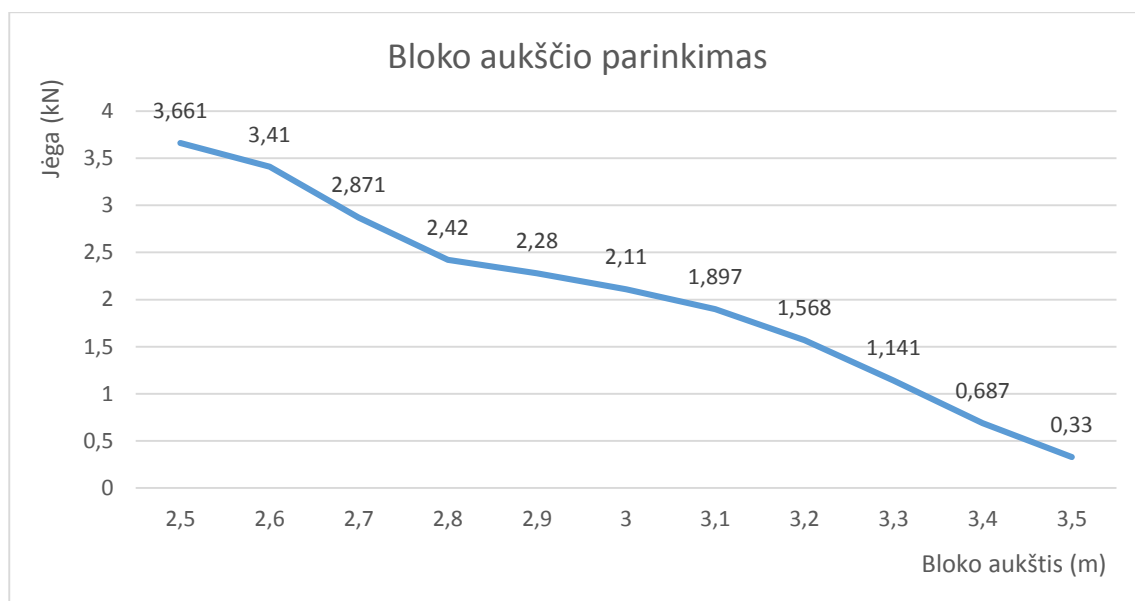
Pagal 40 pav. matome, kad atrėmimo elementų tempimas prasidės viršijus 4,0 m bloko aukštį. Vadinasi, šios konstrukcijos bloko aukštis negali viršyti 4,0 metrų. Todėl esami 3 m aukščio blokai parinkti tinkamai.

41 pav. pateiktos ketvirtos alternatyvos atrėmimo taškų tikrinimo schemos.



41 pav. Ketvirtos krantinės atrėmimo taškų tikrinimas

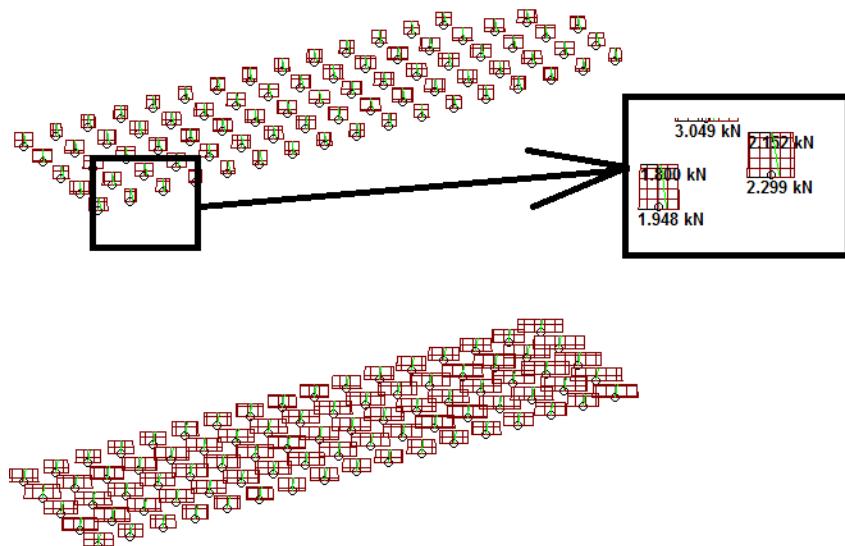
Pagal pateiktą schemą, matome, kad visi elementai yra gniuždomi, vadinasi blokų matmenų schema pasirinkta tinkama. Dabar didžiausias bloko aukštis yra 2,5 metro. Padidiname bloko aukštį, kad sužinotume, koks galimas didžiausias bloko vertikalus matmuo. Ties kokių aukščių atsirastų atrėmimo elementų tempimas (neigiamas ženklas), toks aukštis jau yra nebetinkamas. 42 pav. pateikiama ketvirtos krantinės alternatyvos blokų aukščio galimo didžiausio matmens parinkimas.



42 pav. Ketvirtos krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas

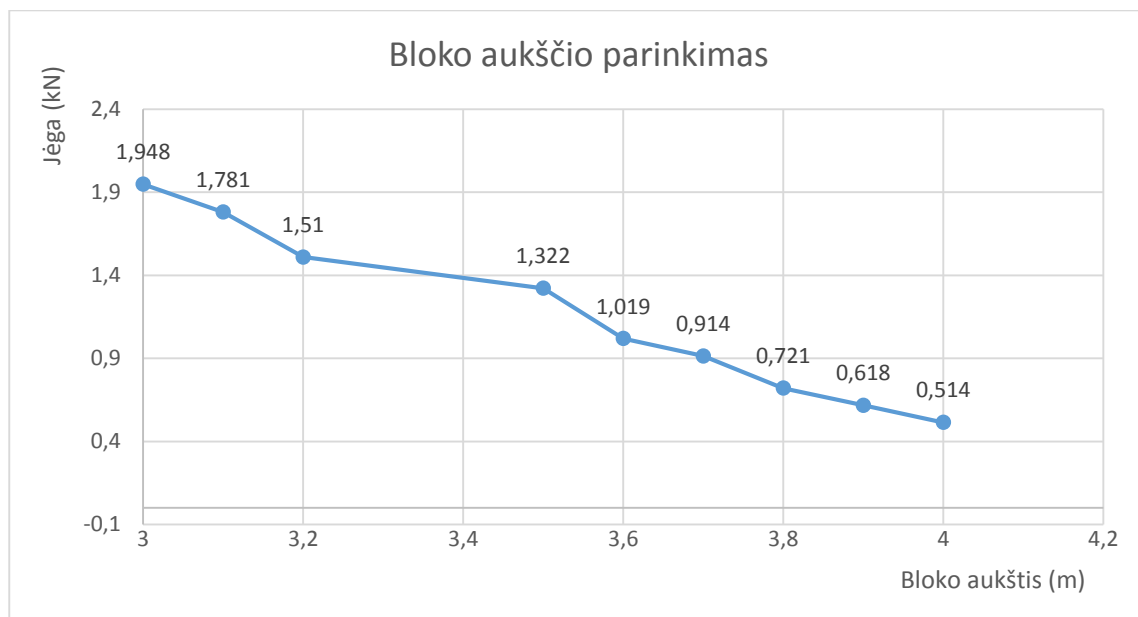
Pagal 42 pav. matome, kad atrėmimo elementų tempimas prasidės ties 3,5 m bloko aukščiu. Vadinasi, šios konstrukcijos bloko aukštis negali viršyti 3,5 metrų. Ketvirtoje krantinės alternatyvoje bloko aukštis yra parinktas 2,5 m, vadinasi konstrukcija sudaryta teisingai.

43 pav. pateiktos penktos alternatyvos atrėmimo taškų tikrinimo schemas.



43 pav. Penktos krantinės atrėmimo taškų tikrinimas

Pagal pateiktą schemą, matome, kad visi elementai yra gniuždomi, vadinasi blokų matmenų schema pasirinkta tinkama. Dabar didžiausias bloko aukštis yra 3,0 metro. Ši schema yra stabiliausia (kaip ir alternatyva – 3), nes konstrukcijos masės centras yra konstrukcijos centre. 44 pav. pateikiama penktos krantinės alternatyvos blokų aukščio galimo didžiausio matmens parinkimas.



44 pav. Penktos krantinės didžiausio bloko aukščio parinkimas

Padidinus bloko aukštį iki 4,0 m, atrėmimo elementai tebėra gniuždomi. Kadangi penktoje krantinės alternatyvoje bloko aukštis yra 3,0 m, daugiau nebetikriname, nes konstrukcija parinkta teisingai, o priimamas didžiausias bloko aukštis yra 4,0 m.

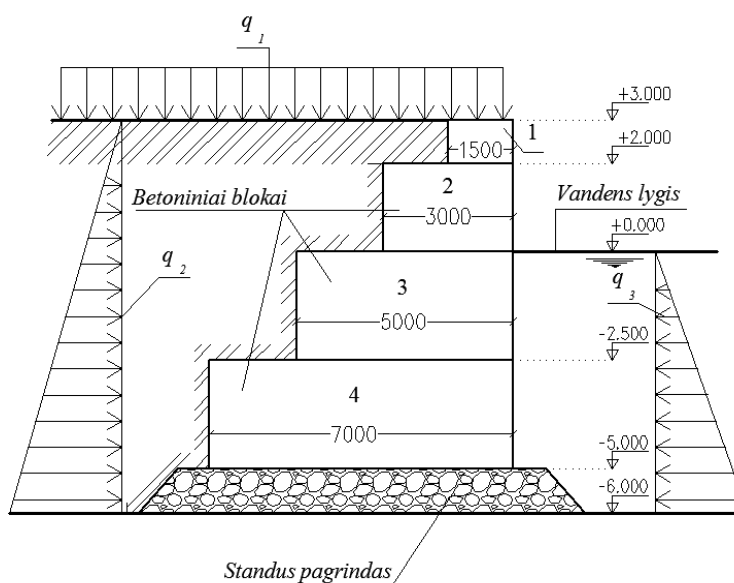
Inžinierius G. Tsinker (2004, 200 p.) nagrinėjo gravitacinių blokinių krantinių blokų pločio ir ilgio santykius realiose konstrukcijose. Jis nustatė, kad patys pavojingiausi bloko atsivėrimo atvejai

(kai blokas bus atsvertas) prasideda, kai bloko pločio ir ilgio santykis yra mažesnis kaip 0,75. Čia nagrinėtų alternatyvų visų blokų pločio ir aukščio santykis prasideda nuo 1,0. Tai įrodo, kad blokų aukščio tikrinimui yra pasirinktas tinkamas būdas ir blokų matmenys parinkti tinkamai. Alternatyvoms pirmajai ir penktajai pagal atliktus skaičiavimus galima didinti bloko aukštį iki 4 m (plotis 3 metrai). Pagal G. Tsinker (2004, 200 p.) teoriją gauname, kad šiuo atveju bloko pločio ir ilgio santykis yra $\frac{3}{4}=0,75$. Tai įrodo, kad skaičiavimų metu priimta prielaida padidinti bloko aukštį iki 4 metrų yra teisinga.

4.5. Trintis tarp krantinės blokų

Gravitacinės krantinės veikiančias apkrovas atlaiko savuoju svoriu. Blokinės krantinės yra sudarytos iš blokų sudėtų vienas ant kito. Jie nėra niekaip tarpusavyje jungiami, todėl blokams būtinas tinkamas paviršiaus paruošimas ir svoris, kad veikiant apkrovoms jie nebūtų tiesiog nustumiami. Pavojingiausias apkrovų atvejis čia yra kai krantinę iš vienos pusės slegia gruntas (užpildas) ir krantinės naudojimo apkrova, o antroje pusėje vandens lygis yra nukritęs, nėra bangavimo. Tada susidaro pavojingos sąlygos viršutinio bloko nustūmimui. Apkrovų schema pateikta 45 pav. Apie blokų geometrinius duomenis ir svorius aptarta ankstesniuose poskyriuose. Šiame skyriuje nagrinėjama trinties jėga tarp blokų, trinties koeficientas betono į betoną ir blokų poslinkis esant atitinkamoms sąlygoms.

Programoje Staad.Pro sudarant blokinių krantinių modelius, reikia pasirinkti atitinkamą blokų sujungimą, kad programinė įranga neskaitytų, kad blokai yra vienalytis masyvas. Tam įgyvendinti yra pasirenkami „spyruokliniai“ elementai, kuriems užduodama atitinkama trinties jėga. Trintis - jėga atsirandanti kūnų sąlyčio vietoje ir trukdanti vienam kūnui judėti kito kūno paviršiumi.



45 pav. Apkrovų schema

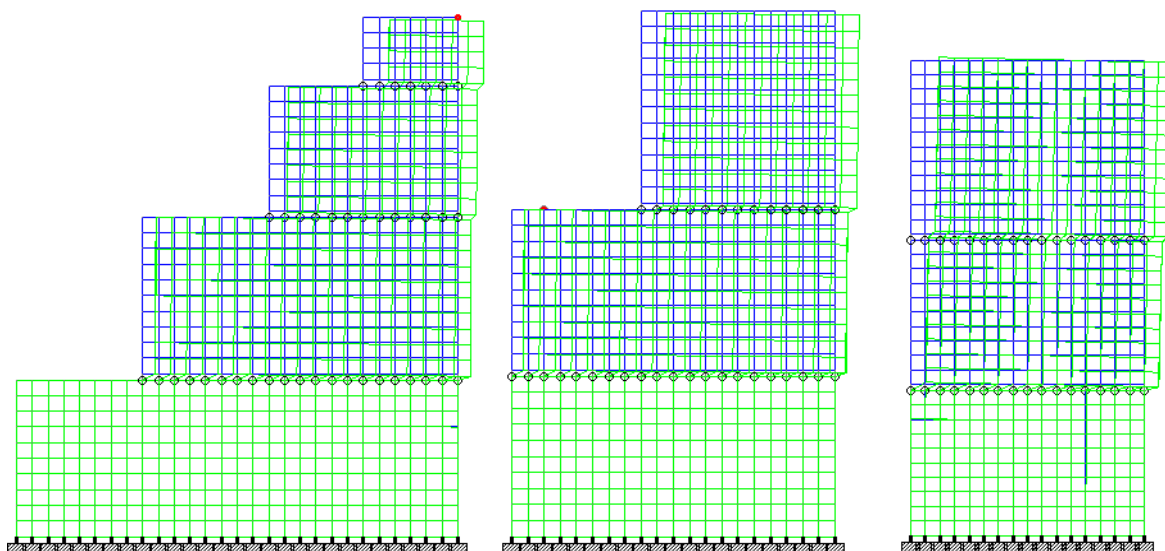
Kai yra žinoma trinties jėga, prie kurios krantinės blokas pasislenka atitinkamą atstumą, t. y. leistiną, dėl kurio neįvyksta konstrukcijos griūtis, žinomas bloko svoris, galima apskaičiuoti trinties koeficientą:

$$\mu = \frac{F_{tr} \cdot s}{N},$$

čia F_{tr} - ieškoma trinties jėga (kN/m), s – poslinkis (m), N – bloko svoris (kN), μ - trinties koeficientas.

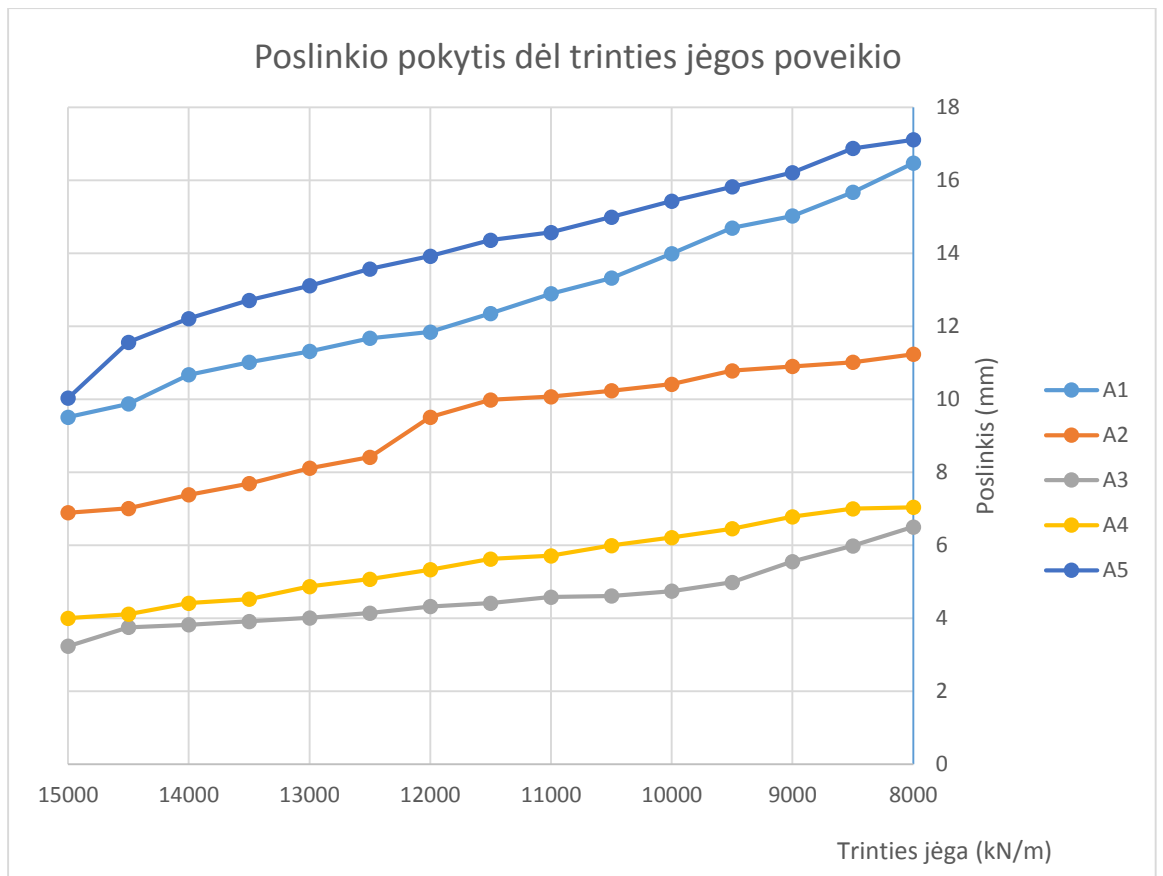
Trinties koeficiento dydis yra ribose $0 < \mu < 1$. Kuo reikšmė arčiau nulio, tuo trintis mažesnė ir kūnai praslysta. Pavyzdys: slidininko slidžių slydimo per sniegą trinties koeficientas yra lygus 0,13. Kuo koeficiento reikšmė arčiau vienetui, tuo geriau kūnus veikia trintis. Mūsų ieškomas trinties koeficientas turėtų būti artimas vienetui, nes blokai negali nuslysti.

Sudarytame kompiuteriniame modelyje keičiame atraminio elemento trinties jėgą ir tikriname, prie kokios jėgos, kiek viršutinis bloko centrinis taškas pasislenka. 46 pav. parodytos pagrindinės deformuotos schemos.



46 pav. Deformuota konstrukcijos schema

Leistinas viršutinio bloko poslinkis, dėl kurio neįvyksta konstrukcijos griūtis yra 10 mm (Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways EAU 1996). Visoms penkioms krantinių alternatyvoms keičiame trinties jėgą ir ieškome prie kokios jėgos bus leistinas poslinkis. Visų krantinių skaičiavimo modelių rezultatai yra pateikti 47 pav.



47 pav. Poslinkio pokytis dėl trinties jėgos poveikio

14 lentelė. Trinties koeficiento duomenys

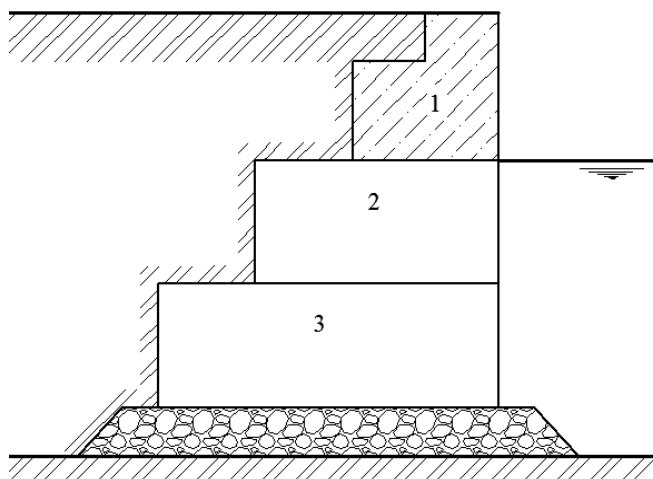
Alternatyvos Nr.	Viršutinio bloko svoris (kN)	Trinties jėga (kN/m), kai poslinkis ≤ 10 mm	Trinties koeficientas μ
1.	180,0	14500,0	0,81
2.	216,0	11500,0	0,53
3.	240,0	8000,0	0,33
4.	216,0	8000,0	0,37
5.	288,0	15000,0	0,52

Pagal pateiktus 14 lentelės duomenis matome, kad trinties koeficientas kinta. Betono į betoną trinties koeficientas yra 0,70 (Friction and Friction Coefficients, [interaktyvus šaltinis]). Specialiai apdorojus gali pasiekti 0,77 (Friction and Friction Coefficients, [interaktyvus šaltinis]). Perskaičiuojame trinties jėgos dydį su trinties koeficiento dydžiu 0,77. Gauti duomenys pateikti 15 lentelėje.

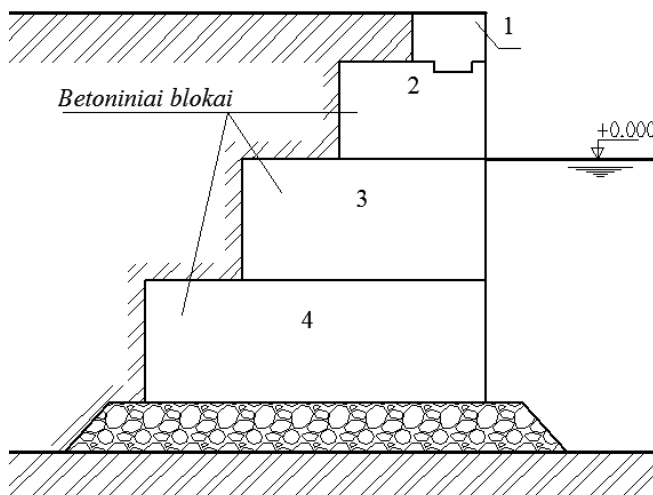
15 lentelė. Trinties jėga su perskaičiuotu trinties koeficientu

Alternatyvos Nr.	Viršutinio bloko svoris (kN)	Trinties jėga (kN/m), kai poslinkis ≤ 10 mm	Trinties koeficientas μ
1.	180,0	13860,0	0,77
2.	216,0	16632,0	0,77
3.	240,0	18480,0	0,77
4.	216,0	16632,0	0,77
5.	288,0	22176,0	0,77

Pagal 16 lentelės ir 36 pav. pateiktus duomenis matome, kad pirmos krantinės alternatyvos trinties jėga jau yra ribinė, esant mažesnei jėgai, blokų sistema prarastų stabilumą. Alternatyvos 2-5 turi dvigubą atsargą. Pirmai alternatyvai, kad išvengti bloko poslinkio yra siūlomi du variantai, kurie pateikti 48-49 pav.

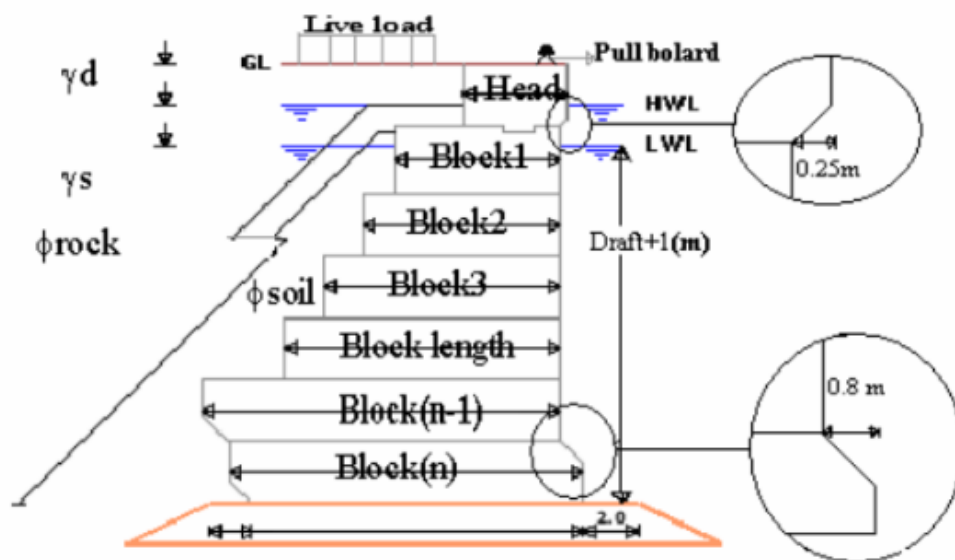


48 pav. Viršutinių blokų sujungimas į vieną bloką



49 pav. Viršutinio bloko „sukabinimas“

Abu pateikti variantai užtikrina viršutinio bloko stabilumą, net esant pavojausiam apkrovimo atvejui. 49 pav. pateiktą viršutinių blokų „sukabinimo“ idėją pirmieji pasiūlė El-Sharnouby B. et al. (2004, 666 p.). Jų nagrinėjamas blokų išdėstymas parodytas 50 pav.



50 pav. Viršutinio bloko „sukabinimo“ idėjos autorių nagrinėjamos krantinės modelis

Viršutinio bloko užkarpa sukabinta su apatiniame bloke padaryta įduba neleidžia mažesnių matmenų blokui būti pastumtam link jūros pusės, t. y. apsaugo krantinę nuo bet kokio blokų poslinkio.

4.6. Krantinių alternatyvų kaina

Penkių krantinių alternatyvų (A1-A2) preliminaros kainos skaičiavimas pateiktas 16 lentelėje.

16 lentelė. Preliminarios kainos skaičiavimas

	A1	A2	A3	A4	A5
Uolienų užpildo takelis - 2813,24 €/m ³	600,0	400,0	480,0	520,0	560,0
Suma:	1687944,0	1125296,0	1350355,2	1462884,8	1575414,4
Betoniniai blokai C35/45, XS2, 2075,13 €/m ³	29920,0	27120,0	28800,0	27120,0	33200,0
Suma:	62087889,6	56277525,6	59763744	56277525,6	68894316
Užpildas už krantinės, 153,75 €/m ³	72408,0	76752,0	88000,0	75976,0	72100,0
Suma:	11132730,0	11800620,0	13530000,0	11681310,0	11085375,0
Krantinės kaina €:	74908563,6	69203441,6	74644099,2	69421720,4	81555105,4

Pagal 17 lentelės duomenis matome, kad brangiausiai kainuojanti krantinė yra penktoji, o pigiausia – antroji. Krantinių kaina skaičiuota pagal 2016 m kovo mėnesį buvusias medžiagų ir darbų kainas. Kainos skaičiuotos 800 m krantinės ruožui.

4.7. Optimalios konstrukcijos parinkimas

Siekiant surasti tinkamiausią blokinės krantinės alternatyvą yra sudaroma tikslo funkcija su apribojimais remiantis 17 lentelės duomenimis.

17 lentelė. Duomenys tikslo funkcijai ir apribojimams sudaryti

Alternatyvos Nr.	Kaina Mln. €	Esamas svoris (kN)	Atraminis padas (m)	Esamas bloko aukštis (m)	Trinties jėga kN/m	Gylis (m)	Galimas svoris (kN)	Galimas padas (m)	Reikalingas bloko aukštis (m)	Reikalinga trinties jėga (kN/m)	Mažiausias gylis (m)
1.	74,91	897,6	0,75	2,5	13860,0	7,0	150-2000	0,5-1,0	2,5-3,0	13860,0	6,0
2.	69,20	813,6	0,50	2,5	16632,0	6,0					
3.	74,64	864,0	0,60	3,0	18480,0	7,0					
4.	69,42	813,6	0,65	2,5	16632,0	6,0					
5.	81,56	996,0	0,70	3,0	22176,0	7,0					

Tikslo funkcija.

$$\min f(x) = 74,91x_1 + 69,20x_2 + 74,64x_3 + 69,42x_4 + 81,56x_5;$$

Kai apribojimai:

$$897,6x_1 + 813,6x_2 + 864,0x_3 + 813,6x_4 + 996,0x_5 \geq 150,0;$$

$$897,6x_1 + 813,6x_2 + 864,0x_3 + 813,6x_4 + 996,0x_5 \leq 2000,0;$$

$$0,75x_1 + 0,50x_2 + 0,60x_3 + 0,65x_4 + 0,70x_5 \geq 0,50;$$

$$0,75x_1 + 0,50x_2 + 0,60x_3 + 0,65x_4 + 0,70x_5 \leq 1,0;$$

$$7,0x_1 + 6,0x_2 + 7,0x_3 + 6,0x_4 + 7,0x_5 \geq 6,0;$$

$$2,5x_1 + 2,5x_2 + 3,0x_3 + 2,5x_4 + 3,0x_5 \geq 2,5;$$

$$2,5x_1 + 2,5x_2 + 3,0x_3 + 2,5x_4 + 3,0x_5 \leq 3,0;$$

$$13860x_1 + 166320x_2 + 184800x_3 + 166320x_4 + 221760x_5 \geq 138600.$$

Sprendimas atliekamas naudojantis programa WinQSB2.0. Kaip teigia S. Kalanta (2007, 434 p.), ši programa skirta tiesiniams sveikaskaičiams bei buliniams optimizavimo uždaviniams spręsti. Su WinQSB2.0 „Linear and Integer Programming“ galima spręsti minimizavimo ir maksimizavimo uždavinius, kur kintamieji gali būti keturių tipų: „nonnegative continuous“ – neneigiami paprastieji, „nonnegative integer“ – neneigiami sveikieji, „binary“ – buliniai (galintys įgyti tik reikšmes 0 arba 1) ir „unsigned“ – neriboto ženklo. Tikslą funkciją ir ribojimai suvedami į skaičiavimo programą ir pateikti 51 paveikslėlyje.

Variable -->	X1	X2	X3	X5	X6	Direction	R. H. S.
Minimize	74.91	69.2	74.64	69.42	81.56		
C1	897.6	813.6	864	813.6	996	>=	150
C2	897.6	813.6	864	813.6	996	<=	2000
C3	0.75	0.5	0.6	0.65	0.7	>=	0.5
C4	0.75	0.5	0.6	0.65	0.7	<=	1
C5	7	6	7	6	7	>=	6
C6	2.5	2.5	3	2.5	3	>=	2.5
C7	2.5	2.5	3	2.5	3	<=	3
C8	13860	16632	18480	16632	22176	>=	13860
LowerBound	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

51 pav. Tikslą funkciją ir ribojimai programoje WinQSB

52 pav. pateiktas tikslo funkcijos sprendimas. Stulpelyje „solution value“ gaunama optimali reikšmė. Rezultatų lentelė yra padalinta į dvi dalis. Viršutinėje jos dalyje pateikiama informacija apie kintamuosius. Apatinėje – informacija apie optimalų uždavinio sprendinį atitinkančius apribojimus.

Eilutėje „objective function“ pateikiamas minimizuojamos funkcijos sprendinys. Sprendžiant patikrinimo uždavinį (dualų) lyginamos šios reikšmės. Skirtumas tarp reikšmių turi būti $\leq 5\%$.

Pagal 52 pav. Pateiktus duomenis matoma, kad funkcijos reikšmė yra 63,977. O optimaliausia alternatyva gaunama trečioji, t.y. krantinė sudaryta iš vienodų 3,0x4,0 m blokų ant 0,6 m storio uolienų užpildo takelio.

14:59:11		Saturday	May	07	2016			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X1	0	74.9100	0	0.2700	at bound	74.6400	M
2	X2	0	69.2000	0	5.2229	at bound	63.9771	M
3	X3	0.8571	74.6400	63.9771	0	basic	0	74.9100
4	X5	0	69.4200	0	5.4429	at bound	63.9771	M
5	X6	0	81.5600	0	6.9200	at bound	74.6400	M
Objective	Function	(Min.) =	63.9771					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	740.5714	>=	150.0000	590.5714	0	-M	740.5714
2	C2	740.5714	<=	2,000.0000	1,259.4290	0	740.5714	M
3	C3	0.5143	>=	0.5000	0.0143	0	-M	0.5143
4	C4	0.5143	<=	1.0000	0.4857	0	0.5143	M
5	C5	6.0000	>=	6.0000	0	10.6629	5.8333	7.0000
6	C6	2.5714	>=	2.5000	0.0714	0	-M	2.5714
7	C7	2.5714	<=	3.0000	0.4286	0	2.5714	M
8	C8	15,840.0000	>=	13,860.0000	1,980.0000	0	-M	15,840.0000

52 pav. Geriausios varianto parinkimas

Norint patikrinti, ar gautas rezultatas yra teisingas, reikia sudaryti dualų uždavinį:

Tikslo funkcija:

$$\max f(y) = 150,0y_1 + 2000,0y_2 + 0,5y_3 + 1,0y_4 + 2,5y_5 + 2,5y_6 + 13860,0y_7 + 6,0y_8;$$

Kai apribojimai:

$$897,6y_1 + 897,6y_2 + 0,75y_3 + 0,75y_4 + 2,5y_5 + 2,5y_6 + 13860,0y_7 + 7,0y_8 \leq 74,91;$$

$$813,6y_1 + 813,6y_2 + 0,5y_3 + 0,5y_4 + 2,5y_5 + 2,5y_6 + 16632,0y_7 + 6,0y_8 \leq 69,20;$$

$$864,0y_1 + 864,0y_2 + 0,6y_3 + 0,6y_4 + 3,0y_5 + 3,0y_6 + 18480,0y_7 + 7,0y_8 \leq 74,64;$$

$$813,6y_1 + 813,6y_2 + 0,65y_3 + 0,65y_4 + 2,5y_5 + 2,5y_6 + 16632,0y_7 + 6,0y_8 \leq 69,42;$$

$$996,0y_1 + 996,0y_2 + 0,7y_3 + 0,7y_4 + 3,0y_5 + 3,0y_6 + 22176,0y_7 + 7,0y_8 \leq 81,56.$$

Sprendimas atliekamas naudojantis programa WinQSB2.0. Tikslo funkcija ir ribojimai suvedami į skaičiavimo programą ir pateikti 53 paveikslėlyje.

Variable -->	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Direction	R. H. S.
Maximize	150	2000	0.5	1	2.5	3.0	13860	6		
C1	897.6	897.6	0.75	0.75	2.5	2.5	13860	7	<=	74.91
C2	813.6	813.6	0.5	0.5	2.5	2.5	16632	6	<=	69.20
C3	864.0	864.0	0.6	0.6	3.0	3.0	18480	7	<=	74.64
C4	813.6	813.6	0.65	0.65	2.5	2.5	16632	6	<=	69.42
C5	996.0	996.0	0.7	0.7	3.0	3.0	22176	7	<=	81.56
LowerBound	0	0	0	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous		

53 pav. Dualaus uždavinio tikslo funkcija ir ribojimai programoje WinQSB

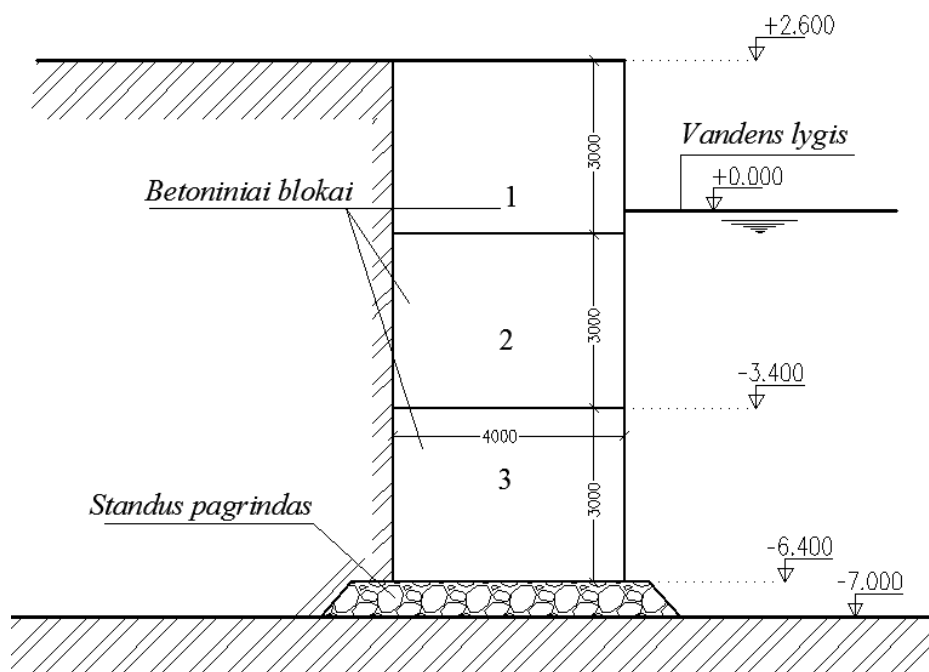
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
X1	0	150.0000	0	-1,046.8000	at bound	-M	1,196.8000
X2	0	2,000.0000	0	-9,968.0000	at bound	-M	11,968.0000
X3	0	0.5000	0	-0.5000	at bound	-M	1.0000
X4	64.0000	1.0000	64.0000	0	basic	0.9000	M
X5	0	2.5000	0	-0.8333	at bound	-M	3.3333
X6	0	3.0000	0	-0.3333	at bound	-M	3.3333
X7	0	13,860.0000	0	-4,620.0010	at bound	-M	18,480.0000
X8	0	6.0000	0	-3.3333	at bound	-M	9.3333
Objective	Function	(Max.) =	64.0000				

54 pav. Dualaus uždavinio sprendimas

Dualus uždavinys yra sudaromas priešingos reikšmės, t. y. jeigu tiesioginis buvo minimizuojamas, tai dualus yra maksimizuojamas. Kiek tiesioginiame uždavinyje buvo kintamųjų, tiek dualiame bus apribojimų. Kiek tiesioginiame uždavinyje buvo apribojimų, tiek dualiame bus kintamųjų.

Dualaus uždavinio funkcijos reikšmė yra 64,000. Tiesioginio uždavinio - 63,977. Skirtumas tarp jų yra 0,036%, vadinasi lygtys yra sudarytos teisingai.

Atlikus tiesioginio ir dualaus uždavinio sudarymą ir skaičiavimą gauta optimaliausia krantinės alternatyva – trečioji. Ji pateikta 55 pav.



55 pav. Išrinkta geriausia krantinės alternatyva

Optimaliausią krantinę sudaro vienodi betoniniai blokai (3,0x4,0 m). Krantinei reikalingas 0,6 m storio atraminis padas. Krantinės gylis – 7 m.

IŠVADOS

Darbe aptarti pagrindiniai gravitacinių krantinių konstrukcijų tipai. Tai yra blokinės, monolitinio masyvo, kontraforsinės, kesoninės ir kampinio tipo krantinės. Šių krantinių tyrimas atliekamas Fuzzy Moora metodu. Pagal gautus rezultatus daromos tokios išvados:

1. Trys svarbiausi rodikliai į kuriuos reikia atsižvelgti renkant gravitacinės krantinės konstrukciją yra stabilumas, montavimas ir patvarumas.
2. Pagal atliktus skaičiavimus pateikiamos alternatyvos nuo tinkamiausios iki mažiausiai tinkamos:
 - Blokinė krantinė;
 - Kesoninė krantinė;
 - Kontraforsinė krantinė;
 - Betoninio masyvo krantinė;
 - Kampinio tipo su inkaru krantinė.
3. Šventosios uosto rekonstrukcijai tinkamiausias gravitacinės krantinės tipas yra blokinis. Betoninio masyvo ir kampinio tipo su inkaru krantinės yra netinkamos šio uosto rekonstrukcijai, nes blokinių krantinių gaminimas, montavimas, projektavimas yra gerokai paprastesni už kampinio tipo krantinės, kas sąlygoja ir žemesnę konstrukcijos kainą. Tai patvirtina skaičiavimo rezultatai. Šventosios uosto rekonstrukcijai racionaliausias sprendimas būtų naudoti blokinio tipo krantines.

Išrinkus blokinės krantinės tipą, jis nagrinėtas smulkiau. Sudarytos penkios skirtingos blokinių krantinių alternatyvos. Skiriasi blokų matmenys ir išdėstymas. Atlikus skaičiavimus programa Staad.Pro daromos tokios išvados:

4. Krantinių, kurios yra didelio svorio, nuosėdžius galima tikrinti modeliuojant dirbtinį padą po konstrukcija ir tikrinant, kuriame gylyje dingsta koncentruoti įtempimai. Pasirinktų krantinių uolienų užpildo takelių storiai yra 0,5-0,75 m. Tai rodo, kad visos penkios alternatyvos yra parinktos racionaliai, atitinka reikalavimus.
5. Tikrinant blokus jungiančius elementus (gniuždymą ir tempimą) galima patikrinti ar konstrukciją sudarančių blokų matmenys yra parinkti tinkamai, t. y. ar bloko pločio ir aukščio santykis yra tinkamas, ar blokas nėra atsveriamas. Nustatyta, kad bloko atsvertimo atveju, bloko pločio ir aukščio santykis neturėtų būti mažesnis kaip 0,75.
6. Krantinės yra veikiamos įvairių apkrovų. Pavojingiausias atvejis yra, kai krantinę iš vienos pusės veikia grunto slėgis, o priešingoje pusėje vandens lygis yra nukritęs. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad tik vienintelės pirmosios alternatyvos viršutinio bloko poslinkis yra ribinės reikšmės. Galime daryti išvadą, kad tai nutinka dėl

sąlyginai mažų viršutinio bloko matmenų. Pasirinkus tokį krantinės variantą, reikėtų pirmąjį ir antrąjį blokus jungti į vieną laiptuotą konstrukciją arba viršutinis blokas turėtų būti sukabintas specialia užkarpa su apatiniame bloke padaryta įduba, kuri neleistų mažesnių matmenų blokui būti pastumtam link jūros pusės, t. y. apsaugotų krantinę nuo bet kokio blokų poslinkio.

Pagal atliktus visus skaičiavimus, tinkamiausia Šventosios uosto rekonstrukcijai krantinė yra sudaryta iš trijų vienodų blokų. Jai reikalingas uolienų užpildo takelis yra 0,6 m storio. Esamas bloko aukštis yra 3 m. Esant galimybei jis gali būti didinamas iki 4 m aukščio. 800 m ruožo krantinės kaina - 74,64 mln. €. Krantinės gylis – 7 m.

FINDINGS

1. The paper discussed the main types of gravity berths structures. It is a block, monolithic array, abutment, caisson and angular type quay. These quays assessment were selected ten key indicators such as production, assembly, self-weight design, stability, durability, cost, dependence on the soil conditions and environmental factors. The indicators were relatively T. Saaty pairwise comparison scale. The three most important indicators is stability, installation and durability.
2. When basic parameters have been selected, the selection of the type of construction was carried out by Fuzzy MOORA method. The aim is to find the most appropriate model for the gravitational quay to Šventoji port reconstruction. According to the calculations presented alternatives from the most suitable to the least suitable:
 - quay from the blocks;
 - caisson;
 - abutment;
 - monolithic array quay;
 - angular type quay.
3. According to the data, we can see that the Šventoji port quay reconstruction appropriate gravitational type of block. It is also suitable for construction is the caisson and abutment. Monolithic array and angular type quay is inappropriate to Šventoji port reconstruction. The block quays fabrication, installation, design is simpler for a corner-type quay. This confirms the results of the calculation. Šventoji port reconstruction rational solution would be to use the block-type quays.
4. After selecting the block type quay, it was analysed in detail. It was made five alternative quays of the block type. The difference block dimensions, possible quay depth required supporting sole.
5. Using the program Staad.Pro all five alternatives are inspected for needed rock filler tracks. Their thickness should be no more than 1 m. Selected berths rock fills the track thickness is 0,5 to 0,75 m. This shows that all the five variants are rationally selected eligible.
6. Block design is influenced by the stability of the blocks in height and length ratio. All the five berths are drawn in Staad.Pro and computer models is checked individually for each quay blocks height. It was verified blocks connecting elements, or all of them are to compression or stretching does not occur. It was found that all the blocks dimensioned

properly. The third and fifth blocks of alternatives can reach a height of 4 m. The resulting conclusion is that these types of berths for greater depth of quays.

7. Quays are exposed to a variety of loads. The most dangerous type is the quay that has earth pressure on one side and water on the other side and the water level has dropped. Using the program Staad.Pro all alternatives is checked whether the frictional force between the blocks is sufficient so that the blocks would not be pushed. The calculations: only in the first alternative the upper block is pushed. We conclude that this happens due to the relatively small size of the upper block. Selecting the quay option, the first and second blocks connected to each other in stepped structure.
8. For selecting the most suitable type of block quay to Šventoji port reconstruction is created the objective function and its constraints. The objective function is minimized of cost. The final calculations and checks elected third quay option.
9. The preferred port for the reconstruction of the Šventoji quay is made up of three identical blocks. It requires that the rock fills of the track is 0,6 m thick. Current block height of 3 m. If possible, it may be increased to 4 meters in height. 800 m section of quay price – 74,64 million. €. Quay depth - 7 m.

LITERATŪRA

1. Bagočius V. 2014. Kompleksinis statinių jūros aplinkoje racionalumo pagrindimas: daktaro disertacija. Vilnius.
2. Cihan H.K., Ergin A., Cihan K., Guler I. 2015. Dynamic responses of two blocks under dynamic loading using experimental and numerical studies. Applied ocean research: 49 January. Pages 72–82 .
3. El-Sharnouby B., El-Kamhawy H., Al-Yami M. 2004. Analysis of gravity quay walls. Alexandria Engineering Journal, Vol. 43. No. 5. Pages 663-669.
4. Friction and Friction Coefficients [interaktyvus], [žiūrėta 2016 m. vasario 12 d.]. Prieiga per Internetą: http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_78.html.
5. Gravity block walls [interaktyvus], [žiūrėta 2015 m. gruodžio 17 d.]. Prieiga per Internetą: <<http://www.nscme.com/gravity.html>>.
6. Yong Y., Junzahi C., Mang H. 2009. Computational structural engineering. New York: Springer.
7. Jurkša A., Popovas V. 2002. Statybos konstrukcijų skaičiavimo programa STAAD.Pro. Vilnius: Technika.
8. Kalanta S., 2007. Taikomosios optimizacijos pagrindai. Vilnius: Technika.
9. Kalibatas D., Turskis Z. 2008. Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method. Information Technology and Control, Vol. 37.
10. Katkevičius K., Baublys R. 2008. Vandens kelių, krantinių ir prieplaukų statyba. Kaunas: Ardiva.
11. Liua Y., Faracib C. 2014. Analysis of orthogonal wave reflection by a caisson with open front chamber filled with sloping rubble mound. Coastal Engineering: 91 September. Pages 151–163.
12. Paulauskas V. 2011 . Optimalus uostas. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
13. Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways EAU 1996.
14. Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. M.Graw-Hill, New York.
15. Skerys K.; Cristauskas J. 2010. Transporto statiniai: uostai. Vilnius: Technika.
16. Simonavičienė R. 2011. Kiekybinių daigiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė: daktaro disertacija. Vilnius.

17. Shafieefarand M. 2010. Optimization of block work quay walls cross section using SQP method. Mathematical Methods and Optimization Techniques in Engineering. Iran: Tarbiat Modares University, faculty of civil and environmental engineering.
18. STR 2.05.05:2005 Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas.
19. STR 2.05.14:2005 Hidrotechnikos statinių pagrindų ir pamatų projektavimas.
20. STR 2.05.15:2004 Hidrotechnikos statinių poveikiai ir apkrovos.
21. STR 2.05.04:2003 Poveikiai ir apkrovos.
22. STR 2.02.06:2004 Hidrotechniniai statiniai. Pagrindinės nuostatos.
23. Šimkus J. 1984. Gruntų mechanika, pagrindai ir pamatai. Vilnius: Mokslas.
24. Šimoliūnas J. 1933. Šventosios uostas. Kaunas: Spindulys.
25. Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija. [interaktyvus], [žiūrėta 2015 m. sausio 11 d.]. Prieiga per Internetą:
<http://www.portofklaipeda.lt/uploads/uosto_prezentacijos/Final%20Report_LT_COMPL_Sventosios%20galimybiu%20studija.pdf>.
26. Tsinker G. 2004. Port engineering: planning, construction, maintenance and security. US: Wiley.
27. Tsinker G. 1997. Handbook of Port and Harbor Engineering. Gravity-Type Quay Walls. US. Pages 397-547.
28. Ustinovičius, L.; Zavadskas, E. K. 2004. Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika.
29. Vuilsteke M. 2004. Minimisation of early age thermal cracking in a J-shaped non-reinforced massive concrete quay wall. Engineering Structures: volume 26, issue 6, May, Pages 801–808.
30. Zavadskas, E. K.; Simanauškas, L.; Kaklauskas, A. 1998. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika.
31. Žomarskis R. 2008. Baltijos jūros uostai. Vilnius.
32. Žomarskis R. 1998. Šventosios uostas. Vilnius: Baltic ECO.

PRIEDAI

1 priedas

Rodiklių reikšmingumo skaičiavimas

1 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	6	6							
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3							
0,111111	1	1	3	0,2	1	1	1	5	4							
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7							
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9							
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5							
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3							
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3							
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1							
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1							
6,955556	9,733333	18,45	18,28571	3,655556	8,033333	25,53333	22,33333	39	42	Sumos						
0,14377	0,10274	0,487805	0,273438	0,091185	0,124481	0,35248	0,223881	0,153846	0,142857	2,096483		0,209648	GAMYBA			
0,14377	0,10274	0,054201	0,054688	0,091185	0,124481	0,195822	0,044776	0,128205	0,071429	1,011297		0,10113	MONTAVIMAS			
0,015974	0,10274	0,054201	0,164063	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,128205	0,095238	0,823554		0,082355	SAV.SVORIS			
0,028754	0,10274	0,162602	0,054688	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,179487	0,166667	0,95807		0,095807	PROJEKTAVIMAS			
0,43131	0,308219	0,054201	0,273438	0,273556	0,124481	0,195822	0,268657	0,230769	0,214286	2,374739		0,237474	STABILUMAS			
0,14377	0,10274	0,054201	0,054688	0,273556	0,124481	0,078329	0,044776	0,076923	0,119048	1,072511		0,107251	PATVARUMAS			
0,015974	0,020548	0,054201	0,054688	0,054711	0,062241	0,039164	0,223881	0,025641	0,071429	0,622477		0,062248	KASTAI			
0,028754	0,10274	0,054201	0,054688	0,045593	0,124481	0,007833	0,044776	0,025641	0,071429	0,560134		0,056013	GRUNTAS			
0,023962	0,020548	0,01084	0,007813	0,030395	0,041494	0,039164	0,044776	0,025641	0,02381	0,268442		0,026844	APLINKA			
0,023962	0,034247	0,01355	0,007813	0,030395	0,024896	0,013055	0,014925	0,025641	0,02381	0,212293		0,021229	PRIEŽIURA			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1				

2 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	6	4	0,333333	1	8	5	6	6							
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3							
0,166667	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	6	4							
0,25	1	3	1	0,2	1	1	1	7	6							
3	3	1	5	1	1	5	6	7	8							
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5							
0,125	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3							
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3							
0,166667	0,2	0,166667	0,142857	0,142857	0,333333	1	1	1	1							
0,166667	0,333333	0,25	0,166667	0,125	0,2	0,333333	0,333333	1	1							
7,075	9,733333	15,41667	14,64286	3,70119	8,033333	24,53333	22,33333	38	40	Sumos						
0,141343	0,10274	0,389189	0,273171	0,090061	0,124481	0,326087	0,223881	0,157895	0,15	1,978847		0,197885	GAMYBA			
0,141343	0,10274	0,064865	0,068293	0,090061	0,124481	0,203804	0,044776	0,131579	0,075	1,046942		0,104694	MONTAVIMAS			
0,023557	0,10274	0,064865	0,022764	0,054037	0,124481	0,040761	0,044776	0,157895	0,1	0,735876		0,073588	SAV.SVORIS			
0,035336	0,10274	0,194595	0,068293	0,054037	0,124481	0,040761	0,044776	0,184211	0,15	0,999228		0,099923	PROJEKTAVIMAS			
0,424028	0,308219	0,064865	0,341463	0,270183	0,124481	0,203804	0,268657	0,184211	0,2	2,389912		0,238991	STABILUMAS			
0,141343	0,10274	0,064865	0,068293	0,270183	0,124481	0,081522	0,044776	0,078947	0,125	1,10215		0,110215	PATVARUMAS			
0,017668	0,020548	0,064865	0,068293	0,054037	0,062241	0,040761	0,223881	0,026316	0,075	0,653608		0,065361	KASTAI			
0,028269	0,10274	0,064865	0,068293	0,045031	0,124481	0,008152	0,044776	0,026316	0,075	0,587922		0,058792	GRUNTAS			
0,023557	0,020548	0,010811	0,009756	0,038598	0,041494	0,040761	0,044776	0,026316	0,025	0,281616		0,028162	APLINKA			
0,023557	0,034247	0,016216	0,011382	0,033773	0,024896	0,013587	0,014925	0,026316	0,025	0,223899		0,02239	PRIEŽIURA			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1				

3 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	8	5	0,5	1	9	5	4	6							
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3							
0,125	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4							
0,2	1	3	1	0,2	0,5	1	1	6	7							
2	3	1	5	1	1	5	6	9	9							
1	1	1	2	1	1	2	1	3	5							
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	4	1	3							
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,25	1	1	3							
0,25	0,2	0,2	0,166667	0,111111	0,333333	1	1	1	1							
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1							
6,052778	9,733333	17,45	16,64286	3,822222	7,533333	25,58333	21,33333	36	42	Sumos						
0,165213	0,10274	0,458453	0,300429	0,130814	0,132743	0,351792	0,234375	0,111111	0,142857	2,130527		0,213053	GAMYBA			
0,165213	0,10274	0,057307	0,060086	0,087209	0,132743	0,19544	0,046875	0,138889	0,071429	1,05793		0,105793	MONTAVIMAS			
0,020652	0,10274	0,057307	0,020029	0,052326	0,132743	0,039088	0,046875	0,138889	0,095238	0,705885		0,070589	SAV.SVORIS			
0,033043	0,10274	0,17192	0,060086	0,052326	0,066372	0,039088	0,046875	0,166667	0,166667	0,905782		0,090578	PROJEKTAVIMAS			
0,330427	0,308219	0,057307	0,300429	0,261628	0,132743	0,19544	0,28125	0,25	0,214286	2,331728		0,233173	STABILUMAS			
0,165213	0,10274	0,057307	0,120172	0,261628	0,132743	0,078176	0,046875	0,083333	0,119048	1,167235		0,116723	PATVARUMAS			
0,018357	0,020548	0,057307	0,060086	0,052326	0,066372	0,039088	0,1875	0,027778	0,071429	0,600789		0,060079	KASTAI			
0,033043	0,10274	0,057307	0,060086	0,043605	0,132743	0,009772	0,046875	0,027778	0,071429	0,585376		0,058538	GRUNTAS			
0,041303	0,020548	0,011461	0,010014	0,02907	0,044248	0,039088	0,046875	0,027778	0,02381	0,294195		0,029419	APLINKA			
0,027536	0,034247	0,014327	0,008584	0,02907	0,026549	0,013029	0,015625	0,027778	0,02381	0,220553		0,022055	PRIEŽIURA			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1				

4 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	4	4				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7				
3	3	1	5	1	1	5	6	8	9				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3				
0,25	0,2	0,2	0,142857	0,125	0,333333	1	1	1	1				
0,25	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
7,122222	9,733333	18,45	15,61905	3,669444	8,033333	25,53333	22,33333	36	40	Sumos			
0,140406	0,10274	0,487805	0,320122	0,09084	0,124481	0,35248	0,223881	0,111111	0,1	2,053866		0,205387	GAMYBA
0,140406	0,10274	0,054201	0,064024	0,09084	0,124481	0,195822	0,044776	0,138889	0,075	1,031179		0,103118	MONTAVIMAS
0,015601	0,10274	0,054201	0,021341	0,054504	0,124481	0,039164	0,044776	0,138889	0,1	0,695697		0,06957	SAV.SVORIS
0,028081	0,10274	0,162602	0,064024	0,054504	0,124481	0,039164	0,044776	0,194444	0,175	0,989817		0,098982	PROJEKTAVIMAS
0,421217	0,308219	0,054201	0,320122	0,272521	0,124481	0,195822	0,268657	0,222222	0,225	2,412462		0,241246	STABILUMAS
0,140406	0,10274	0,054201	0,064024	0,272521	0,124481	0,078329	0,044776	0,083333	0,125	1,089811		0,108981	PATVARUMAS
0,015601	0,020548	0,054201	0,064024	0,054504	0,062241	0,039164	0,223881	0,027778	0,075	0,636941		0,063694	KASTAI
0,028081	0,10274	0,054201	0,064024	0,04542	0,124481	0,007833	0,044776	0,027778	0,075	0,574334		0,057433	GRUNTAS
0,035101	0,020548	0,01084	0,009146	0,034065	0,041494	0,039164	0,044776	0,027778	0,025	0,287913		0,028791	APLINKA
0,035101	0,034247	0,01355	0,009146	0,03028	0,024896	0,013055	0,014925	0,027778	0,025	0,227979		0,022798	PRIEZIURA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	

5 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	8	6				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	5				
3	3	1	5	1	1	5	6	8	8				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3				
0,125	0,2	0,2	0,142857	0,125	0,333333	1	1	1	1				
0,166667	0,333333	0,25	0,2	0,125	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
6,913889	9,733333	18,45	15,67619	3,683333	8,033333	25,53333	22,33333	40	39	Sumos			
0,144636	0,10274	0,487805	0,318955	0,090498	0,124481	0,35248	0,223881	0,2	0,153846	2,199322		0,219932	GAMYBA
0,144636	0,10274	0,054201	0,063791	0,090498	0,124481	0,195822	0,044776	0,125	0,076923	1,022868		0,102287	MONTAVIMAS
0,016071	0,10274	0,054201	0,021264	0,054299	0,124481	0,039164	0,044776	0,125	0,102564	0,684559		0,068456	SAV.SVORIS
0,028927	0,10274	0,162602	0,063791	0,054299	0,124481	0,039164	0,044776	0,175	0,128205	0,923985		0,092399	PROJEKTAVIMAS
0,433909	0,308219	0,054201	0,318955	0,271493	0,124481	0,195822	0,268657	0,2	0,205128	2,380866		0,238087	STABILUMAS
0,144636	0,10274	0,054201	0,063791	0,271493	0,124481	0,078329	0,044776	0,075	0,128205	1,087652		0,108765	PATVARUMAS
0,016071	0,020548	0,054201	0,063791	0,054299	0,062241	0,039164	0,223881	0,025	0,076923	0,636118		0,063612	KASTAI
0,028927	0,10274	0,054201	0,063791	0,045249	0,124481	0,007833	0,044776	0,025	0,076923	0,573921		0,057392	GRUNTAS
0,01808	0,020548	0,01084	0,009113	0,033937	0,041494	0,039164	0,044776	0,025	0,025641	0,268593		0,026859	APLINKA
0,024106	0,034247	0,01355	0,012758	0,033937	0,024896	0,013055	0,014925	0,025	0,025641	0,222115		0,022212	PRIEZIURA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	

6 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	5	5				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	5	7				
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3				
0,2	0,2	0,2	0,2	0,111111	0,333333	1	1	1	1				
0,2	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
7,022222	9,733333	18,45	15,67619	3,655556	8,033333	25,53333	22,33333	36	41	Sumos			
0,142405	0,10274	0,487805	0,318955	0,091185	0,124481	0,35248	0,223881	0,138889	0,121951	2,104773		0,210477	GAMYBA
0,142405	0,10274	0,054201	0,063791	0,091185	0,124481	0,195822	0,044776	0,138889	0,073171	1,031461		0,103146	MONTAVIMAS
0,015823	0,10274	0,054201	0,021264	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,138889	0,097561	0,69361		0,069361	SAV.SVORIS
0,028481	0,10274	0,162602	0,063791	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,138889	0,170732	0,930367		0,093037	PROJEKTAVIMAS
0,427215	0,308219	0,054201	0,318955	0,273556	0,124481	0,195822	0,268657	0,25	0,219512	2,440619		0,244062	STABILUMAS
0,142405	0,10274	0,054201	0,063791	0,273556	0,124481	0,078329	0,044776	0,083333	0,121951	1,089564		0,108956	PATVARUMAS
0,015823	0,020548	0,054201	0,063791	0,054711	0,062241	0,039164	0,223881	0,027778	0,073171	0,635308		0,063531	KASTAI
0,028481	0,10274	0,054201	0,063791	0,045593	0,124481	0,007833	0,044776	0,027778	0,073171	0,572844		0,057284	GRUNTAS
0,028481	0,020548	0,01084	0,012758	0,030395	0,041494	0,039164	0,044776	0,027778	0,02439	0,280625		0,028062	APLINKA
0,028481	0,034247	0,01355	0,009113	0,030395	0,024896	0,013055	0,014925	0,027778	0,02439	0,22083		0,022083	PRIEZIURA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	

7 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	8	5	0,333333	1	8	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3					
0,125	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	1					
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,125	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1					
6,983333	9,733333	17,45	15,61905	3,655556	8,033333	24,53333	22,33333	39	36	Sumos				
0,143198	0,10274	0,458453	0,320122	0,091185	0,124481	0,326087	0,223881	0,153846	0,166667	2,11066	0,211066	GAMYBA		
0,143198	0,10274	0,057307	0,064024	0,091185	0,124481	0,203804	0,044776	0,128205	0,083333	1,043054	0,104305	MONTAVIMAS		
0,0179	0,10274	0,057307	0,021341	0,054711	0,124481	0,040761	0,044776	0,128205	0,111111	0,703333	0,070333	SAV.SVORIS		
0,02864	0,10274	0,17192	0,064024	0,054711	0,124481	0,040761	0,044776	0,179487	0,027778	0,839318	0,083932	PROJEKTAVIMAS		
0,429594	0,308219	0,057307	0,320122	0,273556	0,124481	0,203804	0,268657	0,230769	0,25	2,46651	0,246651	STABILUMAS		
0,143198	0,10274	0,057307	0,064024	0,273556	0,124481	0,081522	0,044776	0,076923	0,138889	1,107416	0,110742	PATVARUMAS		
0,0179	0,020548	0,057307	0,064024	0,054711	0,062241	0,040761	0,223881	0,025641	0,083333	0,650346	0,065035	KASTAI		
0,02864	0,10274	0,057307	0,064024	0,045593	0,124481	0,008152	0,044776	0,025641	0,083333	0,584687	0,058469	GRUNTAS		
0,023866	0,020548	0,011461	0,009146	0,030395	0,041494	0,040761	0,044776	0,025641	0,027778	0,275867	0,027587	APLINKA		
0,023866	0,034247	0,014327	0,009146	0,030395	0,024896	0,013587	0,014925	0,025641	0,027778	0,218808	0,021881	PRIEŽIURA		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			

8 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3					
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7					
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1					
6,955556	9,733333	18,45	15,61905	3,655556	8,033333	25,53333	22,33333	39	42	Sumos				
0,14377	0,10274	0,487805	0,320122	0,091185	0,124481	0,35248	0,223881	0,153846	0,142857	2,143168	0,214317	GAMYBA		
0,14377	0,10274	0,054201	0,064024	0,091185	0,124481	0,195822	0,044776	0,128205	0,071429	1,020634	0,102063	MONTAVIMAS		
0,015974	0,10274	0,054201	0,021341	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,128205	0,095238	0,680833	0,068083	SAV.SVORIS		
0,028754	0,10274	0,162602	0,064024	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,179487	0,166667	0,967407	0,096741	PROJEKTAVIMAS		
0,43131	0,308219	0,054201	0,320122	0,273556	0,124481	0,195822	0,268657	0,230769	0,214286	2,421423	0,242142	STABILUMAS		
0,14377	0,10274	0,054201	0,064024	0,273556	0,124481	0,078329	0,044776	0,076923	0,119048	1,081848	0,108185	PATVARUMAS		
0,015974	0,020548	0,054201	0,064024	0,054711	0,062241	0,039164	0,223881	0,025641	0,071429	0,631814	0,063181	KASTAI		
0,028754	0,10274	0,054201	0,064024	0,045593	0,124481	0,007833	0,044776	0,025641	0,071429	0,569471	0,056947	GRUNTAS		
0,023962	0,020548	0,01084	0,009146	0,030395	0,041494	0,039164	0,044776	0,025641	0,02381	0,269776	0,026978	APLINKA		
0,023962	0,034247	0,01355	0,009146	0,030395	0,024896	0,013055	0,014925	0,025641	0,02381	0,213627	0,021363	PRIEŽIURA		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			

9 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	7	5	0,333333	1	9	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	4	3					
0,142857	1	1	0,5	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	2	1	0,2	1	1	1	7	5					
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,25	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	0,2	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1					
6,987302	9,783333	15,45	15,84286	3,655556	8,033333	25,53333	22,33333	38	40	Sumos				
0,143117	0,102215	0,453074	0,3156	0,091185	0,124481	0,35248	0,223881	0,157895	0,15	2,113928	0,211393	GAMYBA		
0,143117	0,102215	0,064725	0,06312	0,091185	0,124481	0,195822	0,044776	0,105263	0,075	1,009705	0,10097	MONTAVIMAS		
0,020445	0,102215	0,064725	0,03156	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,131579	0,1	0,713657	0,071366	SAV.SVORIS		
0,028623	0,102215	0,12945	0,06312	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,184211	0,125	0,895751	0,089575	PROJEKTAVIMAS		
0,42935	0,306644	0,064725	0,3156	0,273556	0,124481	0,195822	0,268657	0,236842	0,225	2,440678	0,244068	STABILUMAS		
0,143117	0,102215	0,064725	0,06312	0,273556	0,124481	0,078329	0,044776	0,078947	0,125	1,098266	0,109827	PATVARUMAS		
0,015902	0,020443	0,064725	0,06312	0,054711	0,062241	0,039164	0,223881	0,026316	0,075	0,645502	0,06455	KASTAI		
0,028623	0,102215	0,064725	0,06312	0,045593	0,124481	0,007833	0,044776	0,026316	0,075	0,582682	0,058268	GRUNTAS		
0,023853	0,025554	0,012945	0,009017	0,030395	0,041494	0,039164	0,044776	0,026316	0,025	0,278514	0,027851	APLINKA		
0,023853	0,034072	0,016181	0,012624	0,030395	0,024896	0,013055	0,014925	0,026316	0,025	0,221317	0,022132	PRIEŽIURA		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			

10 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3					
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7					
3	3	1	5	1	1	5	6	9	9					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1					
6,955556	9,733333	18,45	15,61905	3,655556	8,033333	25,53333	22,33333	39	42	Sumos				
0,14377	0,10274	0,487805	0,320122	0,091185	0,124481	0,35248	0,223881	0,153846	0,142857	2,143168	0,214317	GAMYBA		
0,14377	0,10274	0,054201	0,064024	0,091185	0,124481	0,195822	0,044776	0,128205	0,071429	1,020634	0,102063	MONTAVIMAS		
0,015974	0,10274	0,054201	0,021341	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,128205	0,095238	0,680833	0,068083	SAV.SVORIS		
0,028754	0,10274	0,162602	0,064024	0,054711	0,124481	0,039164	0,044776	0,179487	0,166667	0,967407	0,096741	PROJEKTAVIMAS		
0,43131	0,308219	0,054201	0,320122	0,273556	0,124481	0,195822	0,268657	0,230769	0,214286	2,421423	0,242142	STABILUMAS		
0,14377	0,10274	0,054201	0,064024	0,273556	0,124481	0,078329	0,044776	0,076923	0,119048	1,081848	0,108185	PATVARUMAS		
0,015974	0,020548	0,054201	0,064024	0,054711	0,062241	0,039164	0,223881	0,025641	0,071429	0,631814	0,063181	KASTAI		
0,028754	0,10274	0,054201	0,064024	0,045593	0,124481	0,007833	0,044776	0,025641	0,071429	0,569471	0,056947	GRUNTAS		
0,023962	0,020548	0,01084	0,009146	0,030395	0,041494	0,039164	0,044776	0,025641	0,02381	0,269776	0,026978	APLINKA		
0,023962	0,034247	0,01355	0,009146	0,030395	0,024896	0,013055	0,014925	0,025641	0,02381	0,213627	0,021363	PRIEŽIURA		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			

11 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	6	5	0,5	1	5	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3					
0,166667	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7					
2	3	1	5	1	1	5	6	8	7					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,2	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	4					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,125	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,142857	0,2	0,25	0,333333	1	1					
6,1	9,733333	15,45	15,61905	3,867857	8,033333	21,45	22,33333	38	41	Sumos				
0,163934	0,10274	0,38835	0,320122	0,129271	0,124481	0,2331	0,223881	0,157895	0,146341	1,990115	0,199011	GAMYBA		
0,163934	0,10274	0,064725	0,064024	0,08618	0,124481	0,2331	0,044776	0,131579	0,073171	1,088711	0,108871	MONTAVIMAS		
0,027322	0,10274	0,064725	0,021341	0,051708	0,124481	0,04662	0,044776	0,131579	0,097561	0,712854	0,071285	SAV.SVORIS		
0,032787	0,10274	0,194175	0,064024	0,051708	0,124481	0,04662	0,044776	0,184211	0,170732	1,016254	0,101625	PROJEKTAVIMAS		
0,327869	0,308219	0,064725	0,320122	0,258541	0,124481	0,2331	0,268657	0,210526	0,170732	2,286972	0,228697	STABILUMAS		
0,163934	0,10274	0,064725	0,064024	0,258541	0,124481	0,09324	0,044776	0,078947	0,121951	1,117361	0,111736	PATVARUMAS		
0,032787	0,020548	0,064725	0,064024	0,051708	0,062241	0,04662	0,223881	0,026316	0,097561	0,69041	0,069041	KASTAI		
0,032787	0,10274	0,064725	0,064024	0,04309	0,124481	0,009324	0,044776	0,026316	0,073171	0,585434	0,058543	GRUNTAS		
0,027322	0,020548	0,012945	0,009146	0,032318	0,041494	0,04662	0,044776	0,026316	0,02439	0,285875	0,028588	APLINKA		
0,027322	0,034247	0,016181	0,009146	0,036934	0,024896	0,011655	0,014925	0,026316	0,02439	0,226014	0,022601	PRIEŽIURA		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			

12 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	8	5	0,333333	1	7	5	6	6					
1	1	1	1	0,333333	1	4	1	5	3					
0,125	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4					
0,2	1	3	1	0,25	1	1	1	7	1					
3	3	1	4	1	1	5	6	9	9					
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5					
0,142857	0,25	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3					
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3					
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,111111	0,333333	1	1	1	1					
0,166667	0,333333	0,25	1	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1					
7,00119	9,783333	17,45	15,47619	3,705556	8,033333	22,53333	22,33333	39	36	Sumos				
0,142833	0,102215	0,458453	0,323077	0,089955	0,124481	0,310651	0,223881	0,153846	0,166667	2,096058	0,209606	GAMYBA		
0,142833	0,102215	0,057307	0,064615	0,089955	0,124481	0,177515	0,044776	0,128205	0,083333	1,015235	0,101524	MONTAVIMAS		
0,017854	0,102215	0,057307	0,021538	0,053973	0,124481	0,044379	0,044776	0,128205	0,111111	0,705839	0,070584	SAV.SVORIS		
0,028567	0,102215	0,17192	0,064615	0,067466	0,124481	0,044379	0,044776	0,179487	0,027778	0,855684	0,085568	PROJEKTAVIMAS		
0,428499	0,306644	0,057307	0,258462	0,269865	0,124481	0,221893	0,268657	0,230769	0,25	2,416576	0,241658	STABILUMAS		
0,142833	0,102215	0,057307	0,064615	0,269865	0,124481	0,088757	0,044776	0,076923	0,138889	1,110661	0,111066	PATVARUMAS		
0,020405	0,025554	0,057307	0,064615	0,053973	0,062241	0,044379	0,223881	0,025641	0,083333	0,661328	0,066133	KASTAI		
0,028567	0,102215	0,057307	0,064615	0,044978	0,124481	0,008876	0,044776	0,025641	0,083333	0,584788	0,058479	GRUNTAS		
0,023805	0,020443	0,011461	0,009231	0,029985	0,041494	0,044379	0,044776	0,025641	0,027778	0,278993	0,027899	APLINKA		
0,023805	0,034072	0,014327	0,064615	0,029985	0,024896	0,014793	0,014925	0,025641	0,027778	0,274837	0,027484	PRIEŽIURA		

13 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	5	5	0,333333	1	6	6	6	6				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,2	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	6				
3	3	1	5	1	1	5	6	6	6				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,166667	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,166667	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3				
0,166667	0,2	0,2	0,142857	0,166667	0,333333	1	1	1	1				
0,166667	0,333333	0,25	0,166667	0,166667	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
7,066667	9,733333	14,45	15,64286	3,766667	8,033333	22,53333	23,33333	36	38	Sumos			
0,141509	0,10274	0,346021	0,319635	0,088496	0,124481	0,266272	0,257143	0,166667	0,157895	1,970858	0,197086	GAMYBA	
0,141509	0,10274	0,069204	0,063927	0,088496	0,124481	0,221893	0,042857	0,138889	0,078947	1,072944	0,107294	MONTAVIMAS	
0,028302	0,10274	0,069204	0,021309	0,053097	0,124481	0,044379	0,042857	0,138889	0,105263	0,730521	0,073052	SAV.SVORIS	
0,028302	0,10274	0,207612	0,063927	0,053097	0,124481	0,044379	0,042857	0,194444	0,157895	1,019735	0,101973	PROJEKTAVIMAS	
0,424528	0,308219	0,069204	0,319635	0,265487	0,124481	0,221893	0,257143	0,166667	0,157895	2,315152	0,231515	STABILUMAS	
0,141509	0,10274	0,069204	0,063927	0,265487	0,124481	0,088757	0,042857	0,083333	0,131579	1,113875	0,111388	PATVARUMAS	
0,023585	0,020548	0,069204	0,063927	0,053097	0,062241	0,044379	0,214286	0,027778	0,078947	0,657992	0,065799	KASTAI	
0,023585	0,10274	0,069204	0,063927	0,044248	0,124481	0,008876	0,042857	0,027778	0,078947	0,586643	0,058664	GRUNTAS	
0,023585	0,020548	0,013841	0,009132	0,044248	0,041494	0,044379	0,042857	0,027778	0,026316	0,294177	0,029418	APLINKA	
0,023585	0,034247	0,017301	0,010654	0,044248	0,024896	0,014793	0,014286	0,027778	0,026316	0,238103	0,02381	PRIEZIURA	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		

14 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	6	5	0,333333	1	9	5	6	6				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,166667	1	1	0,333333	1	1	1	1	7	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	7	7				
3	3	1	5	1	1	5	8	8	9				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,2	1	1	1	0,125	1	0,2	1	1	3				
0,166667	0,2	0,142857	0,142857	0,125	0,333333	1	1	1	1				
0,166667	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
7,011111	9,733333	15,39286	15,61905	4,427778	8,033333	25,53333	24,33333	40	42	Sumos			
0,142631	0,10274	0,389791	0,320122	0,075282	0,124481	0,35248	0,205479	0,15	0,142857	2,005864	0,200586	GAMYBA	
0,142631	0,10274	0,064965	0,064024	0,075282	0,124481	0,195822	0,041096	0,125	0,071429	1,007471	0,100747	MONTAVIMAS	
0,023772	0,10274	0,064965	0,021341	0,225847	0,124481	0,039164	0,041096	0,175	0,095238	0,913645	0,091364	SAV.SVORIS	
0,028526	0,10274	0,194896	0,064024	0,045169	0,124481	0,039164	0,041096	0,175	0,166667	0,981764	0,098176	PROJEKTAVIMAS	
0,427892	0,308219	0,064965	0,320122	0,225847	0,124481	0,195822	0,328767	0,2	0,214286	2,410402	0,24104	STABILUMAS	
0,142631	0,10274	0,064965	0,064024	0,225847	0,124481	0,078329	0,041096	0,075	0,119048	1,038161	0,103816	PATVARUMAS	
0,015848	0,020548	0,064965	0,064024	0,045169	0,062241	0,039164	0,205479	0,025	0,071429	0,613868	0,061387	KASTAI	
0,028526	0,10274	0,064965	0,064024	0,028231	0,124481	0,007833	0,041096	0,025	0,071429	0,558325	0,055833	GRUNTAS	
0,023772	0,020548	0,009281	0,009146	0,028231	0,041494	0,039164	0,041096	0,025	0,02381	0,261541	0,026154	APLINKA	
0,023772	0,034247	0,016241	0,009146	0,025094	0,024896	0,013055	0,013699	0,025	0,02381	0,208959	0,020896	PRIEZIURA	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		

15 eksperto rodiklių vertinimas

1	1	9	5	0,333333	1	9	5	5	5				
1	1	1	1	0,333333	1	5	1	5	3				
0,111111	1	1	0,333333	0,2	1	1	1	5	4				
0,2	1	3	1	0,2	1	1	1	5	7				
3	3	5	5	1	1	5	6	9	7				
1	1	1	1	1	1	2	1	3	5				
0,111111	0,2	1	1	0,2	0,5	1	5	1	3				
0,2	1	1	1	0,166667	1	0,2	1	1	3				
0,2	0,2	0,2	0,142857	0,2	0,333333	1	1	1	1				
0,2	0,333333	0,25	0,142857	0,111111	0,2	0,333333	0,333333	1	1				
7,022222	9,733333	22,45	15,61905	3,744444	8,033333	25,53333	22,33333	36	39	Sumos			
0,142405	0,10274	0,400891	0,320122	0,089021	0,124481	0,35248	0,223881	0,138889	0,128205	2,023115	0,202311	GAMYBA	
0,142405	0,10274	0,044543	0,064024	0,089021	0,124481	0,195822	0,044776	0,138889	0,076923	1,023625	0,102363	MONTAVIMAS	
0,015823	0,10274	0,044543	0,021341	0,053412	0,124481	0,039164	0,044776	0,138889	0,102564	0,687735	0,068773	SAV.SVORIS	
0,028481	0,10274	0,13363	0,064024	0,053412	0,124481	0,039164	0,044776	0,138889	0,179487	0,909086	0,090909	PROJEKTAVIMAS	
0,427215	0,308219	0,222717	0,320122	0,267062	0,124481	0,195822	0,268657	0,25	0,179487	2,563783	0,256378	STABILUMAS	
0,142405	0,10274	0,044543	0,064024	0,267062	0,124481	0,078329	0,044776	0,083333	0,128205	1,0799	0,10799	PATVARUMAS	
0,015823	0,020548	0,044543	0,064024	0,053412	0,062241	0,039164	0,223881	0,027778	0,076923	0,628338	0,062834	KASTAI	
0,028481	0,10274	0,044543	0,064024	0,04451	0,124481	0,007833	0,044776	0,027778	0,076923	0,56609	0,056609	GRUNTAS	
0,028481	0,020548	0,008909	0,009146	0,053412	0,041494	0,039164	0,044776	0,027778	0,025641	0,29935	0,029935	APLINKA	
0,028481	0,034247	0,011136	0,009146	0,029674	0,024896	0,013055	0,014925	0,027778	0,025641	0,218979	0,021898	PRIEZIURA	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		

Pagrindiniai skaičiavimo modeliai sudaryti programoje Staad.Pro

1 alternatyva

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 15-May-15

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KN

ELEMENT PROPERTY

2562 TO 2565 2572 2573 THICKNESS 0.1

* Konstrukcijos medžiagos savybes

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC CONCRETE

E 3.4e+007

POISSON 0.17

DENSITY 25

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

ISOTROPIC PLOKSTELES

E 100000

POISSON 0.17

DENSITY 2

ISOTROPIC PAKOLTAS

E 0.2e+007

POISSON 0.17

DENSITY 2

END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY AMERICAN

2567 TO 2571 2574 TO 2773 PRIS YD 0.25 ZD 0.25

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 5 TO 32 37 TO 64 69 TO 96 101 TO 128 133 TO 160 165 -

166 TO 192 197 TO 224 229 TO 256 261 TO 288 293 TO 640 645 TO 672 677 TO 704 -

709 TO 736 741 TO 768 773 TO 800 805 TO 832 837 TO 864 869 TO 896 -

901 TO 928 933 TO 1280 1285 TO 1312 1317 TO 1344 1349 TO 1376 1381 TO 1408 -
1413 TO 1440 1445 TO 1472 1477 TO 1504 1509 TO 1536 1541 TO 1568 -
1573 TO 1920 1925 TO 1952 1957 TO 1984 1989 TO 2016 2021 TO 2048 -
2053 TO 2080 2085 TO 2112 2117 TO 2144 2149 TO 2176 2181 TO 2208 -
2213 TO 2560 2567 TO 2571 2574 TO 2773 2879 TO 3038

MATERIAL PLOKSTELES MEMB 2562 TO 2565 2572 2573

* Konstrukcijos atramos

SUPPORTS

19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53 55 57 59 61 63 65 67 -
69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 91 93 95 97 99 101 103 105 107 109 111 113 -
115 117 119 121 123 125 127 131 1419 1421 1423 1425 1427 1429 1431 1433 1435 -
1437 1439 1441 1443 1445 1447 1449 1451 1453 1455 1457 1459 1461 1463 1465 -
1467 1469 1471 1473 1475 2124 2126 2128 2130 2132 2134 2136 2138 2140 2142 -
2144 2146 2148 2150 2152 2154 2156 2158 2160 2162 2164 2166 2168 2170 2172 -
2174 2176 2178 2180 2831 2833 2835 2837 2839 2841 2843 2845 2847 2849 2851 -
2853 2855 2857 2859 2861 2863 2865 2867 2869 2871 2873 2875 2877 2879 2881 -
2883 FIXED

* Konstrukcija veikiancios apkrovos

MEMBER RELEASE

2567 TO 2571 2574 TO 2773 START KFX 8000

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1

SELFWEIGHT Y -1

ELEMENT LOAD

2562 TRAP GX Y 18 33

2563 TRAP GX Y 6 18

2562 TO 2565 PR GX 33

2565 TRAP GX Y 33 48

2564 TRAP GX Y 0 6

2573 TRAP GX Y 0 -25

2572 TRAP GX Y -25 -50

PERFORM ANALYSIS

FINISH

2 alternatyva

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 15-May-15

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KN

ELEMENT PROPERTY

2562 TO 2564 2572 2573 6317 THICKNESS 0.1

* Konstrukcijos medziagos savybes

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC CONCRETE

E 3.4e+007

POISSON 0.17

DENSITY 25

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

ISOTROPIC PLOKSTELES

E 100000

POISSON 0.17

DENSITY 2

ISOTROPIC PAKOLTAS

E 0.2e+007

POISSON 0.17

DENSITY 2

END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY AMERICAN

2567 TO 2571 2574 TO 2738 PRIS YD 0.25 ZD 0.25

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 13 TO 32 45 TO 64 77 TO 96 109 TO 128 141 TO 160 173 -

174 TO 192 205 TO 224 237 TO 256 269 TO 288 301 TO 640 653 TO 672 685 TO 704 -

717 TO 736 749 TO 768 781 TO 800 813 TO 832 845 TO 864 877 TO 896 -

909 TO 928 941 TO 1280 1293 TO 1312 1325 TO 1344 1357 TO 1376 1389 TO 1408 -

1421 TO 1440 1453 TO 1472 1485 TO 1504 1517 TO 1536 1549 TO 1568 -

1581 TO 1920 1933 TO 1952 1965 TO 1984 1997 TO 2016 2029 TO 2048 -

2061 TO 2080 2093 TO 2112 2125 TO 2144 2157 TO 2176 2189 TO 2208 -

2221 TO 2560 2567 TO 2571 2574 TO 2738 6293 TO 6316 6318 TO 6549

MATERIAL PLOKSTELES MEMB 2562 TO 2564 2572 2573 6317

* Konstrukcijos atramos

SUPPORTS

51 53 55 57 59 61 63 65 67 69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 91 93 95 97 99 -
101 103 105 107 109 111 113 115 117 119 121 123 125 127 131 1435 1437 1439 -
1441 1443 1445 1447 1449 1451 1453 1455 1457 1459 1461 1463 1465 1467 1469 -
1471 1473 1475 2140 2142 2144 2146 2148 2150 2152 2154 2156 2158 2160 2162 -
2164 2166 2168 2170 2172 2174 2176 2178 2180 2847 2849 2851 2853 2855 2857 -
2859 2861 2863 2865 2867 2869 2871 2873 2875 2877 2879 2881 2883 FIXED

* Konstrukcija veikiancios apkrovos

MEMBER RELEASE

2567 TO 2571 2574 TO 2738 START KFX 8000

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1

SELFWEIGHT Y -1

ELEMENT LOAD

2562 TRAP GX Y 18 33

2563 TRAP GX Y 6 18

2562 TO 2564 PR GX 33

2564 TRAP GX Y 0 6

2573 TRAP GX Y 0 -25

2572 TRAP GX Y -25 -50

6317 TRAP GX Y 33 48

PERFORM ANALYSIS

FINISH

3 alternatyva

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 15-May-15

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KN

JOINT COORDINATES

ELEMENT PROPERTY

6411 TO 6415 THICKNESS 0.1

* Konstrukcijos medziagos savybes

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC CONCRETE

E 3.4e+007

POISSON 0.17

DENSITY 25

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

ISOTROPIC PLOKSTELES

E 100000

POISSON 0.17

DENSITY 2

ISOTROPIC PAKOLTAS

E 0.2e+007

POISSON 0.17

DENSITY 2

END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY AMERICAN

2589 TO 2738 6263 TO 6267 6300 TO 6304 6337 TO 6341 6374 TO 6377 -

6378 PRIS YD 0.25 ZD 0.25

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 81 TO 96 113 TO 128 145 TO 160 177 TO 192 209 TO 224 -

241 TO 256 273 TO 288 305 TO 320 325 TO 340 345 TO 360 365 TO 380 -

385 TO 400 405 TO 420 425 TO 440 445 TO 460 505 TO 616 721 TO 736 -

753 TO 768 785 TO 800 817 TO 832 849 TO 864 881 TO 896 913 TO 928 -

945 TO 960 965 TO 980 985 TO 1000 1005 TO 1020 1025 TO 1040 1045 TO 1060 -

1065 TO 1080 1085 TO 1100 1145 TO 1256 1361 TO 1376 1393 TO 1408 -

1425 TO 1440 1457 TO 1472 1489 TO 1504 1521 TO 1536 1553 TO 1568 -

1585 TO 1600 1605 TO 1620 1625 TO 1640 1645 TO 1660 1665 TO 1680 -

1685 TO 1700 1705 TO 1720 1725 TO 1740 1785 TO 1896 2001 TO 2016 -

2033 TO 2048 2065 TO 2080 2097 TO 2112 2129 TO 2144 2161 TO 2176 -

2193 TO 2208 2225 TO 2240 2245 TO 2260 2265 TO 2280 2285 TO 2300 -

2305 TO 2320 2325 TO 2340 2345 TO 2360 2365 TO 2380 2425 TO 2536 -

2589 TO 2738 6263 TO 6410

MATERIAL PLOKSTELES MEMB 6411 TO 6415

* Konstrukcijos atramos

SUPPORTS

165 TO 198 1493 TO 1509 2198 TO 2214 2903 TO 2919 FIXED

* Konstrukcija veikaincios apkrovos

MEMBER RELEASE

2589 TO 2738 6263 TO 6267 6300 TO 6304 6337 TO 6341 6374 TO 6377 -

6378 START KFX 8000
LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1
SELFWEIGHT Y -1
ELEMENT LOAD
6412 TRAP GX Y 18 33
6411 TRAP GX Y 6 18
6411 TO 6413 PR GX 33
6413 TRAP GX Y 33 48
6414 TRAP GX Y 0 -15
6415 TRAP GX Y -15 -30
PERFORM ANALYSIS
FINISH

4 alternatyva

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 15-May-15
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KN
JOINT COORDINATES
ELEMENT PROPERTY
2562 2565 2572 2573 THICKNESS 0.1
* Konstrukcijos medziagos savybes
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 3.4e+007
POISSON 0.17
DENSITY 25
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
ISOTROPIC PLOKSTELES
E 100000
POISSON 0.17
DENSITY 2
ISOTROPIC PAKOLTAS

E 0.2e+007

POISSON 0.17

DENSITY 2

END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY AMERICAN

2589 TO 2738 PRIS YD 0.25 ZD 0.25

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 17 TO 32 49 TO 64 81 TO 96 113 TO 128 145 TO 160 177 -

178 TO 192 209 TO 224 241 TO 256 273 TO 288 305 TO 320 325 TO 340 345 TO 360 -

365 TO 380 385 TO 400 405 TO 420 425 TO 440 445 TO 460 465 TO 480 -

485 TO 500 505 TO 640 657 TO 672 689 TO 704 721 TO 736 753 TO 768 -

785 TO 800 817 TO 832 849 TO 864 881 TO 896 913 TO 928 945 TO 960 -

965 TO 980 985 TO 1000 1005 TO 1020 1025 TO 1040 1045 TO 1060 1065 TO 1080 -

1085 TO 1100 1105 TO 1120 1125 TO 1140 1145 TO 1280 1297 TO 1312 -

1329 TO 1344 1361 TO 1376 1393 TO 1408 1425 TO 1440 1457 TO 1472 -

1489 TO 1504 1521 TO 1536 1553 TO 1568 1585 TO 1600 1605 TO 1620 -

1625 TO 1640 1645 TO 1660 1665 TO 1680 1685 TO 1700 1705 TO 1720 -

1725 TO 1740 1745 TO 1760 1765 TO 1780 1785 TO 1920 1937 TO 1952 -

1969 TO 1984 2001 TO 2016 2033 TO 2048 2065 TO 2080 2097 TO 2112 -

2129 TO 2144 2161 TO 2176 2193 TO 2208 2225 TO 2240 2245 TO 2260 -

2265 TO 2280 2285 TO 2300 2305 TO 2320 2325 TO 2340 2345 TO 2360 -

2365 TO 2380 2385 TO 2400 2405 TO 2420 2425 TO 2560 2589 TO 2738 -

6417 TO 6432 6438 TO 6453 6459 TO 6474 6480 TO 6495 6501 TO 6516 -

6522 TO 6537 6627 TO 6666 6672 TO 6711 6717 TO 6756 6762 TO 6801 -

6807 TO 6846 6852 TO 6891 6897

MATERIAL CONCRETE MEMB 6898 TO 6936 6942 TO 7237

MATERIAL PLOKSTELES MEMB 2562 2565 2572 2573

* Konstrukcijos atramos

SUPPORTS

65 67 69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 91 93 95 97 99 101 103 105 107 109 -

111 113 115 117 119 121 123 125 127 131 1443 1445 1447 1449 1451 1453 1455 -

1457 1459 1461 1463 1465 1467 1469 1471 1473 1475 2148 2150 2152 2154 2156 -

2158 2160 2162 2164 2166 2168 2170 2172 2174 2176 2178 2180 2853 2855 2857 -

2859 2861 2863 2865 2867 2869 2871 2873 2875 2877 2879 2881 2883 8799 8801 -

8821 8832 8843 8854 8856 8876 8887 8898 8909 8911 8931 8942 8953 8964 8966 -

8986 8997 9008 9019 9021 9041 9052 9063 9074 9076 9096 9107 9118 9129 9131 -

9151 9162 9173 9185 9204 9215 FIXED

* Konstrukcija veikaincios apkrovos

MEMBER RELEASE

2589 TO 2738 START KFX 8000

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1

SELFWEIGHT Y -1

ELEMENT LOAD

2562 TRAP GX Y 18 33

2562 2565 PR GX 33

2565 TRAP GX Y 33 48

2573 TRAP GX Y 0 -25

2572 TRAP GX Y -25 -50

PERFORM ANALYSIS

FINISH

5 alternatyva

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 15-May-15

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KN

JOINT COORDINATES

ELEMENT PROPERTY

2562 2565 2572 2573 THICKNESS 0.1

* Konstrukcijos medziagos savybes

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC CONCRETE

E 3.4e+007

POISSON 0.17

DENSITY 25

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

ISOTROPIC PLOKSTELES

E 100000

POISSON 0.17

DENSITY 2

ISOTROPIC PAKOLTAS

E 0.2e+007

POISSON 0.17

DENSITY 2

END DEFINE MATERIAL

MEMBER PROPERTY AMERICAN

2589 TO 2738 7252 TO 7256 7297 TO 7301 7342 TO 7346 7387 TO 7390 -

7391 PRIS YD 0.25 ZD 0.25

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 17 TO 32 49 TO 64 81 TO 96 113 TO 128 145 TO 160 177 -

178 TO 192 209 TO 224 241 TO 256 273 TO 288 305 TO 320 325 TO 340 345 TO 360 -

365 TO 380 385 TO 400 405 TO 420 425 TO 440 445 TO 460 465 TO 480 -

485 TO 500 505 TO 628 657 TO 672 689 TO 704 721 TO 736 753 TO 768 -

785 TO 800 817 TO 832 849 TO 864 881 TO 896 913 TO 928 945 TO 960 -

965 TO 980 985 TO 1000 1005 TO 1020 1025 TO 1040 1045 TO 1060 1065 TO 1080 -

1085 TO 1100 1105 TO 1120 1125 TO 1140 1145 TO 1268 1297 TO 1312 -

1329 TO 1344 1361 TO 1376 1393 TO 1408 1425 TO 1440 1457 TO 1472 -

1489 TO 1504 1521 TO 1536 1553 TO 1568 1585 TO 1600 1605 TO 1620 -

1625 TO 1640 1645 TO 1660 1665 TO 1680 1685 TO 1700 1705 TO 1720 -

1725 TO 1740 1745 TO 1760 1765 TO 1780 1785 TO 1908 1937 TO 1952 -

1969 TO 1984 2001 TO 2016 2033 TO 2048 2065 TO 2080 2097 TO 2112 -

2129 TO 2144 2161 TO 2176 2193 TO 2208 2225 TO 2240 2245 TO 2260 -

2265 TO 2280 2285 TO 2300 2305 TO 2320 2325 TO 2340 2345 TO 2360 -

2365 TO 2380 2385 TO 2400 2405 TO 2420 2425 TO 2548 2589 TO 2738 6417 6418 -

6421 6422 6425 6426 6429 6430 6438 6439 6442 6443 6446 6447 6450 6451 6459 -

6460 6463 6464 6467 6468 6471 6472 6480 6481 6484 6485 6488 6489 6492 6493 -

6501 6502 6505 6506 6509

MATERIAL CONCRETE MEMB 6510 6513 6514 6522 6523 6526 6527 6530 6531 6534 6535 -

6627 TO 6666 6672 TO 6711 6717 TO 6756 6762 TO 6801 6807 TO 6846 -

6852 TO 6891 6987 TO 7026 7032 TO 7071 7077 TO 7116 7122 TO 7161 -

7167 TO 7206 7212 TO 7943

MATERIAL PLOKSTELES MEMB 2562 2565 2572 2573

* Konstrukcijos atramos

SUPPORTS

65 67 69 71 73 75 77 79 81 83 85 87 89 91 93 95 97 99 101 103 105 107 109 -

111 113 115 117 119 121 123 125 127 129 131 1443 1445 1447 1449 1451 1453 -

1455 1457 1459 1461 1463 1465 1467 1469 1471 1473 1475 2148 2150 2152 2154 -
2156 2158 2160 2162 2164 2166 2168 2170 2172 2174 2176 2178 2180 2853 2855 -
2857 2859 2861 2863 2865 2867 2869 2871 2873 2875 2877 2879 2881 2883 2885 -
8799 8801 8821 8832 8843 8854 8856 8876 8887 8898 8909 8911 8931 8942 8953 -
8964 8966 8986 8997 9008 9019 9021 9041 9052 9063 9076 9096 9107 9235 9243 -
9244 9249 9251 9271 9282 9293 9304 9306 9326 9337 9348 9359 9361 9381 9392 -
9403 9414 9416 9436 9447 9458 9469 9471 9491 9502 9513 FIXED

* Konstrukcija veikiancios apkrovos

MEMBER RELEASE

2589 TO 2738 7252 TO 7256 7297 TO 7301 7342 TO 7346 7387 TO 7390 -

7391 START KFX 8000

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1

SELFWEIGHT Y -1

ELEMENT LOAD

2562 TRAP GX Y 18 33

2562 2565 PR GX 33

2565 TRAP GX Y 33 48

2573 TRAP GX Y 0 -25

2572 TRAP GX Y -25 -50

PERFORM ANALYSIS

FINISH