



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Aušvydas Joneikis

**ADMINISTRACINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBOS
ŽEMĖS DARBŲ VYKDYMO TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ
VERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lekt. dr. Violeta Medelienė

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
prof. Mindaugas Daukšys

ADMINISTRACINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBOS
ŽEMĖS DARBŲ VYKDYMO TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ
VERTINIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (621J80001)

Vadovas

Lekt. dr. Violeta Medelienė

Recenzentas

Projektą atliko

Aušvydas Joneikis

KAUNAS, 2017

Užduotis 1

Užduotis 2

Parašu lapas



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros fakultetas

(Fakultetas)

Aušvydas Joneikis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba (621J80001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. sausio 02 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Aušvydo Joneikio**, baigiamasis projektas tema „Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

**ADMINISTRACINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBOS ŽEMĖS DARBŲ VYKDYMO
TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ VERTINIMAS**

Aušvydas Joneikis

Darbo tikslas – atlikus galimų žemės darbų vykdymo technologijų analizę, nustatytiems 6 galimiems variantams pritaikyti daugiakriterinį technologinių procesų vertinimą ir nustatyti, kuris alternatyvus sprendimas yra naudingiausias. Nustatytą racionalų žemės darbų vykdymo sprendimą pritaikyti projektuojamam administracinės paskirties pastatui bei parengti organizacinius sprendimus.

Administracinės paskirties pastatas projektuojamas Šiaulių mieste. Jis tenkina šiuolaikinius estetinius, ekonominius bei architektūrinius reikalavimus. To pasiekta tinkamai parinkus statybines medžiagas, gaminius bei racionalias darbų vykdymo technologijas.

Atlikus daugiakriterinį technologinių procesų įvertinimą, nustatomi 3 naudingiausi variantai. Sudarius trimačius iškasų modelius, apskaičiuojami kiekvieno proceso darbų kiekiai, sudaromi kalendoriniai darbų grafikai, parengiamos racionalaus varianto organizacinė bei ekonominė dalys. Brėžiniuose pateikiamos visų trijų variantų technologinės schemas.

Baigiamajame darbe suprojektuojama laikina plieninių spraustasielių sienutė. Apskaičiuojamas aktyvus ir pasyvus grunto slėgis bei sienutę veikiančios skersinės jėgos. Pagal gautus skaičiavimus, nustatomas sienutės įgilinimas, parenkamas reikiamas gaminio profilis.

Darbą sudaro šios dalys: mokslinis tiriamasis darbas, statinio statybos teisinis reglamentas, architektūrinė, konstrukcinė, technologinė, organizacinė, ekonominė, bei darbo saugos ir aplinkosaugos dalys. Baigiamasis magistro darbas parašytas lietuvių kalba.

Reikšminiai žodžiai: daugiakriterinė analizė, plieninis spraustasienis, aktyvus grunto slėgis, ekskavatorius, nuolydis, sąmata.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

Master final work

**TECHNOLOGICAL PROCESS EVALUATION FOR GROUNDWORK FULFILLMENT OF
AN ADMINISTRATIVE PURPOSE BUILDINGS' CONSTRUCTION**

Aušvydas Joneikis

The purpose of the project is to determine 6 possible variations for groundwork fulfillment after completing the analysis of groundwork technologies. Using the multi-criteria analysis the most efficient method will be determined. After determining the most efficient method, it will be adapted to the designed administrative purpose building and the organisational decisions will be initiated to it.

The administrative purpose building is designed in the city of Šiauliai. The building is designed to meet today's esthetical, economical and architectural requirements. In order to fulfill all those requirements all of the buildings materials need to be chosen properly.

After the completion of the multi-criteria analysis, 3 three of the most efficient processes are determined. After creating three-dimensional models for these methods, quantities of work are then calculated. In addition, formed work schedule calendars are presented. Finally, the organisational part is calculated for the best method and estimations for all three methods are calculated. Technological schemes for all three methods are presented in the drawings.

A steel sheet pile wall is designed in the masters' final work. After calculating active and passive earth pressures and ground shear stresses, the depth of the wall is determined and the needed profile section is selected.

Structure: scientific research, introduction, architectural, structural, technological, organizational, economical and work safety parts and conclusions. The masters' final work is written in lithuanian language.

Keywords: multi-criteria analysis, steel sheet pile, active earth pressure, excavator, slope, estimate

Turinys

Paveikslų sąrašas	11
Lentelių sąrašas	12
Įvadas	14
1. Mokslinis tiriamasis darbas	16
1.1. Mokslinės literatūros apžvalga	16
1.2. Taikomi metodai	17
1.3. Galimų žemės darbų vykdymo technologijų analizė	18
1.3.1. Žemės darbų vykdymas gruntą kasant ekskavatoriumi (I vykdymo būdas)	18
1.3.2. Žemės darbų vykdymas gruntą kasant ekskavatoriumi su 3D valdymo sistema (II vykdymo būdas)	25
1.3.3. Žemės darbų vykdymas iškasą ramstant plieninių spraustasienių sienute ir kasant ekskavatoriumi (III vykdymo būdas)	27
1.4. Alternatyvių sprendimų vertinimas	31
1.4.1. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas	32
1.4.2. Alternatyvių sprendimų vertinimas, taikant daugiakriterinį TOPSIS metodą	37
2. Statybos reglamentavimas ir teisės sąlygos	44
3. Architektūrinė dalis	47
3.1. Pastato situacija	47
3.2. Pastato architektūriniai sprendimai	47
3.3. Pastato konstrukciniai sprendimai	48
3.4. Rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	50
4. Konstrukcinė dalis	53
4.1. Situacija	53
4.2. Aktyvaus ir pasyvaus grunto slėgio skaičiavimas	54
4.3. Plieninių spraustasienių įgilinimo skaičiavimas	58
4.4. Maksimalaus lenkimo momento nustatymas	60
4.5. Gaminio parinkimas	60
4.6. Įlinkio tikrinimas	62
5. Technologinė dalis	64
5.1. I-asis vykdymo būdas	64
5.1.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas	64
5.1.2. Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas	66
5.2. II-asis vykdymo būdas	68
5.2.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas	68
1.1.1. Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas	69
5.3. III-asis vykdymo būdas	71
5.3.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas	71
1.1.1. Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas	72
5.4. Mašinų komplekso darbams parinkimas	74

5.4.1.	Mašinos, skirtos augaliniam sluoksniui nuimti parinkimas	74
5.4.2.	Mašinų komplekso iškasom įrengti ir iškastam gruntui išvežti parinkimas	77
6.	Organizacinė dalis	80
6.1.	Mašinų pavojingų zonų skaičiavimas	80
6.2.	Laikinų privažiavimų ir kelių projektavimas	81
6.3.	Laikimų administracinių ir buitinių patalpų projektavimas	81
6.4.	Laikino vandentiekio projektavimas	83
6.5.	Laikiniųjų elektros tinklų projektavimas	85
6.6.	Objekto statybos techniniai ekonominiai rodikliai	88
6.7.	Statybvietės plano techniniai ekonominiai rodikliai	88
7.	Ekonominė dalis	90
8.	Darbų sauga ir aplinkosauga	93
8.1.	Darbų sauga statybos procesui	93
8.2.	Higiena, sveikta ir aplinkos apsauga	94
8.3.	Naudojimo sauga, gaisrinė sauga	94
8.4.	Apsauga nuo triukšmo	96
8.5.	Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas	96
	Išvados	98
	Literatūros sąrašas	99
	Priedai	103

Paveikslų sąrašas

1 pav. Buldozerio darbo schema	20
2 pav. Atgaliaieigio ekskavatoriaus darbo schema	21
3 pav. Ekskavatoriaus valdymo sistemos komponentų dalys ir išsidėstymas,.....	26
4 pav. Galimos plieninių spraustasienių kampinės jungtys.....	28
5 pav. Plieninių spraustasienių sandėliavimas	28
6 pav. Entropijos metodo algoritmas.....	32
7 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas	35
8 pav. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas.....	37
9 pav. Grafinis variantų palyginimas, kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas	41
10 pav. Grafinis variantų palyginimas, kai įvertinamas kompleksinis kriterijų reikšmingumas ..	43
11 pav. Rūsio atitvarų požeminės dalies schema	50
12 pav. Gręžinio pjūvis	53
13 pav. Skaičiuojamoji situacijos schema.....	54
14 pav. Ekskavatoriaus sukeliama grunto slėgio schema	56
15 pav. Grunto šoninio slėgio ir skersinių jėgų veikimo diagrama.....	58
16 pav. Ekskavatoriaus sukeliama grunto slėgio ir skersinių jėgų diagrama.....	59
17 pav. Plieninio spraustasienio pjūvis	61
18 pav. Plieninių spraustasienių sienutės įlinkio schema.....	62
19 pav. I-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis.....	64
20 pav. I-ojo metodo rankiniu būdu kasamų duobių trimatis modelis.....	65
21 pav. II-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis.....	68
22 pav. III-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis	71
23 pav. Tiesioginių ir netiesioginių išlaidų kiekio palyginimas.....	91
24 pav. Tiesioginių išlaidų pasiskirstymo palyginimas	91
25 pav. Netiesioginių išlaidų pasiskirstymo palyginimas	92
26 pav. Bendros kainos palyginimas.....	92

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Šlaito statusas, esant atitinkamam iškasos gyliui.....	22
2 lentelė. Gruntų sutrumpinimų paaiškinimas.....	22
3 lentelė. Horizontalus atstumas nuo iškasos šlaito pagrindo iki artimiausios mechanizmų atramos.	23
4 lentelė. Žemės iškasos nuokrypiai ir savikontrolė.	24
5 lentelė. Leistini gaminių nuokrypiai.....	29
6 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys.	32
7 lentelė. Normalizuota matrica P.	33
8 lentelė. Papildoma matrica ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$).....	33
9 lentelė. Entropijos lygiai.	34
10 lentelė. Kriterijų kitimo lygiai.	34
11 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas.....	34
12 lentelė. Porinis kriterijų palyginimas.	36
13 lentelė. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas.	36
14 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas.....	36
15 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys.	37
16 lentelė. Normalizuota matrica.	38
17 lentelė. Svertinė normalizuota matrica.....	39
18 lentelė. Svertinė normalizuota matrica.....	41
19 lentelė. Langų ir durų specifikacija.	49
20 lentelė. Gaminio PAU 2250 techniniai duomenys.....	61
21 lentelė. Gaminio PAU 2770 techniniai duomenys.....	63
22 lentelė. I-ojo metodo žemės darbų suvestinė.	65
23 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.	66
24 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.	67
25 lentelė. II-ojo metodo žemės darbų suvestinė.	68
26 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.	69
27 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.	70
28 lentelė. III-ojo metodo žemės darbų suvestinė.....	71
29 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.	72
30 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.	73
31 lentelė. Buldozerių techninės charakteristikos.....	74
32 lentelė. Ekskavatorių charakteristikos.....	77
33 lentelė. Savivarčio charakteristika.....	78
34 lentelė. Laikinių administracinių ir buitinių patalpų skaičiavimas.....	82

35 lentelė. Laikino vandens vartotojai ir atliekamų darbų apimtis per pamainą.....	83
36 lentelė. Vandens poreikio skaičiavimas.	84
37 lentelė. Laikinos elektros energijos vartotojai ir atliekamų darbų apimtys per parą.....	86
38 lentelė. Elektros energijos poreikio skaičiavimas.	87
39 lentelė. Objekto statybos techniniai ekonominiai rodikliai.	88
40 lentelė. Statybvietės plano techniniai ekonominiai rodikliai.	88
41 lentelė. Išlaidų suvestinė.	90

Ivadas

Šiuolaikinėse statybose vis plačiau diegiamos naujausios statybos darbų atlikimo technologijos. Tobulinama statybos technika, statybinės medžiagos, atrandamos technologijos, kurios leidžia paspartinti statybos eigą bei sutaupyti lėšų. To pasekoje, statybos įmonė, pritaikanti naujausias technologijas, gali sumažinti savo paslaugų kainas neprarandant pageidautino pelno ir stabiliau įsitvirtinti rinkoje.

Žemės darbų technologijos per daugelį metų taip pat patobulėjo. Šie darbai yra vieni iš pirmųjų, kuriuos reikia atlikti norint pradėti statinio statybą. Jie atliekami, norint įrengti statinio pamatus, klojant vamzdynus arba kitus inžinerinius tinklus. Yra daugybė galimų variantų bei skirtingų mechanizmų parinkimų, norint atlikti šiuos darbus, tačiau galutinis rezultatas turi būti vienodai kokybiškas ir atitikti nustatytus reikalavimus.

Šiuo metu, statybos rinkoje vis daugėja naujai besikuriančių įmonių, tad konkurencija didėja ir siekiant išlikti, reikia priimti sprendimus, kurie sutaupytų lėšas bei laiką, tačiau nepakenktų paslaugų kokybei.

Magistro baigiamasis darbas yra skirtas žemės darbų technologiniams procesams vertinti. Jis suskirstytas į atskiras dalis, t.y. į mokslinį tiriamąjį darbą, architektūrinę, konstrukcinę, technologinę, organizacinę bei ekonominę dalis. Taip pat darbe trumpai aptariami statinio statybos techninis reglamentas, darbų sauga ir aplinkosauga.

Tiriamąjoje dalyje atliekama žemės darbų technologijų analizė, nustatomi 6 galimi darbų atlikimo variantai, kuriems atliekama daugiakriterinė technologinių procesų analizė ir nustatomi 3 naudingiausi metodai.

Architektūrinėje dalyje aprašomi projektuojamo pastato architektūriniai sprendimai, sklype esančių dangų įrengimo reikalavimai, sklypo ir pastato pritaikymas žmonėms su negalia bei aptariami pastato konstrukciniai sprendimai.

Konstrukcinėje dalyje apskaičiuojamas plieninių spraustasienių sienutės įgilinimas bei tinkamiausio gaminio profilio parinkimas, atsižvelgiant į aktyvųjų ir pasyvųjų grunto slėgius ir susidarancias skersines jėgas.

Technologinėje dalyje detalai išnagrinėjami 3 naudingiausi metodai. Sudaromi trimačiai iškasų modeliai, iš kurių apskaičiuojami reikalingi žemės darbų kiekiai, papildomai parenkami mechanizmai, sudaromi kalendoriniai darbų atlikimo bei darbininkų poreikio grafikai.

Organizacinėje dalyje, pagal efektyviausio varianto duomenis, skaičiuojami reikalingų patalpų plotai, numatoma objekto pavojinga zona, suprojektuojami laikini keliai, paskaičiuojami reikalingi elektros, vandentiekio kiekiai.

Ekonominėje dalyje suskaičiuojamos trijų pasirinktų metodų darbų atlikimo sąmatos ir gauti rezultatai sulyginami.

Darbo saugos ir aplinkosaugos dalyje aptariami darbo saugos ir sveikatos, higienos, apsaugos nuo triukšmo ir energijos išsaugojimo reikalavimai.

Problema – kuri šiuolaikinė žemės darbų vykdymo technologija geriausiai tenkintų techninius ekonominius ir kokybės reikalavimus bei mažiausiai sunaudotų reikiamų išteklių?

Darbo tikslas – atlikus lyginamąją analizę, nustatyti racionalią žemės darbų vykdymo technologiją.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti galimus žemės darbų vykdymo variantus.
2. Sudaryti vertinimo kriterijų sistemą ir atlikti galimų žemės darbų vykdymo variantų lyginamąją analizę.
3. Nustatyti esminius reikalavimus, keliamus projektuojamam pastatui, parinkti pastato architektūrinius konstrukcinius sprendimus.
4. Atlikti laikinos plieninių sprastasielių sienutės konstrukcinius skaičiavimus.
5. Suprojektuoti trijų racionalių žemės darbų vykdymo metodų technologijas.
6. Atlikti laikinų išteklių poreikio statybvietei skaičiavimą ir parengti statybvietės planą.
7. Atlikti sąmatinius žemės darbų vykdymo skaičiavimus.
8. Vadovaujantis statybos techniniais reglamentais, nustatyti keliamus darbo saugos ir aplinkosaugos reikalavimus bei įvertinti profesinę riziką.

1. Mokslinis tiriamasis darbas

1.1. Mokslinės literatūros apžvalga

Rengiant mokslinį tiriamąjį darbą, buvo atlikta šių literatūros šaltinių apžvalga:

1. Moksliniame straipsnyje „Safety assessment of excavation with fault tree analysis“ [5] buvo analizuojami 342 įvairūs nelaimingi atsitikimai statybos aikštelėje, atsiradę dėl įvairių atsiradusių veiksnių (netinkamas iškasų ramstymas, darbų saugos normų nesilaikymas bei kt.), kurie buvo susisteminti. Nustatytos dažniausios priežastys, dėl kurių įvyko nelaimingi atsitikimai, tad pateikiama, į ką reikia atkreipti didžiausią dėmesį.
2. Moksliniame straipsnyje „Reliability assessment of excavation systems considering both stability and serviceability performance“ [22] nustatyta, jog dažniausiai žemės darbų atlikimo metodai renkami, atsižvelgiant į reglamentuojamus patogaus aptarnavimo normatyvus, o dėl to galimi nelaimingi atsitikimai nėra įvertinami. Autoriai pateikia keletą metodų kaip planuoti žemės darbų atlikimo eigą, kad būtų atsižvelgta ir į galimus rizikos veiksnius.
3. Moksliniame straipsnyje „Configuration of earthwork equipment considering environmental impacts, cost and schedule“ [1] aptariama naudojamų mechanizmų parinkimo svarba, siekiant sumažinti aplinkos taršą, darbų atlikimo trukmę bei išlaidas.
4. Moksliniame straipsnyje „Improving the prediction of excavation – induced ground movements“ [15] analizuojama kaip tiksliai įvertinti grunto deformacijas, atsirandančias dėl žemės kasimo darbų. Pateikiami pasiūlymai į ką reikia atkreipti dėmesį, siekiant numatyti galimus padarinius.
5. Moksliniame straipsnyje „Assessing the impact of excavation – induced movements on adjacent buildings“ [12] analizuojama kaip sumažinti pastatų žalą, atsirandančią dėl šalia vykstančių grunto kasimo darbų. Autoriai analizuoja kaip tinkamai vertinti gilių iškasų grunto kasimo darbus, kad žalos sukėlimo rizika būtų sumažinta.
6. Moksliniame straipsnyje „Ground modelling and earthwork volume estimation: a lesson in achieving appropriate accuracies“ [27] aptariama kaip tinkamai nustatyti reikiamas žemės darbų atlikimo apimtis, atsižvelgiant į objektui keliamus reikalavimus.
7. Moksliniame straipsnyje „A new earthworks estimating methodology“ [29] įrodyta, jog atliekant žemės darbų sąmatinius skaičiavimus, darbų atlikimo suma būna įvertinta per maža. Darbų atlikimo kaina vertinama tik pagal mechanizmų gamintojų tiekiamą informaciją ir rangovinių įmonių patirtį, tačiau ši informacija yra nepakankama. Autoriai analizavo kitus galimus veiksnius, įtakančius darbų atlikimo kainą, juos taipogi vertino, o gautus rezultatus lygino su realiai atliekamu objektu.

8. Moksliniame straipsnyje „Block models for improved earthwork allocation planning in linear infrastructure construction“ [4] analizuojami galimi mechanizmų išdėstymo ir darbų atlikimo eiliškumo variantai, siekiant panaikinti mechanizmų prastovas bei tuo pačiu metu paspartinti darbų atlikimo trukmę.
9. Moksliniame straipsnyje „Novel compound steel sheet pile for earth retaining works“ [21] aptariama galimybė naudoti plieninius sprautasienius kaip laikiną gilių iškasų ramstymo būdą.
10. Moksliniame straipsnyje „Design and construction of earth retaining walls for deep excavation – a risk management process“ [13] aptariami svarbiausi rizikos valdymo procesai, į kuriuos būtina atsižvelgti, projektuojant laikino ramstymo žemės darbus bei kaip juos nustatyti. Taipogi įrodoma, jog priimant sprautasienių sienučių įgilinimą $0,5H$ (H – kasimo gylis), nėra įvertinami visi galimi faktoriai, galintys nulemti sienutės griūtį.
11. Moksliniame straipsnyje „Modelling the failure of a cantilever sheet pile wall“ [55] buvo atlikti bandymai, tikrinantys ar sprautasienių sienučių tvirtumo teoriniai skaičiavimai atitinka gautus rezultatus realybėje. Buvo nustatyta, jog tvirtumo skaičiavimai pagal Eurokodo metodus yra tinkami visiems įmanomiems variantams ir bet kokiam reikiamam įgilinimui.
12. VGTU apgintoje daktaro disertacijoje „Smėlio dalelių morfologinių parametrų įtakos grunto mechaninėms savybėms eksperimentiniai ir skaitiniai tyrimai“ [28] nagrinėjamos smėlinių gruntų mechaninės savybės bei savybių skaitinių reikšmių nesutapimai.

1.2. Taikomi metodai

Projektavimo metodas taikomas, norint išsiaiškinti projektuojamo pastato statymo eigą, naudojamas medžiagas bei mechanizmus statybos eigoje; parinkti atskirų statybinių procesų technologinius sprendimus, parinkti statybos produktus, išanalizuoti statybinės inžinerinės įrangos projektinius, eksploatacinius sprendimus.

Statybos alternatyvių sprendimų optimizavimo daugiakriterinis naudingumo vertės metodas taikomas, norint įvertinti nagrinėjamus alternatyvius sprendimus ir išrinkti optimalų sprendimą.

Ekonominių skaičiavimų metodas taikomas, norint nustatyti technologinio proceso darbo jėgos, medžiagų bei mechanizmų poreikį. Turint šiuos rodiklius, galima nustatyti planuojamą darbų trukmę, sudarant kalendorinius grafikus kiekvienam pasirinktam technologiniam procesui atskirai. Ekonominiai skaičiavimai atliekami sąmatų skaičiavimo programa „Aster“, o gauti duomenys susistemunami projektų valdymo programine įranga „Microsoft Project“.

Praktinė nauda. Parinkti ir pagrįsti metodai gali būti taikomi projektuojant analogiškus pastatus ir priimant tokių pastatų statybos technologinius, organizacinius, konstrukcinius ir ekonominius sprendimus.

1.3. Galimų žemės darbų vykdymo technologijų analizė

Projektuojamiems administracinės paskirties pastatams su rūsiu reikalinga gili iškasa, kad būtų įrengiamos požeminės pastato dalies laikančiosios sienos. Bet kokių atveju, iškasa numatoma platesnė, negu būna numatyti pastato matmenys, kad būtų patogus priėjimas klojinių įrengimui. Visada vertinama, jog iškasa įrengiama mažiausiai 50cm plačiau į šonus nuo tolimiausių rostverkų sienų.

Analizavimui numatyta, jog gruntai, esantys kasimo zonoje, yra smėlingi. Iškasos gylis, tokio tipo pastatams, gali siekti iki 4,0m, taigi atliekant kasimo darbus, iškasa privalo būti formuojama su 1:0,67 nuolydžiu.

Žemės kasimo darbams galima panaudoti keletą skirtingų būdų, kurie skiriasi ne tik darbų atlikimo eiliškumu, tačiau ir naudojamais mechanizmais bei tam tikrais reikalavimais.

Reikiami kiekvieno metodo žemės kasimo kiekiai nustatomi pirma apskaičiuojant pagrindinės iškasos tūrį, kuris riboja iškasą nuo viršaus iki grindų detalės apatinės detalės. Vėliau apskaičiuojamas pavienių rostverkinių pamatų duobių kiekis. Galima išskirti tris pagrindinius metodus, kuriuos naudojant bus parenkami mišrūs alternatyvūs darbų atlikimo sprendiniai.

1.3.1. Žemės darbų vykdymas gruntą kasant ekskavatoriumi (I vykdymo būdas)

Nuo sklypo nustumiamas augalinis sluoksnis, kurio dalis sandėliuojama sklypo sutvarkymui po statybos darbų. Likęs perteklinis gruntas po kasimo darbų pakraunamas į autosavivarčius ir išvežamas į išlykj. Pirma, ekskavatoriaus pagalba iškasama pagrindinė duobė, o gruntas iš karto pakraunamas į autosavivarčius ir išvežamas. Vėliau, iškasamos rostverkinių pamatų duobės, o gruntas taipogi išvežamas. Paskutiniai 10cm grunto kasami rankiniu būdu, kad būtų išvengta per gilių iškasų. Galiausiai visas iškasos paviršius pralyginimas ir sutankinamas vibroplokštėmis. Kasant ekskavatoriumi, jo darbą prižiūrės dveji darbuotojai, kurie pastoviai atliks altitudžių matavimus, kad darbai būtų atliekami pagal reikiamus aukščius.

Dažniausiai žemės darbai atliekami mašinų kompleksu, dirbančiu nuosekliai arba lygiagrečiai. Pagrindinė operacija – grunto kasimas, pagalbinės – purenimas, transportavimas, supylimas, tankinimas. Mašina, atliekanti pagrindinę operaciją, reglamentuoja ir viso mašinų komplekso darbo našumą bei intensyvumą. Kad mašinų kompleksas dirbtų nenutrūkstamai,

pagrindinės mašinos eksploatacinis darbo našumas Q_{ve} turi būti lygus ar truputį mažesnis už pagalbinių mašinų eksploatacinį darbo našumą Q_{pe} [57].

$$Q_{ve} \leq Q_{pe} \quad (1)$$

Kad žemės darbai būtų baigti laiku su mažiausiomis darbo ir lėšų sąnaudomis, svarbu parinkti efektyviausią jų atlikimo būdą ir teisingai pasirinkti pagrindinę žemės darbų mašiną (mašinas). Šie uždaviniai sprendžiami pagal logines schemas. Atsižvelgiama į tokius pagrindinius kriterijus: darbų apimtį, atlikimo trukmę, metų laiką, grunto kategoriją, vietovės reljefą, klimatinės sąlygas.

Paruošiamieji darbai

Prieš pradėdant vykdyti tam tikrus paruošiamuosius darbus, reikalingi leidimai iš atitinkamų organizacijų. Paruošiamiesiems darbams priskiriama: [56]

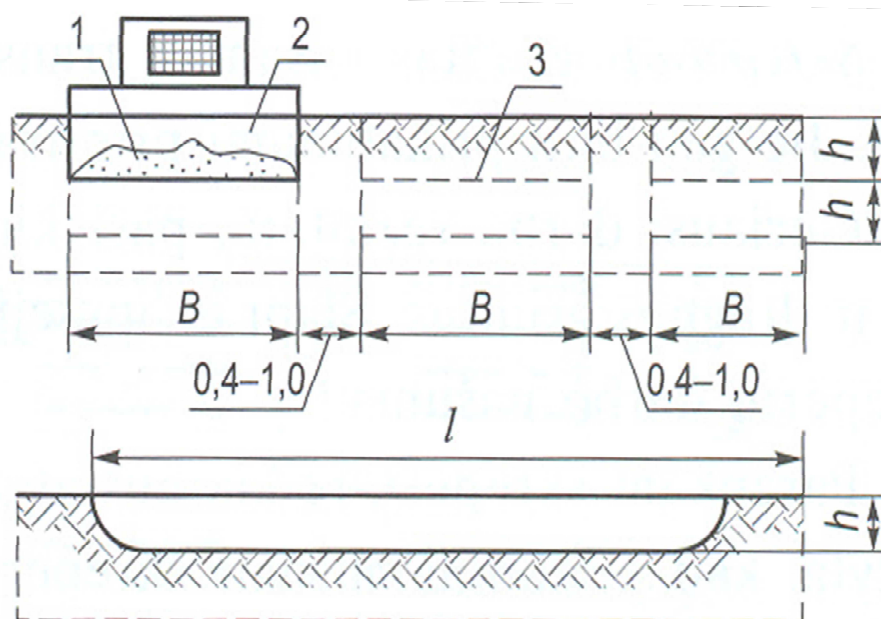
- vandentiekio ir energijos linijų nutiesimas nuo sutartyje numatytų prijungimo iki vartojimo vietų;
- aplinkos - paminklų, pastatų bei statinių - išsaugojimo darbai;
- priemonės esamoms komunikacijoms ir želdiniams išsaugoti, jeigu tik nenumatoma jų iškelti;
- inžinerinių komunikacijų (lietaus kanalizacijos, vandens surinkimo šalinėlių, ryšių, elektros tinklų, dujotiekio, ir kt.), esančių tiesiamo kelio ribose, iškėlimas prieš darbų pradžią;
- krūmų ir medžių pašalinimas kartu su šakomis ir kelmiais;
- akmenų, mūro liekanų, senų griaunamų konstrukcijų pašalinimas;
- esamų dangų arba konstrukcijų išardymas;
- viešojo transporto laikinų aplinkinių kelių įrengimas ir likvidavimas;
- pavojingoje zonoje esančių statybos įrenginių apsauga, juos paremiant ar padedant po jais pamatus;
- apsaugos ir saugumo priemonės pagal darbų saugos taisykles;
- darbų vietos, laikinas kelių aptvėrimas;
- apšvietimas — dirbant tamsiu paros metu;
- apsauginių tvorelių, laiptelių įrengimas, priežiūra ir išardymas.
- tiesiamo kelio ruožo paruošimas darbams.

Dirvožemio pašalinimas

Dirvožemis turi būti pašalintas nuo visų plotų, skirtų pastato ir dangų įrengimui. Nuo sandėliavimo vietų, technologinių kelių ir kt. dirvožemis šalinamas tik darbų kiekių sąrašuose nurodytais kiekiais.

Dirvožemis turi būti imamas ir pilamas atskirai, nesumaišant jo su kitais gruntais ir atsižvelgiant į žemės darbų eiliškumą bei gruntų jautrumą meteorologinėms sąlygoms. Dirvožemio sandėliavimo būdas ir vieta nurodomi techniniame projekte.

Lyginant aikštelę reikia nukasti 20cm storio augalinį sluoksnį, visa aikštelė lyginama iki reikiamų altitudžių buldozerio pagalba. Augalinis gruntas kasamas lygiagrečiomis juostomis ir yra sustumiamas į pylimus statybvietės plane numatytoje vietoje. Paprastai augalinis sluoksnis nuo žemės sankasai skirto ploto buldozeriu ir sandėliuojamas krūvose taip, kad nemaišytų kitiems statybos procesams. Vėliau sukauptas augalinis sluoksnis pakartotinai panaudojamas vejos įrengimui sklype. Likęs perteklinis gruntas išvežamas. Per krūvose sandėliuojamą dirvožemį, negalima važinėti ar kitokiu būdu tankinti. Jo paviršiuje nereikia leisti susidaryti velėnai: 2-3 kartus per metus planiruojamas, kad neapželtų piktžolėmis.

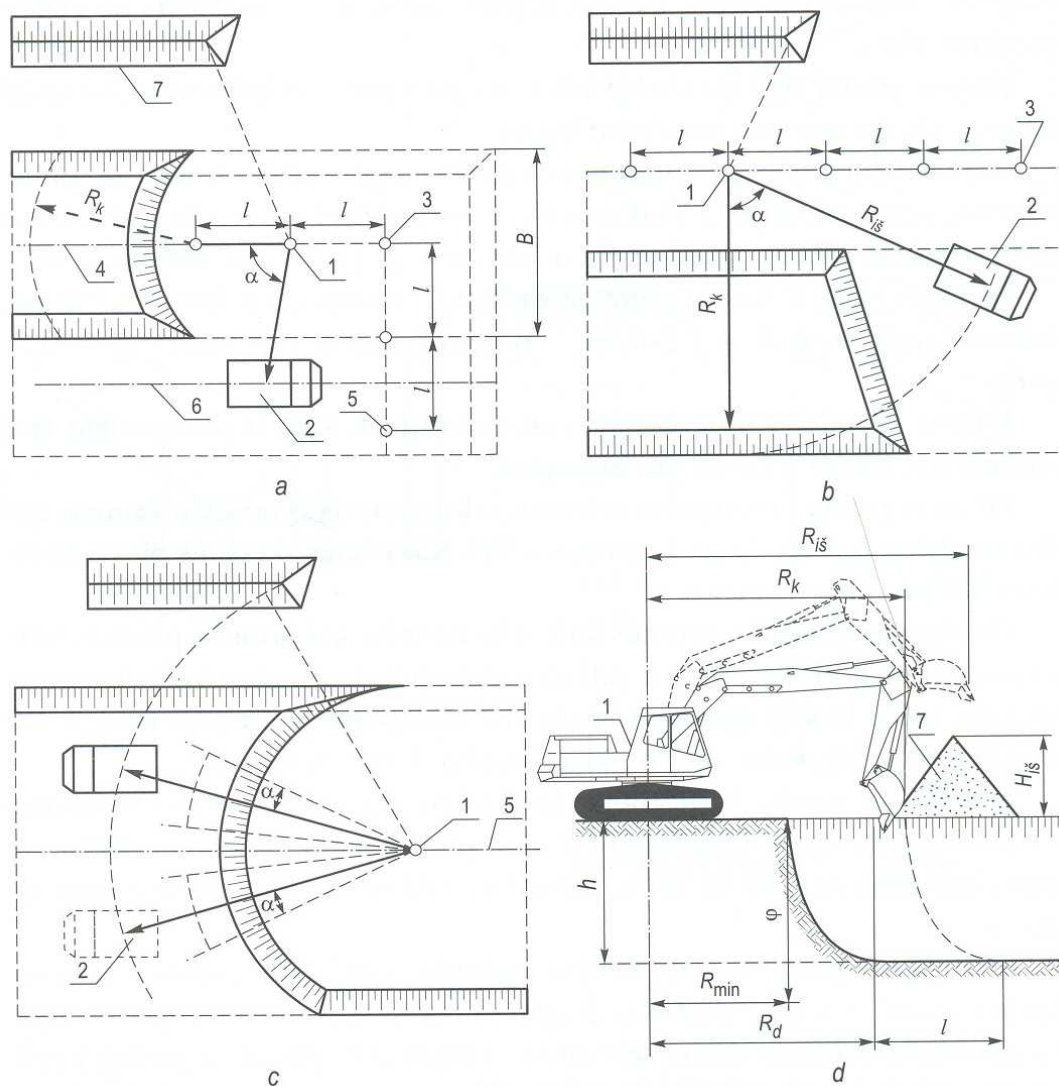


1 pav. Buldozerio darbo schema

Pagal pamatų planą nustačius iškasų tipus ir matmenis, parenkama kasimo darbų technologija. Tranšėjos ir duobės atskiriems pamatams, iki reikiamo gylio, bus kasamos ekskavatoriumi šonine (ekskavatorius juda šalia tranšėjos) perkasa. Gruntas bus kraunamas į savivarčius.

Žemės iškasos paruošimas

Pagal pamatų planą nustačius iškasų tipus ir matmenis, parenkama kasimo darbų technologija. Tranšėjos ir duobės atskiriems pamatams, iki reikiamo gylio, bus kasamos ekskavatoriumi šonine (ekskavatorius juda šalia tranšėjos) perkasa.



2 pav. Atgaliaieigio ekskavatoriaus darbo schema

Schemoje pavaizduota: a – galinės perkastos darbo schema, b – šoninės perkastos darbo schema, c – galinės gretabarės perkastos darbo schema, d – skersinis kasavietės pjūvis, 1 – ekskavatorius, 2 – savivartis, 3 – ekskavatoriaus stovėjimo vieta, 4 – perkastos simetrijos ašis, 5 – ekskavatoriaus judėjimo kelias, 6 – savivarčio judėjimo kelias, 7 – išpiltas gruntas [18].

Gruntas kraunamas į savivarčius. Kasant duobes privaloma imtis priemonių, kad neslinktų šlaitai ar neatsirastų sienų nuošliaužų. Jei vis dėl to žemės patenka į iškasą jos turi būti pašalintos. Jei dėl to atsirado nelygumų ar gilesnių vietų, jos turi būti užpiltos, o gruntas sutankintas. Bet

kokios iškasos, gilesnės, negu numatyta, turi būti užpiltos, išlygintos ir pakartotinai sutankintos. Žemiau pateiktoje lentelėje nurodyti šlaitų statumai, priklausomai nuo iškasos gylio.

1 lentelė. Šlaito statumas, esant atitinkamam iškasos gyliui.

Gruntai	Šlaito statumas, kai iškasos gylis ne didesnis kaip, m		
	1,5	3	5
Piltiniai nesutankinti (P)	1 : 0,67	1 : 1	1 : 1,25
Smėlio (SB, SG, SP) ir žvyro (ŽV, ŽG, ŽP)	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1
Priesmėliai (SD, SD ₀)	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
Priemoliai (ŽM, ŽM ₀ , SM, SM ₀)	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75
Moliai (ML, MV)	1 : 0	1 : 0,25	1 : 0,5

2 lentelė. Gruntų sutrumpinimų paaiškinimas.

Sutrumpinimas	Pilnas grunto pavadinimas
ML	Mažo plastiškumo molis
MV	Vidutinio plastiškumo molis
SB	Blogos sanklodos smėlis
SG	Geros sanklodos smėlis
SD, SD ₀	Dulkingas smėlis
SM, SM ₀	Molingas smėlis
SP	Periodinės sanklodos smėlis
P	Piltinis gruntas iš natūralių gruntų
ŽB	Blogos sanklodos žvyras
ŽG	Geros sanklodos žvyras
ŽP	Periodinės sanklodos gruntas
ŽM, ŽM ₀	Molingas žvyras

Prieš pradėdant rengti žemės iškasą, iš jos ploto turi būti nuleistas vanduo. Statinių iškasos pagrinde esančios įdubos turi būti užpilamos ir sutankinamos taip, kad jų tankis būtų toks pat, kaip ir aplinkinių gruntų. Iškasos statybos ir montavimo darbams turi būti kiek įmanoma mažesnės ir kasamos tik tokio gylio, kad pagrindas būtų nepajudintas [8].

Žemės darbai turi būti vykdomi taip, kad būtų galimybės šalinti gruntinį vandenį, sustiprinti iškasos kraštus, įrengti pagrindus ir klojinius, pakloti vamzdynus, ar atlikti kokią kitą reikalingą statybinę operaciją.

Paliekamas 0,10m grunto sluoksnis iškasamas rankiniu būdu formuojant žemės iškasą. Taip išsaugomos natūralios gruntų slūgsojimo sąlygos, kurios dažnai užtikrina reikalaujamą žemės iškasos deformacijos modulio $E_{v2} > 45$ MPa (45 MN/m^2) rodiklį [53]. Po kasimo darbų, iškasos išlyginamos rankiniu arba mechanizuotu būdu, o gruntas sutankinamas iki reikiamų sutankinimo rodiklių reikšmių. Pagrindų altitudės turi atitikti nurodytoms brėžiniuose.

Statybos darbai turi būti vykdomi sausoje iškasoje. Iškasos užpilamos ir pylimai supilami horizontaliais iki 30 cm storio sluoksniais, juos tankinant. Vykdam tankinimą, tikrinti sutankinimo laipsnį ir pakartotinai juos atlikti, jei to reikės.

Jei susiduriama su tokiu gruntu, kuris yra silpnas, šis gruntas turi būti papildomai pašalinamas ir pakeičiamas tinkamu gruntu. Kasamos žemės sankasos paviršiuje sutinkami rieduliai, sankasos įrengimui netinkami gruntai (dulkės, durpės ir kt.), lėšiai turi būti pašalinami ar iškasami. Atsiradusios duobės užpilamos sankasos įrengimui tinkamo grunto sluoksniais ir sutankinamos pagal žemės sankasos įrengimui taikomus reikalavimus - $E_{v2} \geq 45$ MPa.

Iškastas gruntas kraunamas į savivarčius ir išvežamas į šalimais pilamus pylimus, išlykius ar sąvartą.

3 lentelė. Horizontalus atstumas nuo iškasos šlaito pagrindo iki artimiausios mechanizmų atramos.

Iškasos gylis, m	Atstumas, m			
	Smėlis (SB, SG, SP)	Priesmėlis (SD, SD ₀)	Priemolis (ŽM, ŽM ₀ , SM, SM ₀)	Molis (ML, MV)
1,0	1,5	1,25	1,0	1,0
2,0	3,0	2,4	2,0	1,5
3,0	4,0	3,6	3,25	1,75
4,0	5,0	4,4	4,0	3,0
5,0	6,0	5,3	4,75	3,5

Kokybės kontrolė

Pagrindinius statybinių konstrukcijų montavimo kokybės reikalavimus nusako statybinės normos ir taisyklės, kurių pagrindu sudarytos statybos darbų vykdymo ir priėmimo techninės sąlygos.

Darbo kokybę kontroliuoti pradedama pradedant žemės kasinėjimo darbus ir baigiama atiduodant darbo aikštelę tolimesniems statybos procesams. Kasamų tranšėjų gyiliai bei jų padėtis sklype turi būti tikslūs. Jos turi būti iškastos joms skirtose vietose ir reikiamo gylio.

Statybos aikštelėje, atlikus darbus įvertina objekto užsakovas bei rangovas. Jeigu darbai atlikti netinkamai, juos reikia pataisyti.

Baigus atlikinėti žemės darbus, atlikti darbai priimami, surašant aktą. Šios kontrolės rezultatai įforminami aktais, kuriuos pasirašo žemės darbų organizacijos ir užsakovo atstovai.

Pagal šią standartinę bandymų metodiką, gruntų sutankinimo rodikliai nustatomi remiantis turima vietine patirtimi arba iš ankstesnių bandomųjų sutankinimų rezultatų. Numačius, kad gruntų tankio matavimai bus sunkiai įvykdomi, ar pareikalaus daug laiko, arba nurodytiems žemės sankasos įrengimo darbams nebus atlikti reikiama apimtimi, galima taikyti netiesiogiai charakterizuojančius sutankinimo būklę bandymo metodus: [24]

- statinį grunto sutankinimo bandymą štampu pagal šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančio standarto bandymo metodo reikalavimus;
- grunto sutankinimo bandymą dinaminio prietaisu;

Bandymų pradžioje, atlikus bandomuosius sutankinimus, pasirinktais metodais, gautus rezultatus reikia palyginti su techniniame projekte nurodytomis reikalaujamomis vertėmis. Gruntų sutankinimui įvertinti nustatomi papildomi reikalavimai E_{v2}/E_{v1} santykiai. Žemės sankasos įrengimo leistini nuokrypiai arba parametrų dydžiai bei savikontrolės bandymų apimtys pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. Žemės iškasos nuokrypiai ir savikontrolė.

Kontroliuojami parametrai	Leistinių nuokrypių arba parametrų vertės	Savikontrolės bandymų apimtys
Projektiniai aukščiai	±5,0cm	Ne rečiau kas 20m
Plotis (atstumas nuo žemės sankasos ašies iki briaunos)	± 10cm	-//-
Šlaitų nuolydžiai	± 10%	-//-
Pylimo pado plotis	± 20,0cm	-//-
Deformacijos modulis E_{v2}	$E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ (45MPa),	Ne mažiau kaip 20 matavimų kiekvieno kilometro ruože

1.3.2. Žemės darbų vykdymas gruntą kasant ekskavatoriumi su 3D valdymo sistema (II vykdymo būdas)

Atliekant darbus šiuo metodu, kasimo technologija skiriasi labai nežymiai. Esminis skirtumas yra tas, jog ekskavatorius turės įmontuotą trimatę valdymo sistemą (3D), taigi mechanizmas nebus prižiūrimas darbuotojų, kadangi aukščių matavimai bus atliekami automatiškai įdiegtos sistemos. Taipogi, kasant gruntą ekskavatoriumi su 3D sistema, nereikės grunto kasimo rankiniu būdu bei iškasos planiravimo, kadangi kasimo darbai bus atliekami milimetrų tikslumu.

Šiam metodui bus naudojama žemės darbų kasimo technologija, ekskavatoriuje įmontavus naujausią trimatę mašinų valdymo sistemą. Žemės darbų technologiniai reikalavimai išlieka tokie pat kaip ir atliekant žemės darbus pirmuoju metodu. Mechanizmai parenkami identiški pirmajam metodui.

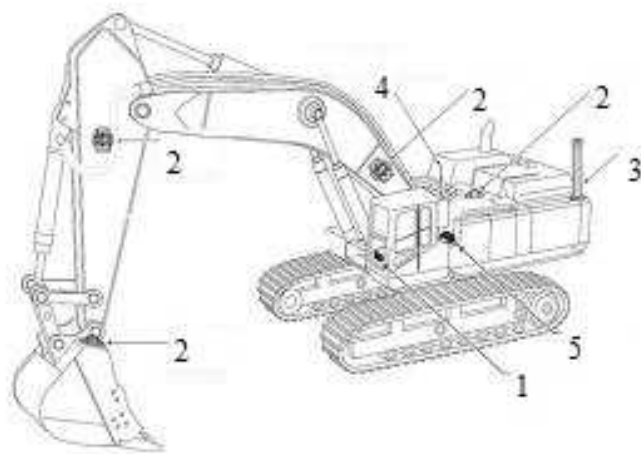
Ekskavatoriams sukurtos trejos skirtingos valdymo sistemos, priklausomai nuo darbų atlikimo sudėtingumo. Paprasčiausia sistema yra vadinama 1D, kurios pagalba, mechanizatorius, dirbantis ekskavatoriaus kabinoje, mato kaušo padėtį ir reikiamą kasimo gylį įdiegto kompiuterio ekrane realiu momentu. Ši sistema reaguoja tik vertikalia ašimi vykstančius pokyčius. 2D sistema yra šiek tiek tobulesnė. Ji ne tik numato kaušo altitudės padėtį, tačiau jau gali parodyti ir reikiamus horizontaliuosius nuolydžius. Pažangiausia sistema yra 3D, kuri reaguoja į pokyčius visomis ašimis ir gali reguliuoti ekskavatoriaus kaušo padėtį ne tik vertikalia ašimi, tačiau ir nustatyti reikiamą kaušo poziciją erdvėje. Šios sistemos gali veikti naudojantis GPS palydovo pagalba arba skaitmeniniu tacheometru. Naudojant GPS sistemą, galima paklaida yra 1-2cm, o tacheometrą - 5mm [9].

Atliekant žemės darbus bus naudojama sistema, valdoma skaitmeniniu tacheometru, taigi rengiant šį technologinį procesą labai svarbu, kad pats ekskavatorius arba savivarčiai neužstotų tacheometrui vaizdo su ekskavatoriaus antena. Kitu atveju, tacheometras negalės perduoti ekskavatoriui informacijos ir darbai sustos.

Atliekant darbus šia technologija įvertinama, kad nebereikės likusių 20cm grunto iškasti rankiniu būdu, kadangi ekskavatoriaus kasimo paklaida laikoma tik 5mm. Taipogi, remiantis šių sistemų tiekėjų duomenimis priimama, jog ekskavatoriaus našumas padidėja 30%.

Ekskavatoriuje instaliuojamas valdymo skydas. Į skydo atmintį įrašomas inžinierinio projekto skaitmeninis modelis. Kompiuteris valdo tiesiogiai hidraulinių vožtuvų darbą. Imtuvas, esantis mašinoje matuoja savo poziciją tacheometro pagalba, kuris turi būti „priřistas“ bent prie dviejų reperių, ir perduoda duomenis kompiuteriui. Kompiuteris palygina teorinę (norimą) poziciją su realiai esančia ir norėdamas ją pataisyti, išsiunčia signalus mašinos hidraulinei sistemai. Ji, savo ruožtu, koreguoja kaušo poziciją. Pozicija apibrėžiama trijų koordinatų (x, y, z) sistemoje, iš čia ir trimačių sistemų pavadinimas. Trimatis valdymas 3D leidžia pilną automatizavimą, nes jungia

matavimus su faktiniu realizavimu. Taupo ir redukuoja matavimo darbus iki minimumo išsaugant maksimalią kokybę. Kadangi visą investicijų projektą galima įrašyti į mašinos sistemą, mašina gali dirbti bet kurioje atkarpoje ir kiekviename etape galima ją nuolat išnaudoti.



3 pav. Ekskavatoriaus valdymo sistemos komponentų dalys ir išsidėstymas,

Paveikslėlyje pavaiduota: 1 – valdymo kompiuteris, 2 – jutikliai, 3 – kompasas, 4 – radijo antena, 5 – komunikavimo blokas.

Vienintelė pasaulyje, pilnai automatinė ekskavatoriaus valdymo sistema padaro iš ekskavatoriaus efektyvų robotą, kontroliuojamą operatoriaus. Padaro daug daugiau, daug tiksliau ir viskas tampa paprasčiau. Sistema kontroliuoja hidraulinių ekskavatorių kaušų padėtį, kasa milimetrų tikslumu, griežtai apibrėžia gylį, su tinkamu nuolydžiu. Sumažina matavimų sąnaudas ir leidžia valdyti medžiagų kiekį. Per tą patį laiką galima padaryti daugiau. Negaišinamas laikas griovio gylio tikrinimui. Net mažiau įgudęs operatorius gali atlikti atsakingą darbą: aptarnavimas yra paprastas, o griovys vienalytis. Mažiau kasimo, geresnis efektas. Kai iškasama daugiau, daugiau reikia ir išvežti. Su 3D mašinų valdymo sistema iškasama tik tiek, kiek reikia, todėl sumažinamos transporto sąnaudas. Išsaugomas grunto stabilumas. Mažesnės mašinos darbo sąnaudos. Operatorius turi prieš save sensorinį ekraną, kuriame įveda duomenis (nuolydį, gylį).

Naudojant šią sistemą nebūtina atlikti statybvietės iškasų žymėjimų. Užtenka prieš atliekant darbus šia technologija sudaryti kompiuterinį trimatį iškasų vaizdą su vietos koordinatėmis ir aukščiais. Šis kompiuterinis vaizdas įkeliamas į ekskavatoriaus valdymo bloką ir tuomet galima pradėti kasimo darbus.

1.3.3. Žemės darbų vykdymas iškasą ramstant plieninių spraustasielių sienute ir kasant ekskavatoriumi (III vykdymo būdas)

Nuo sklypo nustumiamas juodžemis, kurio dalis panaudojama sklypo sutvarkymui, o likęs išvežamas. Kad nereiktų dėl didelio iškasos gylio šlaituoti kraštų, numatoma naudoti laikinus tarpusavyje susijungiančius plieninius spraustasielius, kurie bus sukalami aplink iškasą, kad ją apsaugotų nuo grunto slinkimo. Vėliau, ekskavatorius iškas gruntą iš plieninių spraustasielių įrėmintos formos. Po kasimo darbų, priklausomai ar nuo to ar ekskavatorius turės įdiegtą trimatę valdymo sistemą (3D), ar ne, paskutiniai 10cm bus nukasami rankiniu būdu, o iškasa planuojama bei tankinama vibroplokštėmis. Po rostverkinų pamatų, monolitinių rūšio sienų įrengimo bei grunto užpylimo, plieniniai spraustasieliai bus ištraukiami ir pakartotinai naudojami kitiems objektams.

Plieninių spraustasielių sienelės plačiai naudojamos kaip ekonomiškai ir techniškai efektyvios laikinos atraminės konstrukcijos ir sandarios gilių iškasų sutvirtinimų aptvaros (hermetiškos pertvaros), apsaugančios iki keliolikos metrų gylio iškasas. Be pagrindinės plieninių spraustasielių naudojimo paskirties, t.y. iškasų tvirtinimas, šis gaminys yra naudingas kuomet: [23]

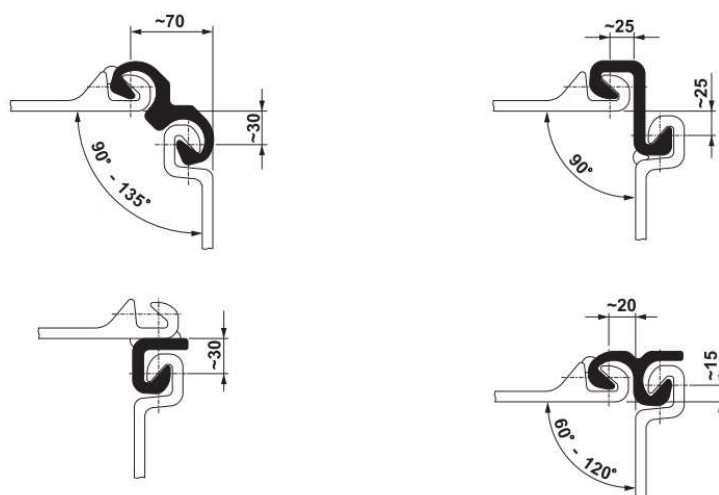
- iškasą reikia apsaugoti nuo gruntinio vandens;
- greta statomo pastato yra kiti statiniai ar objektai, jautrūs žemės nuosėdžiams;
- projektuojami statiniai yra vandens telkiniuose.

Platus gaminių asortimentas leidžia parinkti idealiausią variantą kiekvienam objektui, atsižvelgiant į projektavimo sąlygas, esamus gruntus bei kitus turinčius įtakos veiksnius.

Statybos projektams, kur numatomas laikinas iškasos ramstymas, plieninių spraustasielių sienutės turėtų būti pirmasis pasirinkimas. Plieno mechaninės charakteristikos leidžia šį gaminių naudoti daugumai laikinų darbų be papildomų priedų. Galimybė spraustasielius po sukavimo ištraukti ir pakartotinai panaudoti, paverčia šį metodą patį ekonomiškai efektyviausią.

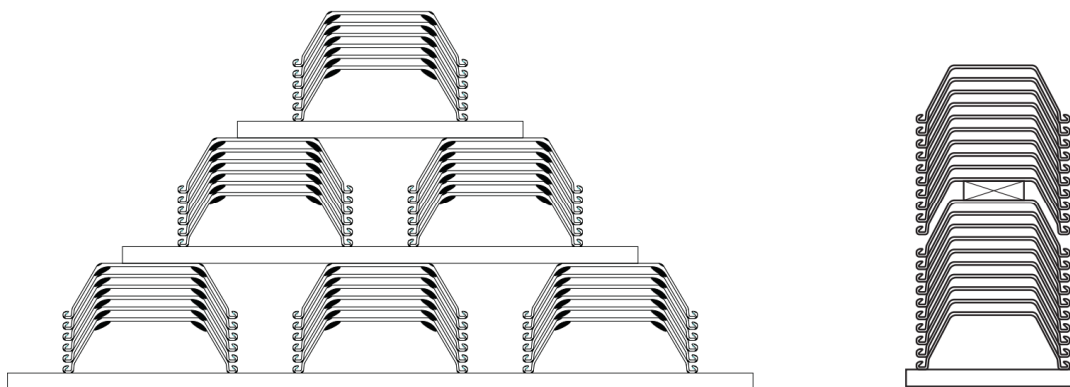
Bet kokio profilio plieniniai spraustasieliai gaminami iki 31m ilgio, tačiau pačius ilgiausius profilius bus sudėtingiau transportuoti iki objekto bei instaliuoti. Naudojant spraustasielius laikiniems darbams, juos galima sujungti varžtinėmis jungtimis arba suvirinti, kad būtų paruošiami reikiamo ilgio gaminiai.

Kadangi laikinos iškasos dažniausiai būna kampotos, gaminius, naudojamus ties lūžiais, galima įlenkti iki 25° arba perpjovus pusiau suvirinti pagal reikiamą lūžio kampą. Gamintojai taipogi siūlo specialias kampines jungtis, kurias galima privirinti prie paprastų profilinių spraustasielių [25].



4 pav. Galimos plieninių spraustasielių kampinės jungtys

Sandėliuojant spraustasielius, patartina, kad gaminiai būtų sudedami ant medinių tašelių arba plieninių skirtukų. Tokiu būdu, sudaromas patogius priėjimas gaminių prikabinimui prie grandinių ar diržų bei gaminiai neišsikraipo padėti ant nelygaus žemės paviršiaus. Mediniai tašeliai arba plieniniai skirtukai turi būti sudedami kas 4m ir ne arčiau kaip 1,5m nuo laisvųjų galų. Spraustasielių krūvos negali būti kraunamos daugiau kaip 4 aukštais, kad būtų išvengta apatinės eilės deformacijų dėl per didelio svorio. Tinkamas gaminių sandėliavimas pateikiamas žemiau esančiame paveikslėlyje.



5 pav. Plieninių spraustasielių sandėliavimas

5 lentelė. Leistini gaminių nuokrypiai.

Kontroliuojami parametrai	Dydis	Leistinųjų nuokrypių arba parametru vertės
Aukštis	$h \leq 200 \text{ mm}$	$\pm 4 \text{ mm}$
	$200 < h \leq 300 \text{ mm}$	$\pm 6 \text{ mm}$
	$300 < h \leq 400 \text{ mm}$	$\pm 8 \text{ mm}$
	$400 < h \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$
Plotis	-	$\pm 2\%$ nuo pločio
Storis	$e = 3,0 \text{ mm}$	$\pm 0,26 \text{ mm}$
	$3,0 < e \leq 4,0 \text{ mm}$	$\pm 0,27 \text{ mm}$
	$4,0 < e \leq 5,0 \text{ mm}$	$\pm 0,29 \text{ mm}$
	$5,0 < e \leq 6,0 \text{ mm}$	$\pm 0,31 \text{ mm}$
	$6,0 < e \leq 8,0 \text{ mm}$	$\pm 0,35 \text{ mm}$
	$8,0 < e \leq 10,0 \text{ mm}$	$\pm 0,40 \text{ mm}$
Ilinkis	-	$0,25\%$ mm nuo ilgio
Išlinkimas	-	$0,25\%$ mm nuo ilgio
Ilgis	-	$\pm 50 \text{ mm}$
Gaminio masė	-	$\pm 7\%$ kg

Montavimo taisyklės

Prieš pradėdant spraustasienių kalimą, privaloma statybvietės aikštelėje apsaugoti visus antžeminius ir požeminius statinius, pavyzdžiui, vamzdynus, elektros kabelius, telefono linijas. Turi būti pašalintos tokios kliūtys kaip medžiai ir krūmai. Parenkant tinkamą instaliacijos būdą, būtina atsižvelgti į saugos reikalavimus, grunto vibracijos poveikį gretimoms struktūroms, triukšmo poveikį aplinkai, mašinų bei įrenginių pagrindo stabilumą.

Geotechninės sąlygos

Tam, kad tinkamai pasirinkti konstrukcijos tipą, reikalingą įgilinimą, atitinkamą polių įspraudimo stiprumą ir jų statymo metodą, būtina ištirti grunto pjūvį polių sienos statymo zonoje ir gruntinių vandenų lygį.

Plieninių spraustasienių konstrukcijos ir montavimo technikos parinkimas visų pirma priklauso nuo grunto rūšies. Spraustasienių montavimo technikos atžvilgiu yra išskiriami sekantys gruntai: [30]

- Grūdėti gruntai, daugiausiai sudaryti iš žvyro, smėlio ir smėlėto dumblo. Įspraudimas reikalauja nugalėti pasipriešinimą, kylantį dėl spraustasienės trinties į gruntą, didėjantį dėl jos įkalimo gylio. Reikalingas įspraudimo stiprumas priklauso nuo grunto tankio.
- Tankūs gruntai, daugiausiai sudaryti iš molio ir dumblo. Įspraudžiant reikia kirsti kietus sluoksnius. Spraustasienei reikalingas įspraudimo stiprumas priklauso nuo kertamo grunto įtempimo ir spraustasienės paviršiaus ploto skerspjūvio.
- Uoliniai gruntai, sudaryti iš uolų masyvų arba nereguliaraus diametro grumstų, esančių grūdėtame grunte. Ši grunto rūšis netinka plieninių spraustasienių įrengimui.

Montavimo metodai

Yra naudojami trys pagrindiniai polių sienų iš spraustasienių įrengimo metodai:

Įkalimas – dažniausiai naudojamas metodas. Plieniniai spraustasieniai yra mechaniškai, naudojant vibro kūjį iš anksto paruoštiems poliams gramzdinti, įterpiami į gruntą. Įranga pasirenkama priklausomai nuo esamo grunto rūšies, spraustasienės įspraudimo gylio ir stiprumo [54].

Įspraudimas praplaunant – šis metodas naudojamas, kai plieniniai spraustasieniai įrengiami labai smarkiai įsišaknijusiame arba smarkiai sutankintame grunte. Kai kuriomis sąlygomis polių gramzdinimo įrangos stiprumas yra nepakankamas reikalingam įgramzdinimo gyliui pasiekti. Priežastis gali būti kliūtys grunte arba labai tvirtas gruntas. Todėl yra naudojamas įspraudimo praplaunant metodas. Įspraudimo išplaunant technologija tiesiai po spraustasienės apačia sukuria slėgį, kuris suminkština ir pašalina gruntą iš po jos. Gruntui suminkštinti naudojami oro arba vandens slėginiai purkštukai, kurie prijungti prie žemo arba aukšto slėgio vandens pompų. Pirmiausiai spraustasienės yra įspaudžiamos į suminkštintą gruntą, po to yra įkalamos švytuokliniu kūju paskutiniame įgilinimo segmente.

Įkasimas – šis metodas naudojamas, kai statoma negili spraustasienė, dažniausiai akmeninguose gruntuose, kuriuose negalima panaudoti nei sukavimo, nei įspraudimo praplaunant metodo. Plieniniai spraustasieniai yra įrengiami iš anksto iškastame griovyje, kuris juos pastačius yra užkasamas gruntu iš abiejų griovio pusių. Rekomenduojama mechaniškai ar chemiškai sukietinti užpiltą gruntą.

Montavimo ir pagalbinė įranga

Spraustasienių montavimui yra naudojami švytuokliniai kūjai su mechaninėmis, pneumatinėmis, dyzelinėmis ir hidraulinėmis pavaromis. Kūjai yra valdomi distanciniu arba

rankiniu būdu, juos patalpinus ant ekskavatorių strėlių arba pakeliamųjų kranų. Praplovimo technikoje yra naudojami vandens srovės slėgio siurbiai su elektrinėmis, dujinėmis arba dyzelinėmis pavaromis (p. 4, 5). Kaip pagalbinė įranga yra naudojami apsauginiai dangčiai (savo forma primenantys sprautasienės formą), kurie dedasi ant sprautasienės viršaus, kad perimtų betarpišką tvoklės smūgį ir užtikrintų svirties sulaikymą įkalimo momentu, apribotų šoninius sprautasienės svyravimus ir vibraciją.

1.4. Alternatyvių sprendimų vertinimas

Tiriamajame darbe nagrinėjami 6 galimi žemės darbų atlikimo variantai:

- A₁ – kasimas ekskavatoriumi;
- A₂ – kasimas dvejais ekskavatoriais;
- A₃ – kasimas ekskavatoriumi su 3D sistema;
- A₄ – kasimas dvejais ekskavatoriais su 3D sistema;
- A₅ – iškasos laikinas ramstymas ir kasimas ekskavatoriumi;
- A₆ – iškasos laikinas ramstymas ir kasimas ekskavatoriumi su 3D sistema;

Pastabos. Jeigu kasimui naudojamas 3D ekskavatoriaus priedas, vertinama, jog pagrindinė duobė kasama paprastu ekskavatoriumi. Likusi iškasa, kur jau yra reikalingas tikslus kasimas, kasama su 3D ekskavatorių kasimo sistemos pagalba.

Parinkti 6 kriterijai, pagal kuriuos bus išrinktas racionalus variantas:

- K₁ – darbo sąnaudos, žm.val.;
- K₂ – mechanizmų sąnaudos, maš.val.;
- K₃ – atlikimo kaina, Eur su PVM;
- K₄ – darbų atlikimo trukmė, val.;
- K₅ – matavimų tikslumas, %;
- K₆ – maksimalus darbuotojų skaičius, vnt.

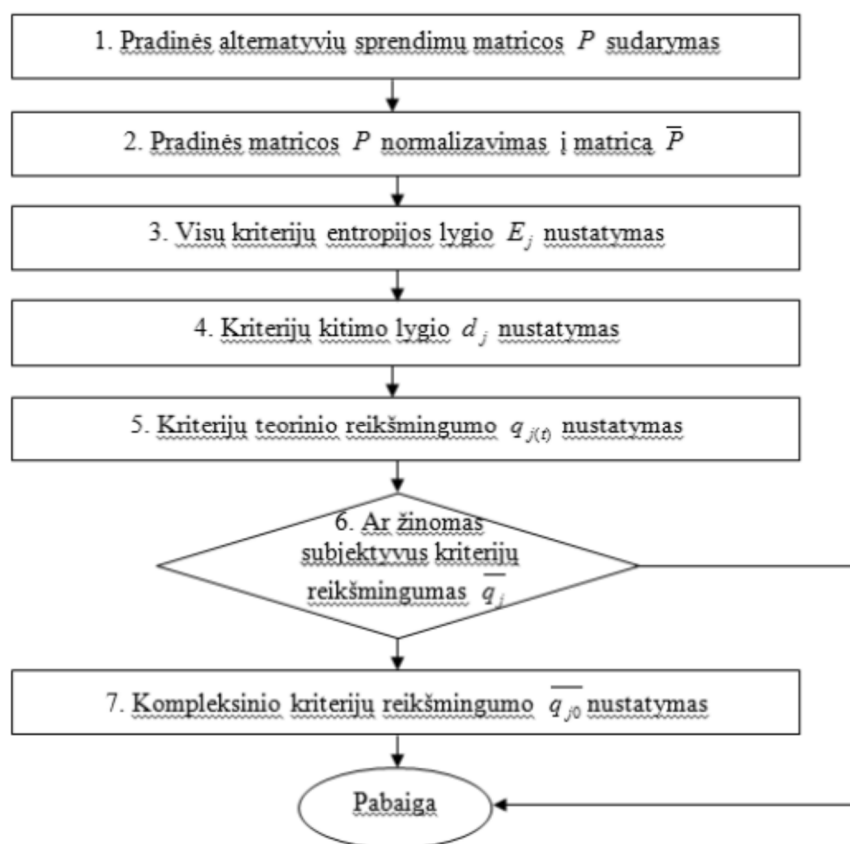
1.4.1. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas

Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys pateikti 6 lentelėje. Duomenų skaičiavimai pateikti baigiamojo darbo prieduose.

6 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	220,71	392,92	22333,54	113,61	90	6
A ₂	220,71	392,92	22333,54	67,56	90	8
A ₃	167,27	387,54	21490,66	110,24	99	5
A ₄	167,27	387,54	21490,66	62,11	99	8
A ₅	205,25	347,56	16430,83	109,71	90	5
A ₆	150,56	342,49	15589,39	107,78	99	5
Suma	1132	2251	119669	571,01	567	37
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN

Entropijos metodo algoritmas pateiktas 6 pav.



6 pav. Entropijos metodo algoritmas

Entropija – atsitiktinio dydžio neapibrėžtumo matas. Entropija taikoma nustatant vertinimo kriterijų teorinį ir kompleksinį reikšmingumus. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys pateikti 1 lentelėje. Atliekame matricos normalizavimą pagal formulę:

$$\overline{P}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; (V_{ij}, kai = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

Normalizavus pagal šią formulę gaunama normalizuota matrica P, kur visi elementai yra nedimensiniai dydžiai ($x_{i,j}$).

7 lentelė. Normalizuota matrica P.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	0,195	0,175	0,187	0,199	0,159	0,162
A ₂	0,195	0,175	0,187	0,118	0,159	0,216
A ₃	0,148	0,172	0,180	0,193	0,175	0,135
A ₄	0,148	0,172	0,180	0,109	0,175	0,216
A ₅	0,181	0,154	0,137	0,192	0,159	0,135
A ₆	0,133	0,152	0,130	0,189	0,175	0,135

Nustatome kiekvieno kriterijaus entropijos lygį E_j pagal formulę:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (P_{ij} \cdot \ln P_{ij}), (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}), k = \frac{1}{\ln m} \quad (3)$$

čia: m - alternatyvūs sprendimai, 6.

Sukuriame papildomą matricą (8 lentelė).

8 lentelė. Papildoma matrica ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$).

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	-0,319	-0,305	-0,313	-0,321	-0,292	-0,295
A ₂	-0,319	-0,305	-0,313	-0,253	-0,292	-0,331
A ₃	-0,283	-0,303	-0,308	-0,318	-0,305	-0,270
A ₄	-0,283	-0,303	-0,308	-0,241	-0,305	-0,331
A ₅	-0,310	-0,288	-0,273	-0,317	-0,292	-0,270
A ₆	-0,268	-0,286	-0,266	-0,315	-0,305	-0,270
Suma	-1,781	-1,790	-1,781	-1,764	-1,791	-1,769

Entropijos lygis E_j kinta intervale $[0;1]$, todėl galime parašyti $0 \leq E_j \leq 1$, kur $(j=1,n)$. Taigi entropijos lygiai bus (9 lentelė):

9 lentelė. Entropijos lygiai.

Kriterijai Entropija	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
E_j	0,994	0,999	0,994	0,985	0,999	0,987

Toliau nustatomas kriterijų kitimo lygis d_j pagal formulę:

$$d_j = 1 - E_j, \text{ kur } (j = \overline{1, n}) \quad (4)$$

10 lentelė. Kriterijų kitimo lygiai.

Kriterijai Kitimo lygis	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
d_j	0,006	0,001	0,006	0,015	0,001	0,013

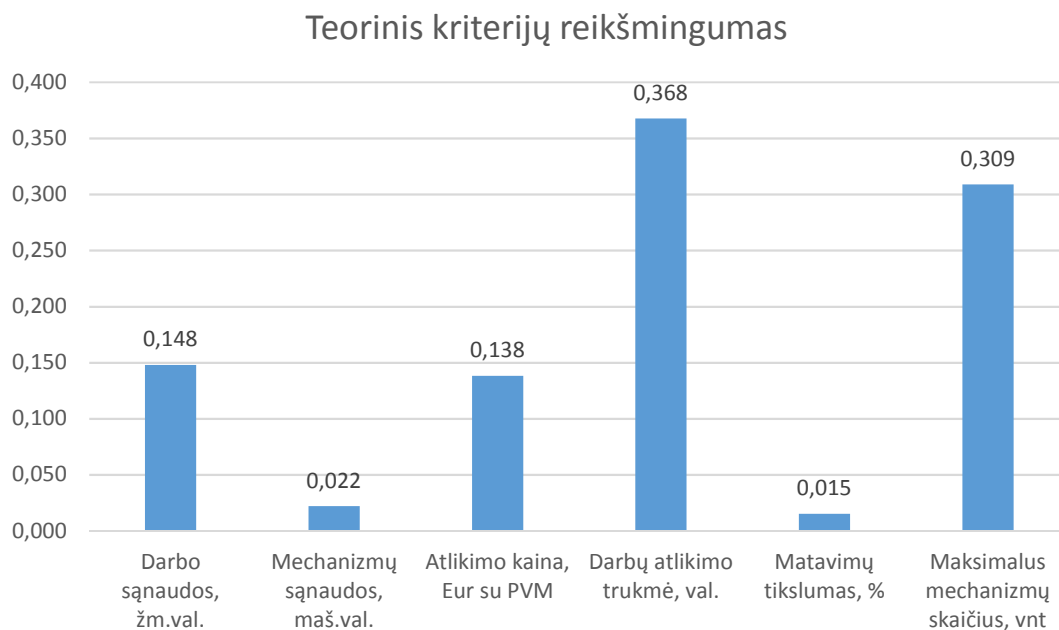
Kadangi visi kriterijai vienodai yra svarbūs, tai teorinis kriterijų reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

$$q_{j(t)} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; (j = \overline{1, n}) \quad (5)$$

Visi skaičiavimo rezultatai pateikti 11 lentelėje ir stulpelinėje diagramoje.

11 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas.

Kriterijai Reikšmingumas	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
$q_{j(t)}$	0,148	0,022	0,138	0,368	0,015	0,309



7 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas

Vertinamo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertinis porinio kriterijų palyginimo metodas, atliekamas, pasitelkiant patirtimi. Taikant šį metodą, kriterijai lyginami poromis ir nustatomas svarbesnis kriterijus.

Siekiant išsiaiškinti užsiduotos vertinimo sistemos kriterijų svarbą, poromis lyginami šie kriterijai:

- K_1 – darbo sąnaudos, žm.val.;
- K_2 – mechanizmų sąnaudos, maš.val.;
- K_3 – atlikimo kaina, Eur su PVM;
- K_4 – darbų atlikimo trukmė, val.;
- K_5 – matavimų tikslumas, %;
- K_6 – maksimalus mechanizmų skaičius, vnt.

Kriterijai vertinami intervale nuo 0 iki 2. Svarbesniam kriterijui suteikiami 2 balai, mažiau svarbiam 0, vienodai svarbiems kriterijams po 1 balą.

12 lentelė. Porinis kriterijų palyginimas.

K	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	S _i	q _i	Prioritetų eilutė
K ₁	-	1	0	0	1	1	3	0,100	5
K ₂	1	-	0	0	2	1	4	0,133	4
K ₃	2	2	-	2	2	2	10	0,333	1
K ₄	2	2	0	-	2	1	7	0,233	2
K ₅	1	0	0	0	-	0	0	0,000	6
K ₆	1	1	0	1	2	-	6	0,200	3
						Σ	30	1	

Kadangi yra žinomas subjektyvus kriterijų reikšmingumas q_i, kuris yra lygus (13 lentelė):

13 lentelė. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas.

Kriterijai Reikšmingumas	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
q _i	0,100	0,133	0,333	0,233	0,000	0,200

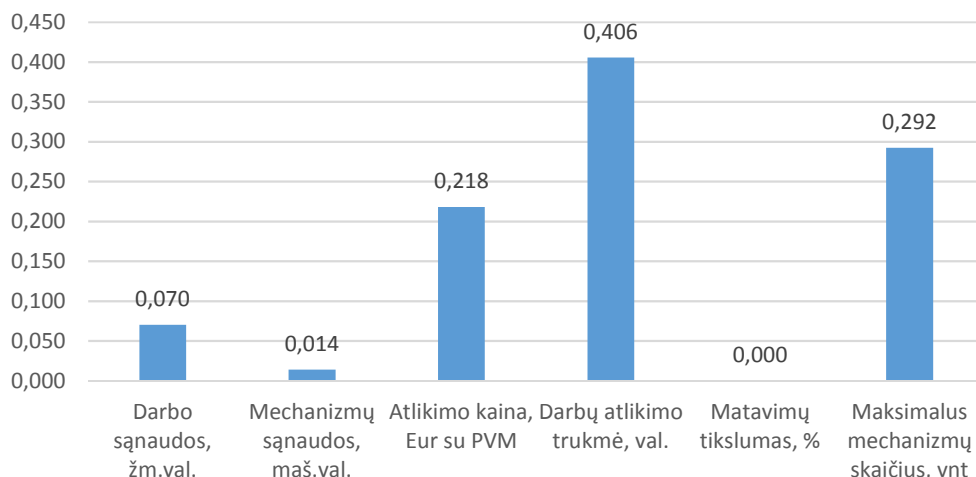
Tuomet galime nustatyti kompleksinį kriterijų reikšmingumą pagal formulę:

$$\overline{q_{j0}} = \frac{\overline{q_j} \cdot q_{j(t)}}{\sum_{j=1}^n (\overline{q_j} \cdot q_{j(t)})}; (j = \overline{1, n}) \quad (6)$$

14 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas.

Kriterijai Reikšmingumas	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
q _{j(t)}	0,070	0,014	0,218	0,406	0,000	0,292

Kompleksinis kriterijų reikšmingumas



8 pav. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

1.4.2. Alternatyvių sprendimų vertinimas, taikant daugiakriterinį TOPSIS metodą

Skaičiuojamas alternatyvių projektinių sprendimų naudingumo laipsnis.

15 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	220,71	392,92	22333,54	113,61	90	6
A ₂	220,71	392,92	22333,54	67,56	90	8
A ₃	167,27	387,54	21490,66	110,24	99	5
A ₄	167,27	387,54	21490,66	62,11	99	8
A ₅	205,25	347,56	16430,83	109,71	90	5
A ₆	150,56	342,49	15589,39	107,78	99	5
Suma	1131,77	2250,97	119668,62	571,01	567	37
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN
Kompleksinis reikšmingumas, %	14,8	2,2	13,8	36,8	1,5	30,9
Teorinis reikšmingumas, %	7,0	1,4	21,8	40,6	0,0	29,2

Kadangi matricoje P vertinimo kriterijai yra skirtingų matavimo vienetų, todėl negalime lyginti alternatyvių inžinerinių sprendimų. Dėl šios priežasties reikia matricą P normalizuoti, t.y. pertvarkyti į bedimensius dydžius. Matricos P normalizavimas atliekamas taikant vektorių normalizavimo metodą (10 lentelė):

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \text{ kur } i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (7)$$

čia: m – alternatyvų skaičius;

n – kriterijų skaičius.

16 lentelė. Normalizuota matrica.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	0,195	0,175	0,187	0,199	0,159	0,162
A ₂	0,195	0,175	0,187	0,118	0,159	0,216
A ₃	0,148	0,172	0,180	0,193	0,175	0,135
A ₄	0,148	0,172	0,180	0,109	0,175	0,216
A ₅	0,181	0,154	0,137	0,192	0,159	0,135
A ₆	0,133	0,152	0,130	0,189	0,175	0,135

Skaičiavimai atliekami esant teoriniam reikšmingumui:

Svertinės normalizuotos matricos sudarymas (17 lentelė):

$$\bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [\bar{q}_j] \quad (8)$$

čia: $[\bar{P}]$ - normalizuota matrica;

$[\bar{q}_j]$ - subjektyvus kriterijų reikšmingumas, kuris paskaičiuotas porinio palyginimo

metodu.

17 lentelė. Svertinė normalizuota matrica.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	0,029	0,004	0,026	0,073	0,002	0,050
A ₂	0,029	0,004	0,026	0,044	0,002	0,067
A ₃	0,022	0,004	0,025	0,071	0,003	0,042
A ₄	0,022	0,004	0,025	0,040	0,003	0,067
A ₅	0,027	0,003	0,019	0,071	0,002	0,042
A ₆	0,020	0,003	0,018	0,069	0,003	0,042

Nustatomas idealus teigiamas variantas:

$$a^+ = \left\{ \left[\frac{\left(\frac{\max x_{ij}}{j} \in I \right), \left(\frac{\min x_{ij}}{j} \in I \right)}{i} \right] = \overline{1, m} \right\} = \{x_1^+; x_2^+; x_3^+\} \quad (9)$$

čia: I – aibė rodiklių (maksimizuojamų), kurių geriausios reikšmės yra didžiausios;

I' – aibė rodiklių (minimizuojamų), kurių geriausios reikšmės yra mažiausios.

Idealus teigiamas variantas:

$$a^+ = \{150,56;342,49;15589;39;62,11;99;5\} = \{0,02;0,003;0,018;0,04;0,003;0,042\}$$

Nustatomas idealus neigiamas variantas:

$$a^- = \left\{ \left[\frac{\left(\frac{\min x_{ij}}{j} \in I \right), \left(\frac{\max x_{ij}}{j} \in I \right)}{i} \right] = \overline{1, m} \right\} = \{x_1^-; x_2^-; x_3^-\} \quad (10)$$

Idealus neigiamas variantas:

$$a^- = \{220,71;392,92;22333,54;113,61;90;8\} = \{0,029;0,004;0,026;0,073;0,002;0,067\}$$

Idealaus teigiamo varianto skirtumo (atstumo) L_i tarp realaus a_i ir a^+ nustatymas:

$$L_i^+ = \sum_{j=0}^n |x_{ij} - x_j^+|; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (11)$$

čia: x_{ij} – realus;

a^+ – idealiai teigiamas;

L_i^+ – atstumas.

Idealaus neigiamo varianto skirtumo (atstumo) L_i tarp realaus a_i ir a^- nustatymas:

$$L_i^- = \sum_{j=1}^n |x_{ij} - x_j^-|; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (12)$$

$L_1^+ = 0,058$	$L_1^- = 0,017$
$L_2^+ = 0,045$	$L_2^- = 0,030$
$L_3^+ = 0,040$	$L_3^- = 0,035$
$L_4^+ = 0,034$	$L_4^- = 0,041$
$L_5^+ = 0,038$	$L_5^- = 0,037$
$L_6^+ = 0,029$	$L_6^- = 0,046$

Santykinio lyginamų variantų artumo idealiam $K_{bit,i}$ nustatymas:

$$K_{bit,i} = \frac{L_i^-}{L_i^+ - L_i^-} \quad (13)$$

$K_{bit,1} = 0,221$	
$K_{bit,2} = 0,394$	
$K_{bit,3} = 0,472$	
$K_{bit,4} = 0,551$	
$K_{bit,5} = 0,490$	
$K_{bit,6} = 0,619$	<- Max reikšmė

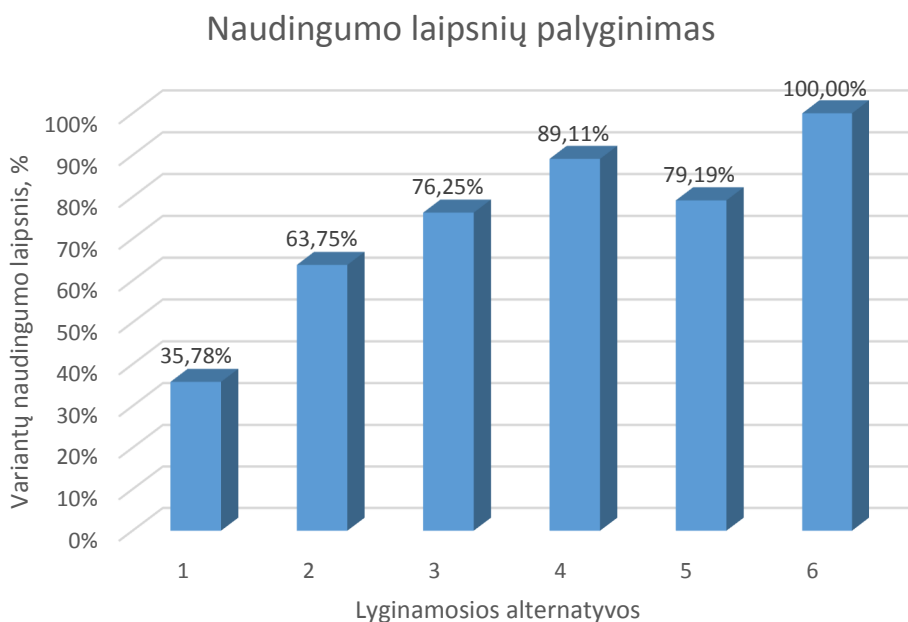
Racionaliausias inžinerinis sprendimas bus tas, kurio K_{bit} reikšmė yra maksimali.

Naudingumo laipsnio nustatymas. Lyginame mūsų nagrinėjamo varianto reikšmę su idealaus varianto reikšme:

$$N_i = \frac{K_{bit,i}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% \quad (14)$$

$N_1 = 35,78\%$	
$N_2 = 63,75\%$	
$N_3 = 76,25\%$	
$N_4 = 89,11\%$	
$N_5 = 79,19\%$	
$N_6 = 100,00\%$	

Pagal gautus duomenis atliekamas grafinis variantų palyginimas (9 pav).



9 pav. Grafinis variantų palyginimas, kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas

Skaičiavimai atliekami esant kompleksiniam reikšmingumui:

18 lentelė. Svertinė normalizuota matrica.

Kriterijai Alternatyvūs sprendimai	Darbo sąnaudos, žm.val.	Mechanizmų sąnaudos, maš.val.	Atlikimo kaina, Eur su PVM	Darbų atlikimo trukmė, val.	Matavimų tikslumas, %	Maksimalus mechanizmų skaičius, vnt
A ₁	0,014	0,002	0,041	0,081	0,000	0,047
A ₂	0,014	0,002	0,041	0,048	0,000	0,063
A ₃	0,010	0,002	0,039	0,078	0,000	0,039
A ₄	0,010	0,002	0,039	0,044	0,000	0,063
A ₅	0,013	0,002	0,030	0,078	0,000	0,039
A ₆	0,009	0,002	0,028	0,077	0,000	0,039

Idealus teigiamas variantas:

$$a^+ = \{150,56;342,49;15589,39;62,11;99;5\} = \{0,009;0,002;0,028;0,044;0;0,039\}$$

Idealus neigiamas variantas:

$$a^- = \{220,71;392,92;22333,54;113,61;90;8\} = \{0,014;0,002;0,041;0,081;0;0,063\}$$

L_1^+	=	0,063	L_1^-	=	0,016
L_2^+	=	0,046	L_2^-	=	0,033
L_3^+	=	0,048	L_3^-	=	0,031
L_4^+	=	0,037	L_4^-	=	0,042
L_5^+	=	0,040	L_5^-	=	0,039
L_6^+	=	0,034	L_6^-	=	0,045

Santykinio lyginamų variantų artumo idealiam $K_{bit,i}$ nustatymas:

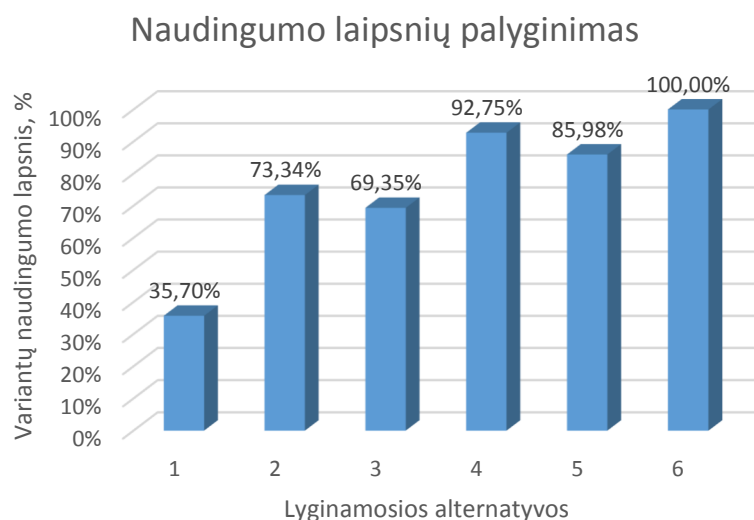
$K_{bit,1}$	=	0,204
$K_{bit,2}$	=	0,418
$K_{bit,3}$	=	0,396
$K_{bit,4}$	=	0,529
$K_{bit,5}$	=	0,490
$K_{bit,6}$	=	0,570 <- Max reikšmė

Racionaliausias inžinerinis sprendimas bus tas, kurio K_{bit} reikšmė yra maksimali.

Naudingumo laipsnio nustatymas. Lyginame mūsų nagrinėjamo varianto reikšmę su idealaus varianto reikšme:

N_1	=	35,70%
N_2	=	73,34%
N_3	=	69,35%
N_4	=	92,75%
N_5	=	85,98%
N_6	=	100,00%

Pagal gautus duomenis atliekamas grafinis variantų palyginimas (10 pav).



10 pav. Grafinis variantų palyginimas, kai įvertinamas kompleksinis kriterijų reikšmingumas

Išvados

Tiriamajame darbe atlikus skaičiavimus nustatyta, kad renkantis žemės darbų technologinį sprendimą, ir pagal teorinį kriterijų reikšmingumą, ir pagal kompleksinį kriterijų reikšmingumą, didžiausią dėmesį reikia kreipti į kriterijus K_4 ir K_6 – darbų atlikimo trukmė bei maksimalus mechanizmų skaičius.

Atliktas žemės darbų technologijų daugiakriterinis įvertinimas. Skaičiavimai atlikti pagal kompleksinį ir teorinį reikšmingumus, tačiau gautas rezultatas sutapo. Abiejais reikšmingumų skaičiavimo atvejais geriausias variantas buvo išrinktas A_6 (iškasos laikinas ramstymas ir kasimas ekskavatoriumi su 3D sistema).

Siekiant detaliau išaiškinti visus tris naudojamus metodus, kiekvieno metodo naudingiausias sprendimas (A_2 , A_4 ir A_6) bus detalizuojamas brėžinių technologinėse schemose. A_6 metodas bus pritaikomas projektuojamam pastatui, apskaičiuojant konstrukcinę bei organizacinę dalis.

2. Statybos reglamentavimas ir teisės sąlygos

Projektuojamas naujai statomas pastatas, automobilių aptarnavimo centras, priskiriama ypatingų statinių grupei, nes t. y. sudėtingų konstrukcijų ir technologijų statinys [31]. Šio statinio projektas rengiamas laikantis: Statybos įstatymo, techninių reglamentų, metodinių nurodymų, techninių liudijimų, standartų, statybos taisyklių, reikalavimų. Ypatingų statinių projektams yra privaloma projekto ekspertizė.

Projektuojamame pastate nuolatos dirbs darbuotojai, bus laikoma produkcija ir gamybinės žaliavos, todėl pastatas turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus. Kurie pagal Lietuvos Respublikos Statybos įstatymo 4 straipsnį 1 punktą yra:

- Mechaninio pastovumo ir atsparumo;
- Gaisrinės saugos;
- Higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos;
- Saugaus naudojimo;
- Apsaugos nuo triukšmo;
- Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo [19];

Esminiai reikalavimai, kurių būtina laikytis projektuojant pastatą, yra aprašyti šiuose dokumentuose: „Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai“, STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“ ir kitais susijusiais dokumentais. Administracinės paskirties pastato projektavimo pradžia laikoma projektavimo darbų rangos sutarties įsigaliojimo diena. Projektas rengiamas vadovaujantis STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“ 4 skyriaus 1 skirsniu. Pastato projektas rengiamas dviem Techniniu ir Darbo projektų etapais [34]. Parengtam projektui statytojo užsakymu atestuota įmonė atlieka privalomąją ypatingo statinio projekto ekspertizę ir pateikia atitinkamas išvadas.

Remiantis STR 1.06.03:2002 „Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė“, parengus ypatingo statinio techninį projektą yra privalomos šio projekto ekspertizės. Darbo projekto konstrukcinės dalies ekspertizė privaloma, jei tai nurodyta techninio projekto bendrosios ekspertizės akte. Atliekant bendrąją ar dalinę projekto ekspertizę sprendiniai turi atitikti reikalavimus pateiktus reglamento 6 punkte. Projektas yra tinkamai parengtas, jei atlikus ekspertizę, jo įvertinimas ekspertizės akte atitinka esminius statinio reikalavimus, privalomųjų projekto rengimo dokumentų ir kitų statybos teisės aktų reikalavimus.

Administracinės paskirties pastato Šiauliuose statybos darbų pradžia, reikia gauti leidimą statyti naują statinį remiantis STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“ kur aprašyta

leidimo išdavimo tvarka. Siekiant gauti statybos leidimą, statytojas turi pateikti savivaldybės merui arba paskirtajam administracijos subjektui:

- nustatytos formos prašymą;
- duomenis apie administracinį pastatą;
- žemės sklypo nuosavybės teisę patvirtinančius dokumentus;
- sutartį su žemės savininku dėl sklypo laikino naudojimo statybos metu;
- statinio projektą;
- statinio projekto ekspertizės išvadas;
- statinio projekto patvirtinimo dokumentą;
- dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo.

Dokumentus galima pateikti tiesiogiai ar nuotoliniu būdu, pasinaudojant Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacine sistema „Infostatyba“ www.planuojustatyti.lt. Pastato statyba vykdoma rangos būdu. Vykdyti ypatingų statinių statybą turi teisę Lietuvos respublikoje įregistruota statybos įmonė arba užsienio valstybės statybos įmonės, kurioms buvo suteiktas Vyriausybės įgaliotos institucijos išduotas atestatas leidžiantis versti šia veikla. Statinio statybos darbams vadovauja tik nustatyta tvarka atestuoti vadovai, kurių veikla nurodyta STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“.

Administracinės paskirties pastato statybos metu privalomai vykdomos techninė ir projekto vykdymo priežiūros. Techninę priežiūrą atlieka pastato statybos techninis prižiūrėtojas. Ją organizuoja statytojas (užsakovas), priežiūros tikslas - kontroliuoti ar statinys statomas pagal statinio projektą, statybos rangos sutarties, įstatymų, kitų teisės aktų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus. Statinio projekto vykdymo priežiūrą (statybos metu) statinio projektuotojo pavedimu atlieka statinio projekto rengėjas pagal statytojo (užsakovo) ir statinio projektuotojo statinio projekto vykdymo priežiūros sutartį. Projekto vykdymo priežiūros vadovas privalo užtikrinti, kad visais atvejais atlikti statinio projekto sprendinių pakeitimai atitiktų normatyvinių statybos techninių ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus.

Statytojas užbaigęs statyti naują statinį, padaliniui, esančiam apskrityje, kurioje yra statinys, teritorijoje, pateikiamas prašymas išduoti statybos užbaigimo aktą. Norėdamas gauti aktą atsakingas asmuo parengia prašymą, prie kurio pridedami nurodyti su prašymu privalomai pateikti dokumentai (pagal STR 1.11.01:2010 “Statybos užbaigimas” 2 priedą). Prašymas gali būti pateikiamas nuotoliniu būdu, pasinaudojant IS „Infostatyba“ (www.planuojustatyti.lt) arba tiesiogiai, pateikiant jį ir visus privalomus su prašymu pateikti dokumentus Valstybinės teritorijų planavimo ir statybos inspekcijos teritoriniam padaliniui.

Užbaigus statinio statybą Valstybinei teritorijų planavimo ir statybos inspekcijai prie Aplinkos ministerijos pateikiama statytojo (užsakovo) Aplinkos ministerijos nustatyto turinio deklaracija apie statybos užbaigimą, deklaracijos forma pateikiama STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“ 5 priede. Kad deklaracija būtų patvirtinta, statytojas padaliniui turi pateikti laisvo turinio prašymą patvirtinti deklaraciją kartu su 2 deklaracijos kopijomis, statinio kadastro duomenų byla (kopija) ir kompiuterinė laikmena su statinio projekto kopija, pažymos apie energetikos įrenginių techninės būklės patikrinimą užbaigus jų montavimo, paleidimo – derinimo darbus.

Papildomi normatyviniai dokumentai, kuriais vadovaujantis atliktas projektas, sąrašas:

1. STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“ [31],
2. STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“ [32],
3. STR 1.09.04:2007 „Statinio projekto vykdymo priežiūra“ [33],
4. STR 1.09.05:2002 „Statinio statybos techninė priežiūra“ [35],
5. STR 1.12.06:2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“ [44],
6. STR 1.07.02:2005 „Žemės darbai“ [36],
7. STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ [37],
8. STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“ [38],
9. STR 2.01.01(4):2008 „Esminis statinio reikalavimas „Naudojimo sauga“ [40],
10. STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas „Apsauga nuo triukšmo“ [41],
11. STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ [42],
12. STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių-techninių dydžių projektinės vertės“ [43],
13. STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ [45],
14. STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“ [46],
15. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“ [47],
16. „Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas“ [19].

3. Architektūrinė dalis

3.1. Pastato situacija

Pastatas skirtas administracinių patalpų nuomai. Jis statomas pietinėje Šiaulių miesto dalyje. Projektuojamas pastatas randasi Tilžės ir J. Sondeckio gatvių sankryžoje. Tilžės gatvė yra pagrindinė mieste bei tęsiasi per visą miestą, tad kelionė į projektuojamą pastatą bus patogiai iš bet kurios miesto vietos.

Bendras sklypo plotas yra 2997,26m². Sklypas yra taisyklingos stačiakampio formos, su maža išpjova pietinėje dalyje. Sklypo didžiausias ilgis – 62m, o plotis – 49m. Sklypo teritorijoje esantis reljefas lygus. Siekiant ištirti sklypo inžinerines geologines ir hidrogeologines sąlygas bei įvertinti gruntus, buvo atlikti trys 6m gylio gręžiniai. Atlikus gręžinius buvo nustatyta, jog sklype esančio augalinio grunto sluoksnio storis vidutiniškai 20cm storio. Po juodžemiu esantis gruntas yra dulkingas smėlis, kurio sandara nesikeitė per visą likusį gręžinio gylį. Gruntinis vanduo buvo aptiktas 3m gylyje.

Įvažiavimas į sklypą numatytas iš J. Sondeckio gatvės, besiribojančios su sklypu rytinėje pusėje. Pagrindinis įėjimas į pastatą numatytas iš Tilžės gatvės pusės. Papildomas įėjimas, skirtas tik dirbančiam personalui, į pastatą numatytas šiaurinėje pastato dalyje. Sklypo ribose suprojektuota automobilių parkavimo aikštelė, skirta darbuotojams bei lankytojams. Vienos parkavimo vietos išmatavimai yra 2,5x5,0m. Automobilių parkavimo vietų yra 41, iš kurių 2 numatytos žmonėms su negalia (ŽN). Šios vietos numatytos arčiausiai pastato, kad būtų patogus patekimas į pastatą. Šalia ŽN parkavimo vietų papildomai įrengiamos 1,5x5,0m išlaipinimo aikštelės. Parkavimo vietų ribos ženklinamos horizontaliuoju ženkliniu (0,12m pločio ištisine baltos spalvos juosta). Bendras pastato užstatymo plotas yra 518,74m².

Pastatą visu perimetru juosia 2,0m pločio takeliai, kurie taip pat ribojasi su automobilių parkavimo aikštele. Takeliai klojami iš betoninių trinkelų, kurie susijungia su Tilžės gatvės šaligatviu iš betoninių plytelių. Esamame sklype įrengiama 883,38m² ploto dvisluoksniė asfaltbetonio danga, pritaikyta lengvam arba retai pasitaikančiam aptarnaujančiam transportui [51]. Aikštelę numatyta įrėminti betoniniais kelio bortais. Šalia ŽN parkavimosi vietų, kelio bortai sužeminami, paliekant 2cm peraukštėjimą, siekiant sudaryti patogias sąlygas patekimui ant trinkelų dangos, vedančios iki pastato. Likusi teritorija apželdinama žole.

3.2. Pastato architektūriniai sprendimai

Projektuojamas administracinės paskirties pastatas yra keturių aukštų su rūsiu. Pastato išoriniai matmenys yra 32,14x16x14m. Pastato rūsyje įrengiamos archyvavimo bei techninėms reikmėms reikalingos patalpos. Antžeminėje pastato dalyje, identišškai kiekviename aukšte,

numatytos patalpos klientų laukiamajam, konferencijų salėms, biurams bei sanitarinėms patalpoms. Keliavimui tarp aukštų, pastato centre projektuojamas liftas bei laiptinė. Pastato aukštis – 15,08m. Stogas projektuojamas sutapdintas su 1,0° nuolydžiu, orientuotu į pastato centrą. Susikaupęs lietaus vanduo nuvedamas vidine vandens nutekėjimo sistema.

Patekus į pastatą pro pagrindinį įėjimą, patenkama į laukiamąjį (78,63m²). Iš šios patalpos galima rinktis liftą arba laiptus, kad pakilti į reikiamą aukštą arba praėjus pro rakinamas duris patekti į koridorių (84,27m²), kuris jungia visas likusias patalpas: biurus (6 biurų bendras plotas – 127,26m²), konferencijų sales (2 salių bendras plotas 116,08m²), sandėlį (8,67m²) bei sanitarinius mazgus (4 patalpų bendras plotas – 13,94m²).

3.3. Pastato konstrukciniai sprendimai

Pamatai. Pamatai numatyti gelžbetoniniai monolitiniai, įrengiami ant 10cm storio betono pasluoksnio. Pamato pado matmenys, skirti kolonų atramai - 2400x2400x800mm. Pamatai, skirti liftui arba laiptams, identiškų matmenų – 4100x6100x600mm. Kolonų pamatai įgilinami 4,14m žemiau pirmo aukšto grindų lygio, lifto pamatas įgilinamas - 4,84m, o laiptų pamatas – 3,94m.

Pastato laikančioji konstrukcija. Pastato savąsias ir išorines apkrovas laiko rūsio armuotos monolitinės sienos, kurių storis priimtas 25cm bei kvadrato formos armuotos monolitinės kolonos (50x50cm), įrengiamos kiekviename aukšte. Aukštų perdangos taipogi armuotos monolitinės, kurių storis 23cm.

Pastato pastovumui užtikrinti, lifto bei laiptinių sienos suprojektuotos armuotos monolitinės, kurių storis 25cm.

Sienos ir pertvaros. Projektuojamo pastato išorinės sienos montuojamos karkasinės nelaikančiosios [16]. Karkasui naudojami antikoroazine danga dengti metaliniai profiliai, kurie užpildomi šilumos izoliacine vata. Fasadas dengiamas 600x1600mm matmenų keraminėmis plokštėmis [17], tarp kurių ir izoliacinės vatos paliekamas oro tarpas. Vidinė išorinių sienų pusė dengiama smūgio garsą izoliuojančiomis plokštėmis PAROC [52]. Galiausiai, prie šių plokščių montuojama dviguba gipskartonio plokštė ir įrengiama vidaus apdaila.

Rūsyje esančios patalpos atskiriamos 12cm storio mūrinėmis pertvaromis. 1-4 aukšte esančios patalpos atskiriamos metalinėmis karkasinėmis pertvaromis, užpildytomis 30cm storio mineralinės vatos plokštėmis. Iš abiejų pusių konstrukcija apdengiama gipskartonio plokštėmis, tad bendras pertvaros storis gaunasi taipogi 12cm.

Denginys - stogas. Pagrindinė stogo laikanti konstrukcija yra 25cm storio armuotas monolitinis denginys. Toliau įrengiamas išlyginamasis sluoksnis, ant kurio klojama garo izoliacija, 20cm storio PAROC ROL 30 mineralinė vata, 3cm storio PAROC ROB 80 mineralinė vata [52]

bei dvisluoksnė bituminė ruloninė danga. Plokščiojo stogo nuolydis 1°, kuris yra orientuotas į pastato centrą, kur per įrengtas įlajas nuvedamas susikaupęs lietaus vanduo.

Langai ir durys. Langai numatyti aukštos kokybės plastikiniai 1,6 arba 2,0m pločio. Pirmame aukšte, langų aukštis 1,7m, o 2-4 aukštuose langai numatomi 1,4m aukščio. Kiekviename aukšte, langai virš grindų altitudės iškeliami į 0,9m aukštį.

Pagrindinis įėjimas į pastatą numatytas pietinėje pastato dalyje, pro 3m pločio dvivėres duris su stiklo paketais. 1,0m pločio pagalbinis įėjimas, skirtas tik darbuotojams, numatytas šiaurinėje pastato dalyje.

Visos administracinėse patalpose esančios durys numatytos 1,0m pločio, išskyrus duris, vedančias į sanitarinius mazgus. Jų plotis 0,8m. Vidinėse patalpose montuojamos 5 skirtingų tipų durys: vienvėrės sanitarinių patalpų, vienvėrės administracinių patalpų, dvivėrės konferencijų salių, slenkančios lifto, vienvėrės laiptinės. Langų ir durų specifikacija pateikiama 2.1 lentelėje.

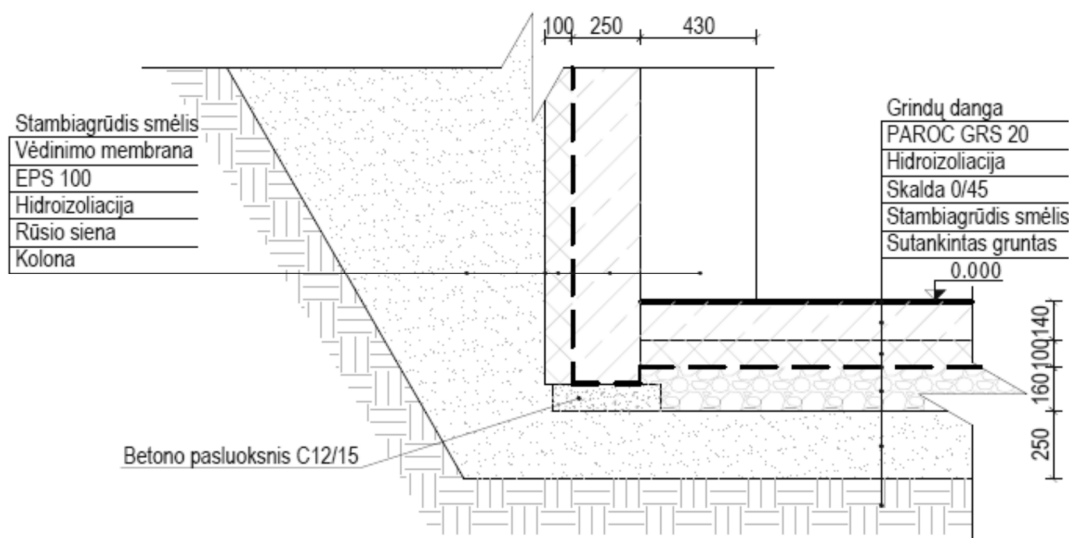
19 lentelė. Langų ir durų specifikacija.

Eil. N.	Gaminio pavadinimas	Išmatavimai mm		Kiekis vnt.
		Plotis	Aukštis	
1.	Langas	1600	1700	12
2.	Langas	2000	1700	12
3.	Langas	1600	1400	43
4.	Langas	2000	1400	42
5.	Slenkančios lauko durys	4000	2200	1
6.	Pagalbinės lauko durys	1000	2100	1
7.	Patalpų durys	1000	2100	50
8.	Sanitarinių patalpų durys	800	2100	17
9.	Dvivėrės patalpų durys	2000	2100	8
10.	Laiptinės durys	1000	2200	5
11.	Lifto durys	1000	2200	5

Grindys. Projektuojamame pastate planuojamos trijų tipų grindys. Rūsio grindys numatytos armuoto betono cementinės, administracinėms patalpoms planuojamos parketlenčių grindys, o sanitarinėms patalpoms – keraminių plytelių danga.

Inžinerinė įranga. Administracinės paskirties pastatas yra aprūpintas visa reikalinga inžinerine įranga, tai yra elektra, vandeniu, kanalizacija, šildymu, ryšiais ir kita įranga reikalinga pastato eksploatavimui, prijungiant viską prie miesto tinklų.

3.4. Rūsio ativarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



11 pav. Rūsio ativarų požeminės dalies schema

$$\kappa = \frac{20}{Q_i - Q_e} = \frac{20}{20 - 0,6} = 1,0 \quad (15)$$

čia: $Q_i=20$ – patalpų vidaus oro temperatūra;

$Q_e=0,6$ – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra, kuomet vidutinė paros oro temperatūra žemesnė negu 10°C .

Leistinos šilumos perdavimo koeficiento vertės U_{MN} , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$:

- Stogui - $U_{MN}=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Perdangoms virš rūsio ir pogrindžių - $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Sienos - $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Langai ir kitos skaidrios atitvaros - $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Durys, vartai – $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Rūsio grindų ir sienų požeminės dalies atstojamasis šilumos perdavimo koeficientas bendruoju atveju apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}}{A + z \cdot P} \quad (16)$$

čia: U_{bf} - rūsio grindų šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$;

U_{bw} - rūsio sienų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$;

A - rūsio grindų plotas m^2 ;

P - išorinių rūsio sienų perimetras m ;

z - rūsio sienų požeminės dalies aukštis nuo rūsio grindų plokštės apačios, m .

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{481,69}{0,5 \cdot 93,44} = 10,31m \quad (17)$$

Rūsio grindų konstrukciją sudaro 140mm storio armuoto betono sluoksnis bei 100mm storio termoizoliacinis sluoksnis iš mineralinės vatos. Priimama, jog kietas pagrindas po grindų konstrukcija turi tokį patį šilumos laidumo koeficientą kaip gruntas, tad jo šiluminė varža nebus įvertinta. Skaičiuojama rūsio grindų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficiento vertė.

Pirmiausia apskaičiuojame šiluminę varžą R_f pagal formulę:

$$R_f = \sum \frac{d_f}{\lambda_{ds,f}}; \quad (18)$$

čia: d_f - sluoksnio storis, m;

$\lambda_{ds,f}$ - projektinis šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K).

Projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds,f}$ parenkamas iš STR 2.05.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas“ 3 priedo. Šilumos izoliacijos šilumos laidumo koeficientas turi būti paskaičiuotas, įvertinant papildomą įdrėkimą. Tuomet mineralinės vatos plokščių šilumos laidumo koeficientas:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w = 0,035 + 0,002 = 0,037 \text{ W}/(m \cdot K) \quad (19)$$

$$\lambda_{ds} = 2,5 \text{ W}/(m \cdot K)$$

Bendra šiluminė varža R:

$$R_f = \frac{0,14}{2,5} + \frac{0,10}{0,037} = 2,76 \text{ m}^2 \cdot K/W$$

Randamas ekvivalentinis grunto sluoksnio storis d_t :

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) = 0,25 + 2 \cdot (0,04 + 2,76 + 0,17) = 6,19m \quad (20)$$

čia: w - rūsio grindis ribojančios sienos storis, m;

λ_{gr} - grunto šilumos laidumo koeficientas, W/m·K;

R_{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

R_f - rūsio grindų šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

R_{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$.

$$d_t + 0,5 \cdot z = 6,19 + 0,5 \cdot 3,08 = 7,73 < B' \text{ , vadinasi rūsio grindys yra mažai apšiltintos, tad } U_{bf}$$

randamas pagal formulę:

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot B' + 0,5 \cdot z} \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t + 0,5 \cdot z} + 1 \right) \quad (21)$$

$$U_{bf} = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 10,31 + 0,5 \cdot 3,08} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 10,31}{6,19 + 0,5 \cdot 3,08} + 1 \right) = 0,19 \text{ W}/m^2 \cdot K$$

Rūsio sienų požeminės dalies konstrukciją sudaro 250mm armuotas betono sluoksnis ir 100mm storio termoizoliacinis sluoksnis iš polistireninio putplasčio plokščių. Pirmiausia apskaičiuojame šiluminę varžą R_f :

Projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds,f}$ parenkamas iš STR 2.05.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas“ 3 priedo. Šilumos izoliacijos šilumos laidumo koeficientas turi būti paskaičiuotas, įvertinant papildomą įdrėkimą. Tuomet polistirolinių EPS plokščių šilumos laidumo koeficientas:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w = 0,035 + 0,01 = 0,045 \text{ W}/(m \cdot K)$$

$$\lambda_{ds} = 2,5 \text{ W}/(m \cdot K)$$

Bendra šiluminė varža R_f :

$$R_f = \frac{0,25}{2,5} + \frac{0,10}{0,045} = 2,32 \text{ m}^2 \cdot K/W$$

Randamas atstojamasis rūsio sienos storis d_w :

$$d_w = \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) = 2 \cdot (0,04 + 2,32 + 0,13) = 4,98m \quad (22)$$

Rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot z} \left(1 + \frac{0,5 \cdot d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) \quad (24)$$

$$U_{bw} = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 3,08} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 4,98}{4,98 + 3,08} \right) \ln \left(\frac{3,08}{4,98} + 1 \right) = 0,26 \text{ W}/m^2 \cdot K$$

Galiausiai randame rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientą:

$$U = \frac{481,69 \cdot 0,19 + 3,08 \cdot 93,44 \cdot 0,26}{481,69 + 3,08 \cdot 93,44} = 0,22 \text{ W}/m^2 \cdot K$$

Administracinės paskirties pastato rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficientas tenkina leidžiamas vertes, kurių norminė šilumos perdavimo koeficiento vertė, kai $\kappa = 1,0$ lygi $U_N = 0,3 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$. Požeminės dalies atitvaros suprojektuotos tinkamai.

4. Konstrukcinė dalis



4.1. Situacija

Projektuojamam pastatui priimta naudoti 6 žemės darbų variantą (III metodas). Šiam metodui naudojama laikina plieninių spraustasielių sienutė, tad reikia apskaičiuoti kiek giliai reikia šią sienutę kalti į gruntą, kad sienutė atlaikytų susidariusio šoninio grunto slėgį ir neišvirstų [50]. Papildomai apskaičiuojamos skersinės grunto slėgio jėgos, kad būtų nustatomas maksimalus sienutės įlinkis, pagal kurį parenkamas sienutės profilis.

Pagrindiniai reikiami duomenys turimi iš geotechninių geologinių tyrimų ataskaitos.

Gręžinys Nr. 1

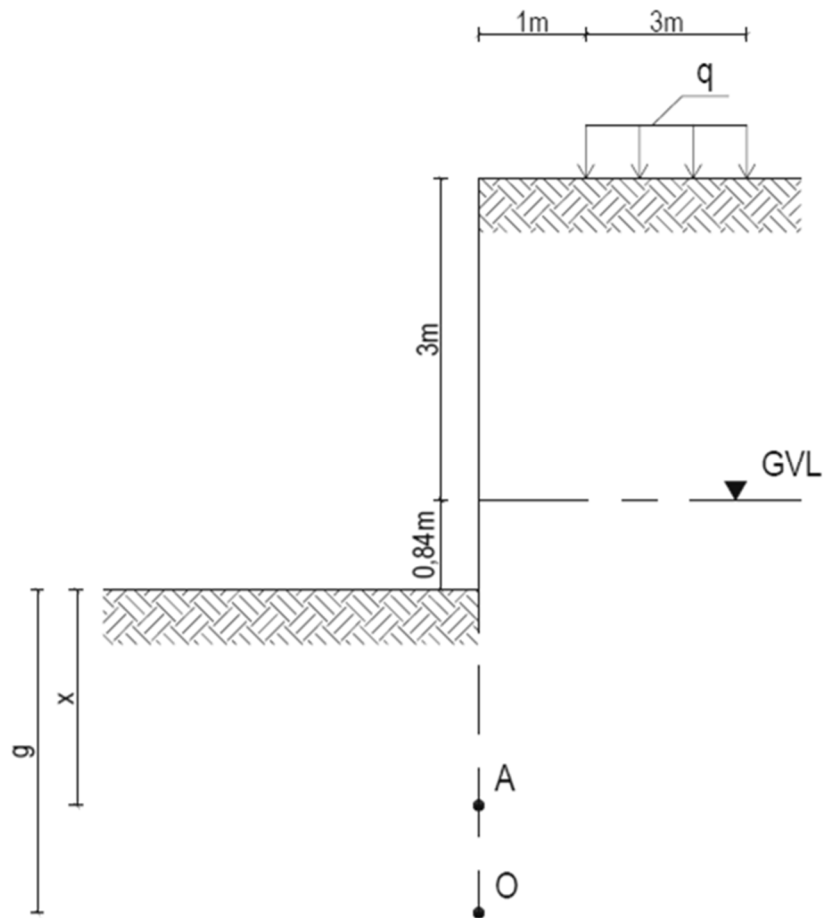
Gręžinio Ø198mm
Gręžinio altitudė 125,10m
Gręžinio gylis 5,0m

Geologinis indeksas	Grunto aprašymas	Sluoksnio gylis, m	Altitudė	Sluoksnio storis, m	Litologinis pjūvis	Vandens lygis, m		
						Pas.	Nus.	Max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
pdIV	Augalinis sluoksnis	0,20	124,90	0,20				
tpIIV	Dulkingas smėlis, pilkas	5,00	124,70	4,80		▼3,20 121,70	▼3,20 121,70	

12 pav. Gręžinio pjūvis

Atlikus geologinius tyrimus, nustatyti sklype esantys gruntai. Augalinio grunto sluoksnis 20cm storio, o po juo esantis gruntas yra dulkingas smėlis (SD). Nustatyta, jog gruntinio vandens lygis yra 3m gylyje. Reikia apskaičiuoti plieninių spraustasielių įgilinimą, kad atliekant žemės darbus jie atlaikytų šoninio grunto slėgį.

4.2. Aktyvaus ir pasyvaus grunto slėgio skaičiavimas



13 pav. Skaičiuojamoji situacijos schema

Iškaskos viršuje numatoma išskirstyta apkrova q , susidaranti nuo ekskavatoriaus savojo svorio. Ji veikia gruntą 1m atstumu nuo sprausiasienių sienelės, kadangi tai yra minimalus leistinas atstumas mechanizmams stovėti prie iškaskos.

Randame ekskavatoriaus išskirstytos apkrovos dydį:

$$F = m \cdot g \quad (25)$$

čia: m - ekskavatoriaus svoris, kg;
 g - laisvojo kritimo pagreitis, m/s^2 .

$$F = 22000 \cdot 9,81 = 215,82 \text{ kN}$$

$$q = \frac{F}{a \cdot b} \quad (26)$$

čia: a – ekskavatoriaus vikšrų plotis, m;
 b – ekskavatoriaus vikšrų ilgis, m.

$$q = \frac{215,82}{3 \cdot 4,5} = 15,99 \text{ kN/m}^2$$

Dulkingo smėlio geotechninių rodiklių vertės:

Savitasis grunto tankis $\gamma=17,97 \text{ kN/m}^3$;

Savitasis vandens įsotinto grunto tankis $\gamma'=10,22 \text{ kN/m}^3$;

Sankiba $c'=0 \text{ kN/m}^2$;

Vidinis trinties kampas $\varphi'=39^\circ$.

Apskaičiuojame šoninio slėgio koeficientus. Aktyvaus šoninio slėgio koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_a = \frac{1 - \sin\varphi'}{1 + \sin\varphi'} \quad [6] \quad (27)$$

$$K_a = \frac{1 - \sin 39^\circ}{1 + \sin 39^\circ} = 0,23$$

Pasyvaus šoninio slėgio koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę [7]:

$$K_p = \frac{1}{K_a} \quad (28)$$

$$K_p = 4,35$$

Apskaičiuojamas grunto aktyvusis slėgis, kai:

$$z_0 = 0 \text{ m}$$

$$p_{a0} = K_a \gamma z_0 - 2c' \sqrt{K_a} \quad (29)$$

$$p_{a0} = 0,23 \cdot 17,97 \cdot 0 - 0 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$z_1 = 3 \text{ m}$$

$$p_{a1} = K_a \gamma z_1 - 2c' \sqrt{K_a} \quad (30)$$

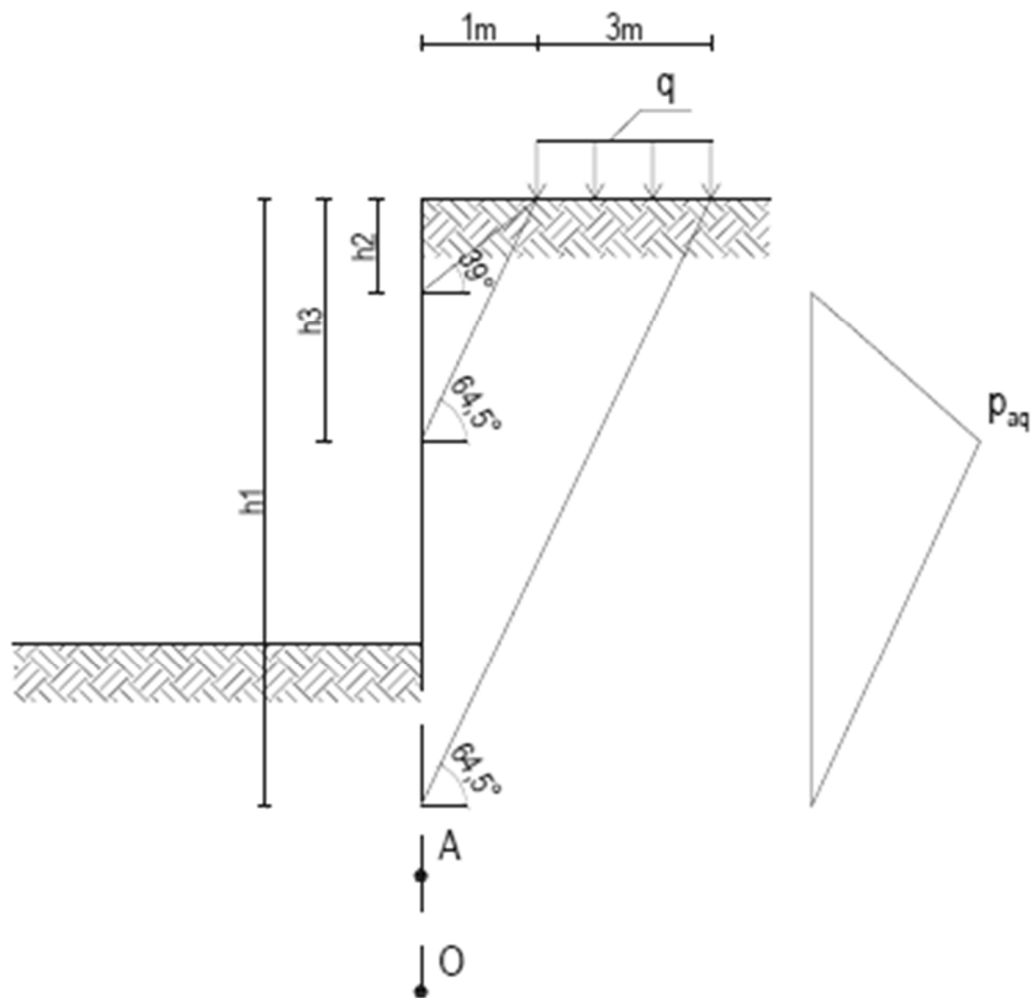
$$p_{a1} = 0,23 \cdot 17,97 \cdot 3 - 0 = 12,40 \text{ kN/m}^2$$

$$z_2 = (3 + g) \text{ m}$$

$$p_{a2} = K_a \gamma z_1 + K_a \gamma' z + K_w \gamma_w z - 2c' \sqrt{K_a} \quad (31)$$

$$p_{a2} = 0,23 \cdot 17,97 \cdot 3 + 0,23 \cdot 10,22(0,84 + g) + 1 \cdot 9,8(0,84 + g) - 0 = 22,61 + 12,15g \text{ kN/m}^2$$

Papildomai apskaičiuojamas grunto aktyvusis slėgis, atsirandantis nuo ekskavatoriaus slėgio į gruntą:



14 pav. Ekskavatoriaus sukeliama grunto slėgio schema

Randamas slėgio veikimo kampas:

$$\vartheta_a = 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \quad (32)$$

$$\vartheta_a = 45^\circ + \frac{39^\circ}{2} = 64,5^\circ$$

Randami charakteringi atstumai:

$$\frac{1}{h_2} = \operatorname{tg}(90^\circ - \varphi') \quad (33)$$

$$h_2 = \frac{1}{\operatorname{tg}(90^\circ - \varphi')}$$

$$h_2 = 0,81 \text{ m}$$

$$\frac{4}{h_1} = \operatorname{tg}(90^\circ - \vartheta_a) \quad (34)$$

$$h_1 = \frac{4}{\operatorname{tg}(90^\circ - \vartheta_a)}$$

$$h_1 = 8,39 \text{ m}$$

$$\frac{1}{h_3} = \operatorname{tg}(90^\circ - \vartheta_a) \quad (35)$$

$$h_3 = \frac{1}{\operatorname{tg}(90^\circ - \vartheta_a)}$$

$$h_3 = 2,1 \text{ m}$$

Aktyvusis slėgis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$p_{aq} = \frac{2qaK_a}{h_1 - h_2} [14] \quad (36)$$

$$p_{aq} = \frac{2 \cdot 15,99 \cdot 3 \cdot 0,23}{8,39 - 0,81} = 2,91 \text{ kN/m}^2$$

Apskaičiuojamas grunto pasyvusis slėgis, kai:

$$z_0 = 0 \text{ m}$$

$$p_{p0} = K_p \gamma' z_0 + 2c' \sqrt{K_p} \quad (37)$$

$$p_{p0} = 4,35 \cdot 10,22 \cdot 0 + 0 = 0 \text{ kN/m}^2$$

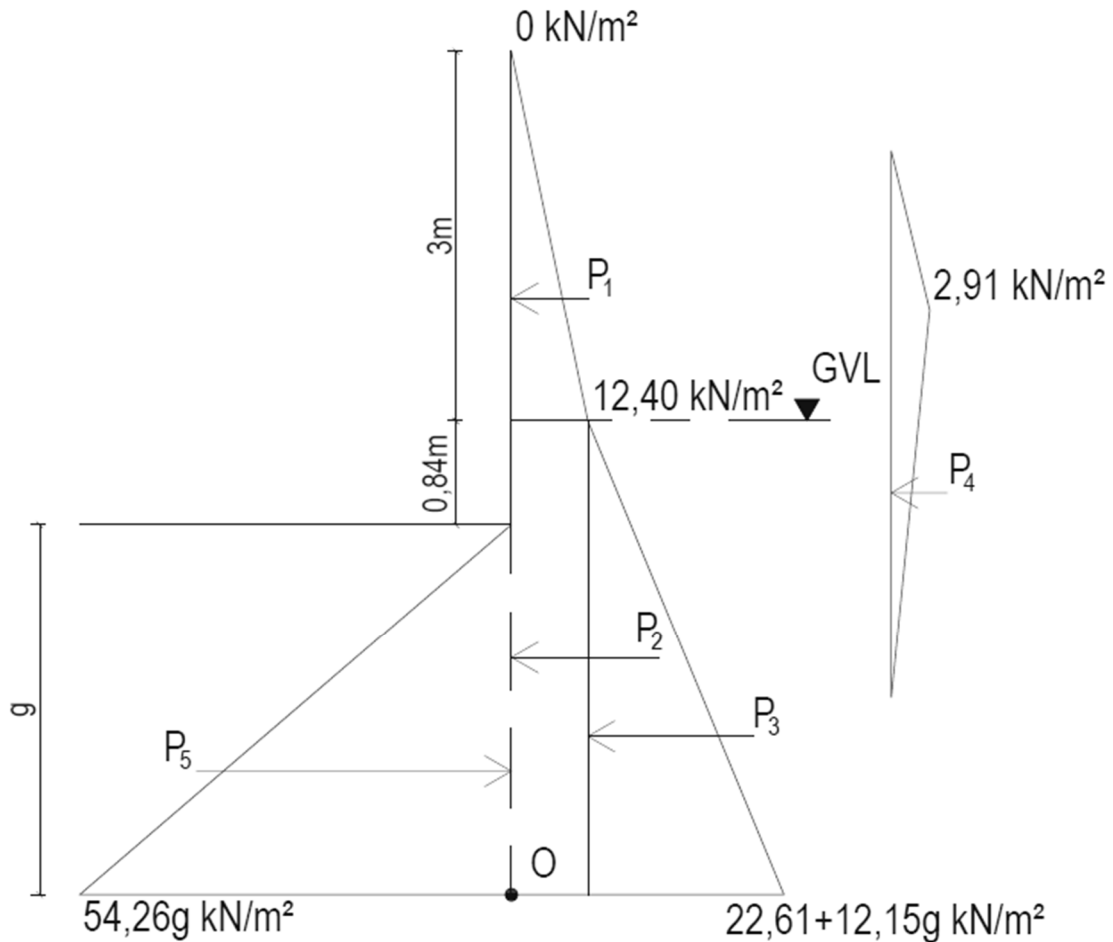
$$z_1 = g \text{ m}$$

$$p_{p1} = K_p \gamma' z_1 + K_w \gamma_w z_1 + 2c' \sqrt{K_p} \quad (38)$$

$$p_{p1} = 4,35 \cdot 10,22 \cdot g + 1 \cdot 9,8 \cdot g + 0 = 54,26g \text{ kN/m}^2$$

4.3. Plieninių sprastasielių įgilinimo skaičiavimas

Kad plieninių sprastasielių sienutė atlaikytų šoninio aktyvaus grunto slėgio jėgą, ją veikianti pasyvaus grunto slėgio jėga turi būti atitinkamo dydžio. Gylyje g , pasyvus ir aktyvus grunto slėgiai yra lygūs, tad iš lygties $\sum M_A = 0$ rasime reikiamą įgilinimą. Apskaičiuojame aktyvaus ir pasyvaus grunto slėgių atstojamąsias skersines jėgas bei pečių ilgius iki taško A:



15 pav. Grunto šoninio slėgio ir skersinių jėgų veikimo diagrama

$$P_1 = 12,40 \cdot \frac{3}{2} = 18,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a_1 = 1,84 + g \text{ m}$$

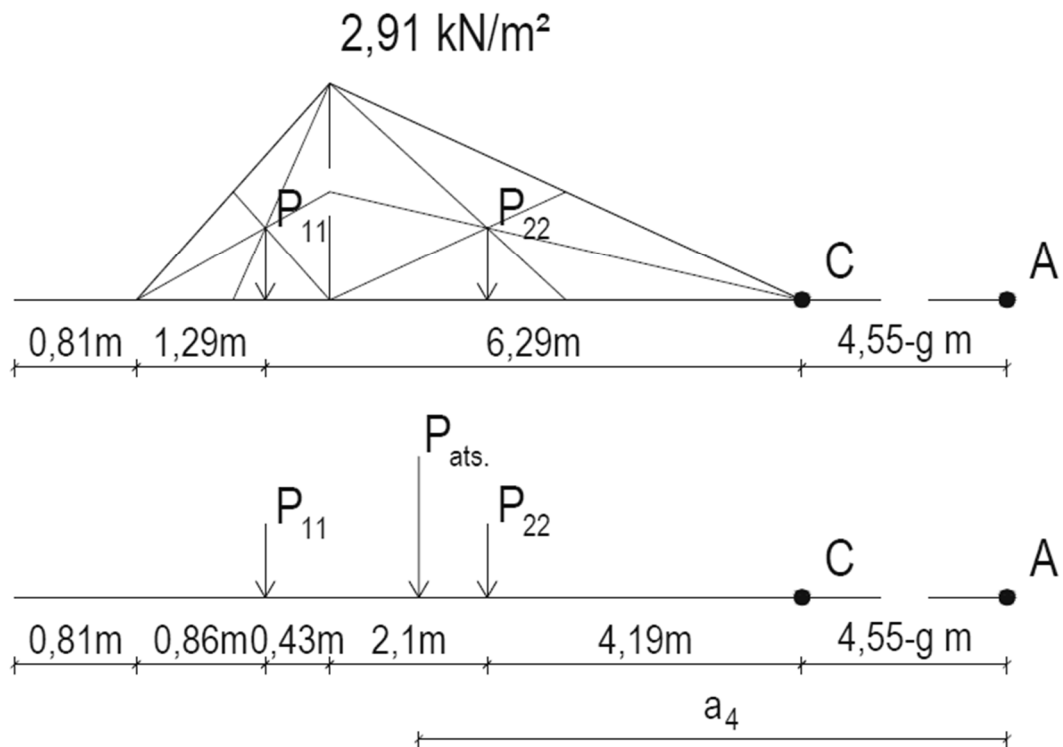
$$P_2 = 12,40(0,84 + g) = 10,42 + 12,4g \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a_2 = 0,42 + 0,5g \text{ m}$$

$$P_3 = \frac{(10,21+12,15g)(0,84+g)}{2} = 6,08g^2 + 10,21g + 4,29 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a_3 = 0,28 + \frac{g}{3} \text{ m}$$

Dėl ekskavatoriaus svorio atsirandančio aktyvaus grunto slėgio atstojamoji skersinė jėga randama:



16 pav. Ekskavatoriaus sukeliama grunto slėgio ir skersinių jėgų diagrama

$$P_{11} = 2,91 \cdot \frac{1,29}{2} = 1,88 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{22} = 2,91 \cdot \frac{6,29}{2} = 9,15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Jėgų P₁₁ ir P₂₂ atstojamoji jėga P_{ats.} ir jos jėgos petys apskaičiuojamas iš lygties:

$$P_{11} \cdot a_{11} + P_{22} \cdot a_{22} = P_{\text{ats.}} \cdot a_{\text{ats.}} \quad (39)$$

$$P_{\text{ats.}} = P_{11} + P_{22}$$

$$P_{\text{ats.}} = 11,03 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a_{\text{ats.}} = \frac{P_{11} \cdot a_{11} + P_{22} \cdot a_{22}}{P_{\text{ats.}}}$$

$$a_{\text{ats.}} = \frac{1,88 \cdot 6,72 + 9,15 \cdot 4,19}{11,03} = 4,62 \text{ m}$$

$$P_4 = P_{\text{ats.}} = 11,03 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a_4 = 0,02 + \frac{g}{3} \text{ m}$$

$$P_5 = 54,26g \cdot \frac{g}{2} = 27,13g^2 \text{ kN/m}$$

$$a_5 = \frac{g}{3} \text{ m}$$

Gautas skersines jėgas bei jų pečius, surašome į momentų lygtį apie tašką A ir randame nežinomąjį g:

$$\sum M_A = 18,6(1,84 + g) + (12,4g + 10,42)(0,42 + 0,5g) + (6,08g^2 + 10,21g + 4,29) \left(0,28 + \frac{g}{3}\right) + 11,03 \left(0,02 + \frac{g}{3}\right) - 27,13g^2 \cdot \frac{g}{3} = 0$$

$$\sum M_A = -7,01g^3 + 11,3g^2 + 36,99g + 40,02 = 0$$

Išsprendus kubinę lygtį, gauname:

$$g = 3,55 \text{ m}$$

Vadinasi, plieninius sprautasienius privalėsime kalti į ne mažesnę kaip 3,55m gylį, kad sienutė atlaikytų šoninį grunto slėgį. Bendras sprautasienių ilgis numatomas $3,84 + 3,55 = 7,39 \text{ m} \approx 7,5\text{m}$.

4.4. Maksimalaus lenkimo momento nustatymas

Randame atstumą x, kuriame skersinių jėgų suma lygi 0.

$$\sum P = 0 \tag{40}$$

$$18,6 + 10,42 + 12,4x + 4,29 + 10,21x + 6,08x^2 + 11,03 - 27,13x^2 = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$-21,05x^2 + 22,61x + 44,34 = 0$$

Išsprendus kvadratinę lygtį gauname, jog $x=2,09\text{m}$.

Šiame taške numatomas maksimalus lenkimo momentas, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_{\max} = M_0 = 18,6 \cdot 3,93 + 36,34 \cdot 1,47 + 52,19 \cdot 0,98 + 11,03 \cdot 0,72 - 118,51 \cdot 0,7 = 102,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \tag{41}$$

4.5. Gaminio parinkimas

Kad sienutė atlaikytų maksimalų lenkimo momentą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$f_{y,d} = \frac{M_{\max}}{W} \tag{42}$$

Plieniniai sprautasieniai gaminami iš S275 markės plieno, kurio charakteristinis stipris pagal takumo ribą $f_y=275\text{MPa}$. Skaičiuojamasis stipris pagal takumo ribą, kai laikšto storis $\leq 16\text{mm}$, randamas:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} [49] \tag{43}$$

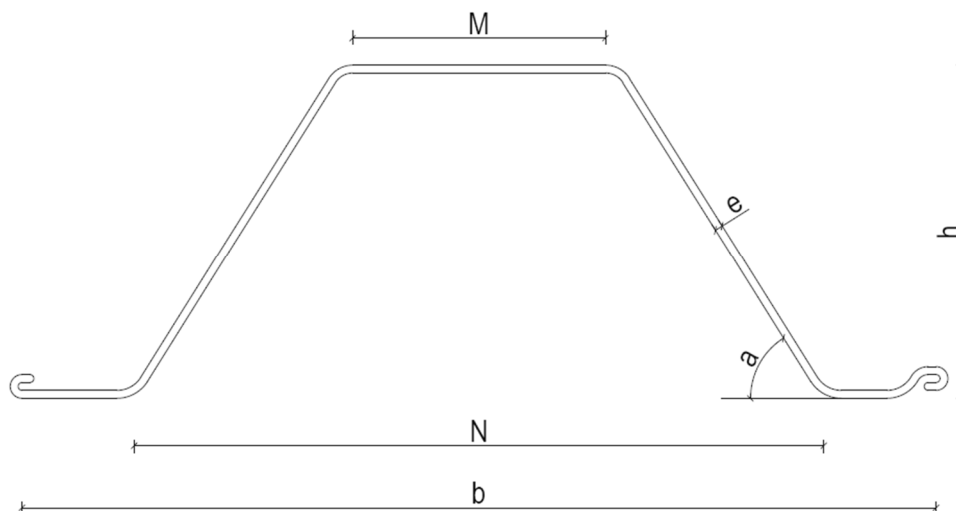
čia: γ_M - atsargos koeficientas.

$$f_{y,d} = \frac{275 \cdot 10^6}{1,1} = 250 \text{ MPa}$$

Reikalingas plieninių spraustasielių atsparumo momentas:

$$W = \frac{M_{\max}}{f_{y,d}} = \frac{102,65 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^6} = 410,6 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Pagal plieninių spraustasielių gamintojo katalogą parenkame tinkamą spraustasienį. Iš gaminių specifikacijų lentelės parenkamas plieninis spraustasienis PAU 2250 [25].



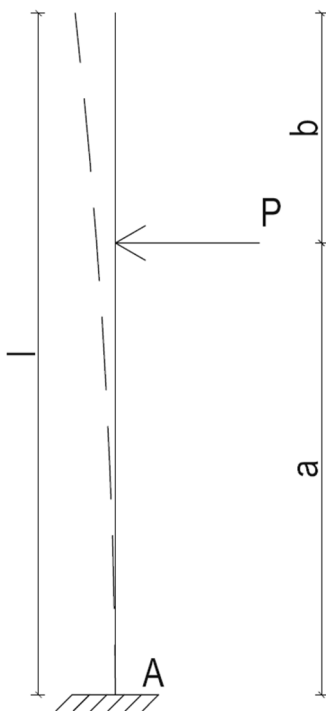
17 pav. Plieninio spraustasienio pjūvis

20 lentelė. Gaminio PAU 2250 techniniai duomenys.

Gaminio pavadinimas	Sienelės storis e, mm	Sienelės plotis b, mm	Sienelės aukštis h, mm	Kampas a, °	Kiti sienelės matmenys		Gaminio masė		Atsparumo momentas W, cm ³ /m	Inercijos momentas I, cm ⁴ /m	Tamprumo modulis E, GPa
					M, mm	N, mm	kg/m	kg/m ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PAU 2250	5	921	253	48	252	725	48,7	52,8	504	6363	210

4.6. Įlinkio tikrinimas

Randame sienutės maksimalų įlinkį ir patikriname ar jis neviršija leistino. Skaičiuojant maksimalų įlinkį, spraustasienių sienutę prilyginame sijai, kuri standžiai įtvirtinta taške A.



18 pav. Pieninių spraustasienių sienutės įlinkio schema

Kad spraustasienių sienutė būtų tinkama, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\text{lim}} \quad [48] \tag{44}$$

čia: σ_{\max} - maksimalus įlinkis;
 σ_{lim} - leistinas maksimalus įlinkis.

$$\delta_{\max} = \frac{Pa^2}{6EI} \cdot (3l - a) \tag{45}$$

čia: P - skersinių jėgų P_1, P_2, P_3, P_4 atstojamoji, kN/m;
 a - atstojamosios skersinės jėgos atstumas iki standaus įtvirtinimo, m;
 l - sienutės skaičiuojamasis ilgis, m;
 E - plieno tamprumo modulis, GPa;
 I - sienutės inercijos momentas, cm⁴/m.

$$P = \sum P_{1-4}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 118,16 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$a = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot a_3 + P_4 \cdot a_4}{P}$$

$$a = \frac{18,6 \cdot 3,93 + 36,34 \cdot 1,47 + 52,19 \cdot 0,98 + 11,03 \cdot 0,72}{118,16} = 1,55 \text{ m}$$

Skaičiuojamasis sijos ilgis l yra atstumas nuo iškasos viršaus, iki gylio x , kur skersinių jėgų suma lygi 0.

$$l = 3,84 + 2,09 = 5,93 \text{ m}$$

$$\delta_{\max} = \frac{118,16 \cdot 10^3 \cdot 1,55^2}{6 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 6363 \cdot 10^{-8}} \cdot (3 \cdot 5,93 - 1,55) = 0,054 \text{ m}$$

Randame leistiną sijos įlinkį:

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{1}{200} \quad (46)$$

$$\delta_{\text{lim}} = \frac{5,93}{200} \approx 0,03 \text{ m}$$

$$0,054 \text{ m} > 0,03 \text{ m}$$

Maksimalus įlinkis viršija leistiną, tad reikia parinkti tvirtesnę sprastasienį. Nustatome, kokio inercijos momento I_{reik} sprastasieniui reikia, kad maksimalus įlinkis būtų mažesnis už leistiną:

$$\delta_{\max} \cdot I = \delta_{\text{lim}} \cdot I_{\text{reik}} \quad (47)$$

$$I_{\text{reik}} = \frac{\delta_{\max} \cdot I}{\delta_{\text{lim}}} = \frac{0,054 \cdot 6363}{0,03} = 12204 \text{ cm}^4/\text{m}$$

Iš gamintojo parenkame plieninį sprastasienį, kurio inercijos momentas I būtų ne mažesnis negu reikalingas. Parenkame S275 plieno markės sprastasienį PAU 2770 [25].

21 lentelė. Gaminio PAU 2770 techniniai duomenys.

Gaminio pavadinimas	Sienelės storis e, mm	Sienelės plotis b, mm	Sienelės aukštis h, mm	Kampas a, °	Kiti sienelės matmenys		Gaminio masė		Atsparumo momentas W, cm ³ /m	Inercijos momentas I, cm ⁴ /m	Tamprumo modulis E, GPa
					M, mm	N, mm	kg/m	kg/m ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PAU 2770	7	804	296	60	252	615	70,4	87,5	934	14030	210

5. Technologinė dalis

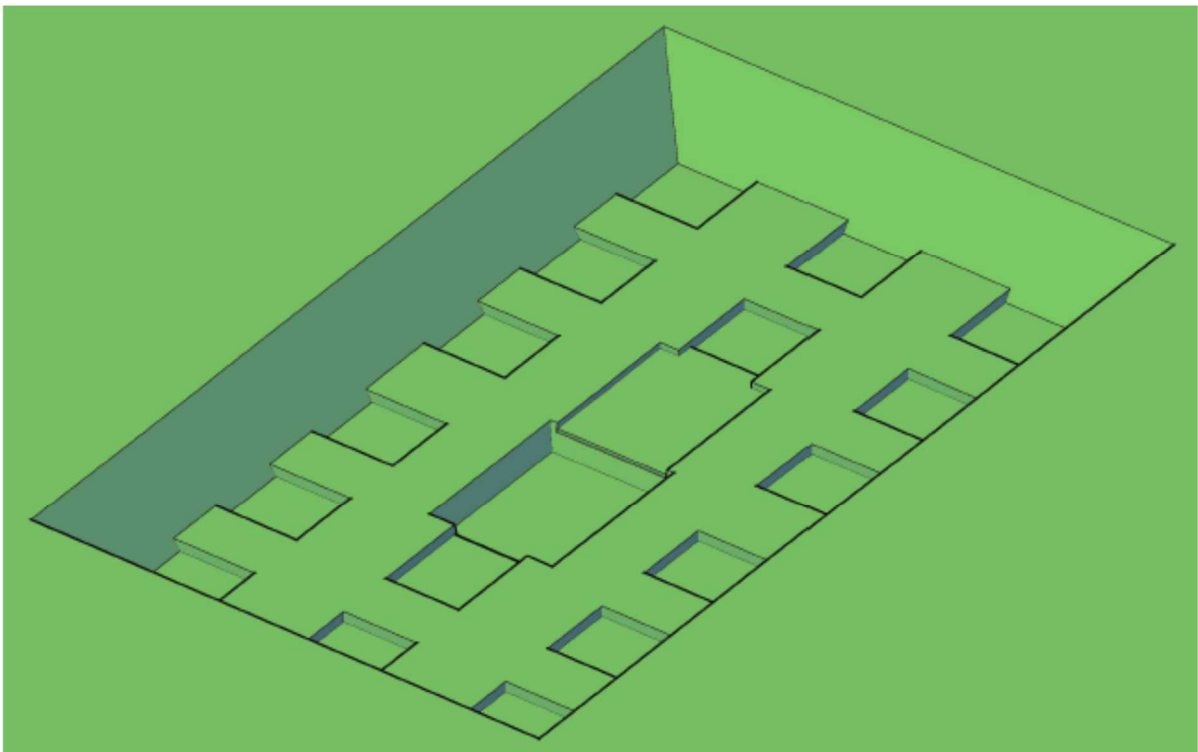
Atlikus žemės darbų technologijų daugiakriterinį įvertinimą nustatyta, jog geriausias metodas yra iškasų laikinas ramstymas ir kasimas ekskavatoriumi su 3D mašinų valdymo sistema (A₆ variantas). Antras metodas pagal naudingumą nustatytas A₄ variantas, kuomet žemės darbai atliekami naudojantis dvejus ekskavatorius su 3D mašinų valdymo sistemomis. Trečiąjį metodą nuspręsta parinkti A₂ variantą, kuomet žemės darbai atliekami dvejais ekskavatoriais be jokių priedų, kad būtų galima detaliau išanalizuoti darbų eiliškumą kiekvienam metodui atskirai.

Augalinio grunto nustūmimo kiekis visiems trims metodams numatytas identiškas (563m³). Kad būtų galima nustatyti likusias reikalingas darbų apimtis, visiems trims metodams buvo sudaryti trimačiai modeliai, iš kurių buvo nustatyti reikalingi žemės darbų kiekiai.

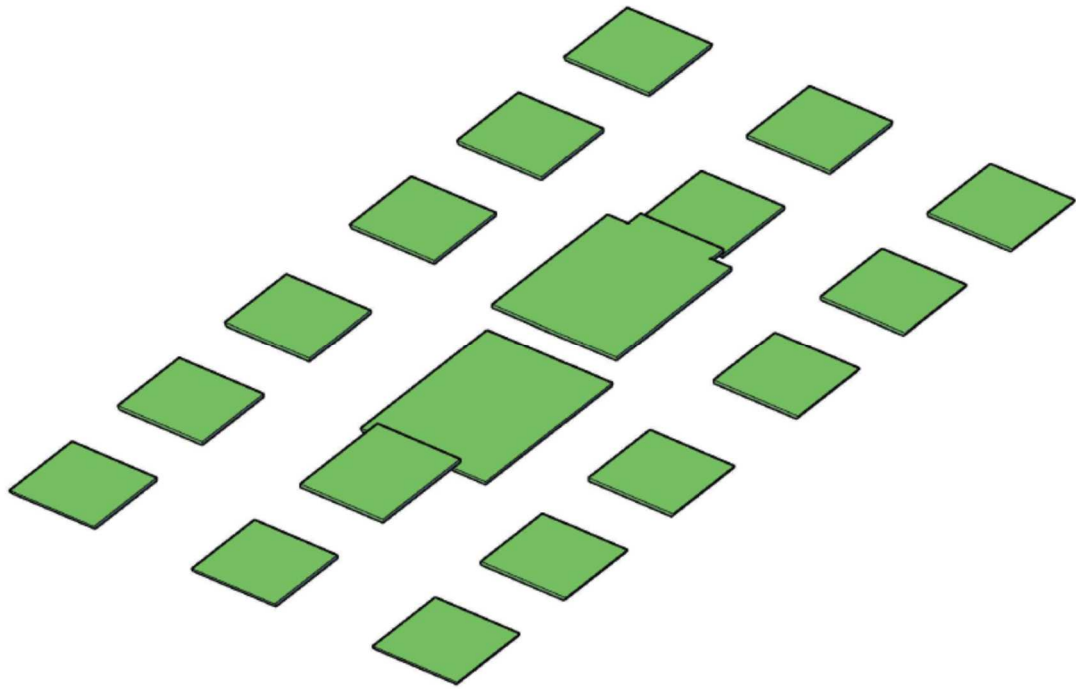
Visiems metodams priimta, jog pamatų duobės kasamos 50cm plačiau į šonus nuo tolimiausių rostverkinių sienų. Pirmajam ir antrajam metodui, iškasos šlaito statumas priimtas su 1:0,67 nuolydžiu. Trečiajam metodui iškasa kasama stačiu kampu, kadangi šoninį gruntą sulaikys laikina plieninių sprausstasienių sienutė. Detalūs iškasų matmenys pateikti visų trijų metodų technologinėse schemose.

5.1. I-asis vykdymo būdas

5.1.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas



19 pav. I-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis



20 pav. I-ojo metodo rankiniu būdu kasamų duobių trimatis modelis

22 lentelė. I-ojo metodo žemės darbų suvestinė.

Darbų pavadinimas	Mato vnt.	Darbų apimtis
Augalinio sluoksnio nukasimas	m ³	563
Pagrindinės duobės kasimas	m ³	2627
Pamatų duobių kasimas mechanizuotu būdu	m ³	146
Pamatų duobių kasimas rankiniu būdu	m ³	26
Iškasų išlyginimas rankiniu būdu	m ²	260
Iškasų išlyginimas mechanizuotu būdu	m ²	383
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	m ³	193
Grunto išvežimas	m ³	431

5.1.2. Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas

Darbo ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas

23 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.

Pozicijos kodas	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos, žm. val.		Mechanizmai		
		darbo mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui žm. val.	Pavadinimas	darbo sąnaudos	
							Vienetui maš. val.	Visam darbui maš. val.
2	3	4	5	6	7	9	10	11
I. NULINIS CIKLAS								
1. Paruošiamieji darbai:								
K9-2-1	1.1. Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	-	Buldozeris	25	14,08
2. Žemės darbai:								
K7-2-4	2.1. Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,627	60	157,62	Ekskavatorius	30	78,81
						Savivartis	90	236,43
K7-2-4	2.2. Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,146	90	13,14	Ekskavatorius	45	6,57
						Savivartis	90	13,14
N1-300	2.3. Grunto kasimas rankiniu būdu	100 m ³	0,26	125	32,50	-	-	-
N1-360	2.4. Iškasų paviršiaus išlyginimas rankiniu būdu	100 m ²	2,60	3	7,80	-	-	-
N1-364	2.5. Iškasų paviršiaus išlyginimas mechanizuotu būdu	1000 m ²	0,383	-	-	Ekskavatorius	5	1,92
N1-381-1	2.6. Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	1,93	5	9,65	Vibroplokštė	5	9,65
K7-2-4	2.7. Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	-	Ekskavatorius	25	10,78
						Savivartis	50	21,55

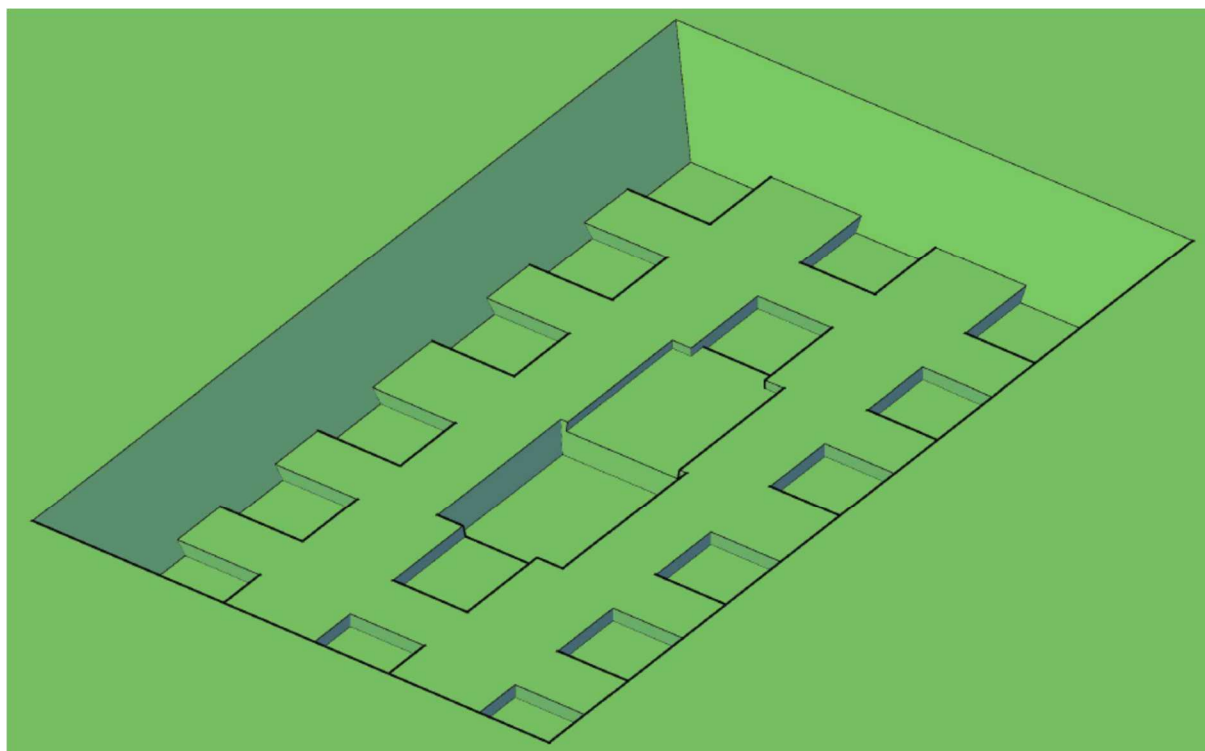
Darbo sąnaudų suvestinė

24 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.

Eil. Nr.	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm. val.	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos maš. val.
1	2	3	4	5	6	7
	Paruošiamieji darbai					
I	1. Augalinio sluoksnio nukasimas	1000m ³	0,563	-	Buldozeris	14,08
	Nulinis ciklas					
II	1. Žemės darbai	1000m ³	2,799	220,71	Ekskavatorius	98,08
					Savivartis	271,12
					Vibroplokštė	9,65

5.2. II-asis vykdymo būdas

5.2.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas



21 pav. II-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis

25 lentelė. II-ojo metodo žemės darbų suvestinė.

Darbų pavadinimas	Mato vnt.	Darbų apimtis
Augalinio sluoksnio nukasimas	m ³	563
Pagrindinės duobės kasimas	m ³	2627
Pamatų duobių kasimas mechanizuotu būdu	m ³	172
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	m ³	193
Grunto išvežimas	m ³	431

1.1.1 Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas

Darbo ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas

26 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.

Pozicijos kodas	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos, žm. val.		Mechanizmai		
		darbo mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui	Pavadinimas	darbo sąnaudos	
							žm. val.	Vienetui maš. val.
					4			
2	3	4	5	6	7	9	10	11
	I. NULINIS CIKLAS							
	1. Paruošiamieji darbai:							
K9-2-1	1.1. Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	-	Buldozeris	25	14,08
	2. Žemės darbai:							
K7-2-4	2.1. Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,627	60	157,62	Ekskavatorius	30	78,81
						Savivartis	90	236,43
K7-2-4	2.2. Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,172	-	-	Ekskavatorius	31,5	5,42
						Savivartis	63	10,84
N1-381-1	2.3. Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	1,93	5	9,65	Vibroplokštė	5	9,65
K7-2-4	2.4. Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	-	Ekskavatorius	25	10,78
						Savivartis	50	21,55

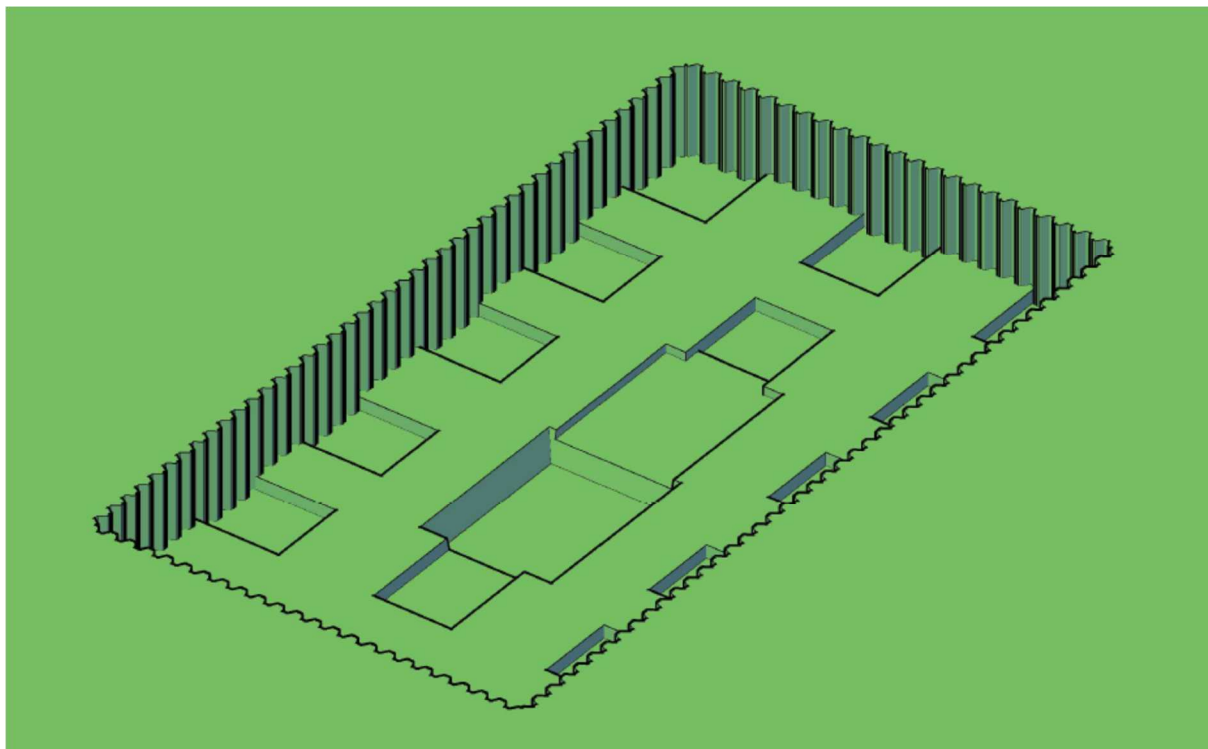
Darbo sąnaudų suvestinė

27 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.

Eil. Nr.	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm. val.	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos maš. val.
1	2	3	4	5	6	7
	Paruošiamieji darbai					
I	1.Augalinio sluoksniu nukasimas	1000m ³	0,563	-	Buldozeris	14,08
	Nulinis ciklas					
II	1.Žemės darbai	1000m ³	2,799	167,27	Ekskavatorius	95,01
					Savivartis	268,82
					Vibroplokštė	9,65

5.3. III-asis vykdymo būdas

5.3.1. Proceso darbo apimčių skaičiavimas



22 pav. III-ojo metodo mechanizuotu būdu kasamos duobės trimatis modelis

28 lentelė. III-ojo metodo žemės darbų suvestinė.

Darbų pavadinimas	Mato vnt.	Darbų apimtis
Augalinio sluoksnio nukasimas	m ³	563
Plieninių spraustasielių kalimas į gruntą	vnt	132
Pagrindinės duobės kasimas	m ³	2153
Pamatų duobių kasimas mechanizuotu būdu	m ³	173
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	m ³	190
Plieninių spraustasielių ištraukimas iš grunto	vnt	132
Grunto išvežimas	m ³	431

1.1.1 Darbo sąnaudų, mechanizmų poreikio skaičiavimas

Darbo ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas

29 lentelė. Darbo ir mašinų sąnaudų skaičiavimas.

Pozicijos kodas	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos, žm. val.		Mechanizmai		
		darbo mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui žm. val.	Pavadinimas	darbo sąnaudos	
							Vienetui maš. val.	Visam darbui maš. val.
2	3	4	5	6	7	9	10	11
I. NULINIS CIKLAS								
1. Paruošiamieji darbai:								
K9-2-1	1.1. Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	-	Buldozeris	25	14,08
2. Žemės darbai:								
T71-137	2.1. Plieninių sprastasielių kalimas į gruntą	vnt	132	0,055	7,26	Ekskavatorius	0,055	7,26
K7-2-4	2.2. Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,153	60	129,18	Ekskavatorius	30	64,59
						Savivartis	90	193,77
K7-2-4	2.3. Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,173	-	-	Ekskavatorius	31,5	5,45
						Savivartis	63	10,90
N1-381-1	2.4. Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100m ³	1,90	5	9,50	Vibroplokštė	5	9,50
T71-137	2.5. Plieninių sprastasielių ištraukimas iš grunto	vnt	132	0,035	4,62	Ekskavatorius	0,035	4,62
K7-2-4	2.6. Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	-	Ekskavatorius	25	10,78
						Savivartis	50	21,55

Darbo sąnaudų suvestinė

30 lentelė. Darbo sąnaudų suvestinė.

Eil. Nr.	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm. val.	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos maš. val.
1	2	3	4	5	6	7
	Paruošiamieji darbai					
I	1. Augalinio sluoksnio nukasimas	1000m ³	0,563	-	Buldozeris	14,08
	Nulinis ciklas					
II	1. Žemės darbai	1000 m ³	2,799	167,27	Ekskavatorius	92,7
					Savivartis	226,22
					Vibroplokštė	9,50



5.4. Mašinų komplekso darbams parinkimas

Visi nagrinėjamų metodų darbų specifika yra panaši, tad mechanizmų kompleksas bus naudojamas identiškas.

5.4.1. Mašinos, skirtos augaliniam sluoksniui nuimti parinkimas

Augaliniam sluoksniui nukasti parenkamas buldozeris:

31 lentelė. Buldozerių techninės charakteristikos.

Charakteristika	KOMATSU D61EX [3]	CAT D4K2 [2]
		
Variklio galia, kW	125	69
Greitis I pavara, km/h	3,2	3,4
Greitis atbuline pavara, km/h	7,2	6,9
Verstuvo aukštis H, mm	1200	860
Verstuvo ilgis l, mm	3275	2921
Verstuvo pakėlimo aukštis, mm	980	743
Valandų skaičius darbo pamainoje	8	
Darbo laiko panaudojimo koeficientas k_t	0,85	

KOMATSU D61EX:

Buldozerio eksploatacinis pamainos našumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_b = 8 \cdot q_b \cdot n_{cb} \cdot k_i = 8 \cdot 1,7 \cdot 46,15 \cdot 0,85 = 533,49 \text{ m}^3/\text{pam} \quad (48)$$

čia: $k_i = 0,85$ - koeficientas, įvertinantis pamainos darbo laiko nuostolius;

n_{cb} - darbo ciklų skaičius per valandą.

$$n_{cb} = \frac{3600}{t_{cb}} = \frac{3600}{78} = 46,15 \quad (49)$$

čia: t_{cb} - buldozerio vieno darbo ciklo trukmė, s.

$$t_{cb} = t_0 + \frac{l_b}{v_p} + \frac{l_b}{v_o} + t_g = 3 + \frac{45}{0,89} + \frac{45}{2,0} + 2 = 78 \text{ s} \quad (50)$$

čia: $t_0=3\text{s}$ - verstuvo nuleidimo trukmė;
 $l_b=45\text{m}$ - grunto perstūmimo nuotolis;
 $v_p=0,89\text{m/s}$ - traktoriaus greitis grunto perstūmimo metu;
 $v_o=2,0\text{m/s}$ - traktoriaus greitis tuščios eigos metu;
 $t_g=2\text{s}$ - greičių perjungimo trukmė.

Buldozerio vienu darbo ciklu perstumiamas grunto kiekis, m^3 :

$$q_b = \frac{h \cdot h_0^2}{2 \cdot \text{tg} \alpha \cdot k_p} \cdot \mu = \frac{3,275 \cdot 1,2^2}{2 \cdot \text{tg} 40^\circ \cdot 1,28} \cdot 0,775 = 1,7 \text{ m}^3 \quad (51)$$

čia: $h=3,275\text{m}$ - verstuvo ilgis;
 $h_0=1,2\text{m}$ - verstuvo aukštis;
 $\alpha=40^\circ$ - grunto natūralaus byrėjimo kampas;
 $k_p=1,28$ - grunto pirminio išpurenimo koeficientas;
 μ - koeficientas, įvertinantis grunto nuostolius

stūmimo metu;

$$\mu = 1 - 0,005 \cdot l_b = 1 - 0,005 \cdot 45 = 0,775 \quad (52)$$

Augalinio sluoksnio nukasimo trukmė T, h:

$$T = 8 \cdot \frac{V_{\text{aug}}}{N_b} = 8 \cdot \frac{563}{533,49} = 8,44 \text{ h} \quad (53)$$

CAT D4K2:

Buldozerio eksploatacinis pamainos našumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_b = 8 \cdot q_b \cdot n_{cb} \cdot k_i = 8 \cdot 0,78 \cdot 47,2 \cdot 0,85 = 250,35 \text{ m}^3/\text{pam}$$

čia: $k_i = 0,85$ - koeficientas, įvertinantis pamainos darbo laiko nuostolius;
 n_{cb} - darbo ciklų skaičius per valandą.

$$n_{cb} = \frac{3600}{t_{cb}} = \frac{3600}{76,3} = 47,2$$

čia: t_{cb} - buldozerio vieno darbo ciklo trukmė, s.

$$t_{cb} = t_0 + \frac{l_b}{v_p} + \frac{l_b}{v_o} + t_g = 3 + \frac{45}{0,94} + \frac{45}{1,92} + 2 = 76,3 \text{ s}$$

čia: $t_0=3\text{s}$ - verstuvo nuleidimo trukmė;
 $l_b=45\text{m}$ - grunto perstūmimo nuotolis;
 $v_p=0,94\text{m/s}$ - traktoriaus greitis grunto perstūmimo metu;
 $v_o=1,92\text{m/s}$ - traktoriaus greitis tuščios eigos metu;

$t_g=2s$ - greičių perjungimo trukmė.

Buldozerio vienu darbo ciklu perstumiamas grunto kiekis, m^3 :

$$q_b = \frac{h \cdot h_0^2}{2 \cdot \text{tg} \alpha \cdot k_p} \cdot \mu = \frac{2,921 \cdot 0,86^2}{2 \cdot \text{tg} 40^\circ \cdot 1,28} \cdot 0,775 = 0,78 \text{ m}^3$$

čia: $h=2,921\text{m}$ - verstuvo ilgis;

$h_0=0,86\text{m}$ - verstuvo aukštis;

$\alpha=40^\circ$ - grunto natūralaus byrėjimo kampas;

$k_p=1,28$ - grunto pirminio išpurenimo koeficientas;

μ - koeficientas, įvertinantis grunto nuostolius stūmimo metu;

$$\mu = 1 - 0,005 \cdot l_b = 1 - 0,005 \cdot 45 = 0,775$$

Augalinio sluoksnio nukasimo trukmė T , h:



$$T = 8 \cdot \frac{V_{\text{aug}}}{N_b} = 8 \cdot \frac{563}{250,35} = 18 \text{ h}$$

Parenkamas buldozeris KOMATSU D61EX, nes juo augalinis sluoksnis nukasamas per 8,44h. CAT D4K2 buldozeris tą patį darbą atliks per 9,56 h ilgesnį laiką.

5.4.2. Mašinų komplekso iškasom įrengti ir iškastam gruntui išvežti parinkimas

Parinkamas mašinų kompleksas iškasoms įrengti. Priimamas racionalesnis variantas iš dviejų galimų.

32 lentelė. Ekskavatorių charakteristikos.

Charakteristika	KOMATSU PC 200 LC-8 [11]	CASE CX250D LR [10]
		
Kaušo talpa q_e , m ³	0,65	0,65
Ciklų skaičius per minutę n	2,0	1,75
Vieno ciklo trukmė, s	30,0	34,0
Maksimalus ekskavatoriaus kasimo gylis h_{gmax} , m	12,2	14,6
Maksimalus ekskavatoriaus kasimo spindulys R_{max} , m	16,9	18,2
Mažiausias ekskavatoriaus kasimo spindulys R_{min} , m	3,2	3
Valandų skaičius darbo pamainoje	8,0	
Darbo laiko panaudojimo koeficientas k_t	0,8	
Kaušo užpildymo koeficientas $k_{už}$	1,0	
Grunto išpurenimo koeficientas k_p	1,24	

Ekskavatoriaus pamainos eksploatacinis našumas **KOMATSU PC 200 LC-8:**

$$N_e = 8 \cdot 60 \cdot q_e \cdot n \cdot \frac{k_u}{k_p} \cdot k_t = 8 \cdot 60 \cdot 0,65 \cdot 2 \cdot \frac{1,0}{1,24} \cdot 0,8 = 402,58 m^3 / pam. \quad (54)$$

čia: q_e -ekskavatoriaus kaušo talpa;

n- ekskavatoriaus ciklų skaičius per minutę;

k_u - kaušo užpildymo koeficientas;

k_p - grunto išpurenimo koeficientas;
 k_t - darbo laiko panaudojimo koeficientas.

Ekskavatoriaus pamainos eksploatacinis našumas **CASE CX250D LR:**

$$N_e = 8 \cdot 60 \cdot q_e \cdot n \cdot \frac{k_u}{k_p} \cdot k_t = 8 \cdot 60 \cdot 0,65 \cdot 1,75 \cdot \frac{1,0}{1,24} \cdot 0,8 = 352,26 m^3 / pam.$$

Parinkame pirmąjį ekskavatorių KOMATSU PC 200 LC-8, nes jo pamainos eksploatacinis našumas didesnis, todėl darbai bus atlikti greičiau.

Parinkamas savivartis iškastam gruntui išvežti:

33 lentelė. Savivarčio charakteristika.

Charakteristika	SCANIA G440 [26]
	
Savivarčio keliamoji galia Q, t	18
Kėbulo talpa, m ³	12
Transporto priemonės iškrovimo laikas t _i , s	95
Variklio galia, kW	209
Savivarčio svoris, t	25,5

Savivarčio parinkimas.

Ekskavatoriaus kaušų, kraunamų į savivartį, skaičius:

$$n_k = \frac{Q}{\rho \cdot q_e \cdot k_u} = \frac{18}{1,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0} = 15,38 \sim 16 \text{ kaušų} \quad (55)$$

čia: Q=20 t - pasirinkto savivarčio keliamoji galia;
 $\rho=1,8 \text{ t/m}^3$.

Savivarčio keliamosios galios panaudojimas:

$$I = \frac{Q-p}{Q} \cdot 100 = \frac{18-18,72}{18} \cdot 100 = 4,0\% \rightarrow \text{perkrova neviršija } 5\% \quad (56)$$

čia: p - į savivartį kraunamo grunto masė, t.

$$p = n_k \cdot \rho \cdot q_e \cdot k_u = 16 \cdot 1,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 18,72 \text{ t} \quad (57)$$

Transporto priemonės krovos trukmė t_p :

$$t_p = 60 \cdot \frac{n_k \cdot q_e \cdot k_u}{P} = 60 \cdot \frac{8 \cdot 0,65 \cdot 1,0}{50,32} = 6,2 \text{ min} \quad (58)$$

čia: P - valandinis eskavatoriaus našumas;

Transportavimo trukmė t_t :

$$t_t = 60 \cdot \frac{2L}{v} = 60 \cdot \frac{2 \cdot 4}{40} = 12 \text{ min} \quad (59)$$

čia: L=4km - grunto transportavimo nuotolis;

v=40km/h - vidutinis transporto priemonės greitis;

Transporto priemonės darbo ciklo trukmė t_c :

$$t_c = t_p + t_t + t_i + 2 \cdot t_m = 6,2 + 12 + 1,28 + 2 \cdot 1 = 21,48 \text{ min}$$

čia: $t_i = 1,28 \text{ min}$ - išpylimo laikas;

$t_m = 1 \text{ min}$ - manevravimo laikas;

Reikalingas savivarčių skaičius n_s :

$$n_s = \frac{t_c}{t_p + t_m} = \frac{21,48}{6,2 + 1,0} = 2,98 \sim 3 \text{ savivarčių} \quad (60)$$

6. Organizacinė dalis

6.1. Mašinų pavojingų zonų skaičiavimas

Statybos plane vaizduojamas ilgastrelės ekskavatoriaus KOMATSU PC 200 LC-8 darbo judėjimo kelias, kuomet prie ekskavatoriaus vietoj kaušo yra pritvirtintas vibracinis kūjis, skirtas plieninių sprautasienių kalimui į jiems skirtą vietą. Ekskavatoriaus darbo vietos ir jo judėjimo kelias išdėstomas taip, kad ekskavatoriui būtų patogų paimti sandėliuojamus plieninius sprautasienius ir vienu sustojimu galėtų jų kuo daugiau sukalti.

Statybvietės plane pažymima ekskavatoriaus judėjimo kryptis ir stovėjimo vietos, nurodoma ekskavatoriaus kelio, aptvaro ir kiti reikiami matmenys.

Pažymėjus ekskavatoriaus judėjimo kryptis ir vietas, pažymima ekskavatoriaus strėlės veikimo pavojinga zona. Pavojingos zonos spindulys apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R = L_{\max} + \frac{l}{2} + r; \quad (61)$$

čia: L_{\max} – ekskavatoriaus strėlės ilgis;

l – didžiausių matmenų konstrukcijos ilgis, m;

r – pavojinga zona, dėl krintančių krūvių išsibarstymo, kai krūvio aukštis 0-10, tai $r = 4$ m;

Ekskavatoriaus strėlės, su pritvirtintu kasimo kaušu, maksimalus siekis 8,6m aukštyje yra 15,6m. Atėmus kasimo kaušo ilgį, ekskavatoriaus strėlės maksimalus siekis L_{\max} yra 13,9m.

Apskaičiuojamas ilgastrelės ekskavatoriaus KOMATSU PC 200 LC-8 pavojingos zonos spindulys:

$$R = L_{\max} + \frac{l}{2} + r = 13,9 + \frac{0,8}{2} + 4 = 18,3m \quad (62)$$

čia: l – plieninio sprautasienio plotis, m

Pavojingos zonos turi būti atitvertos apsauginėmis tvoromis ir jose atliekant darbus, susijusius su krovinių kėlimu, kitus statybos darbus dirbti draudžiama.

Aplink statomą pastatą atsižvelgiant į aukštį, iš kurio gali kristi krūviai, nustatomos pavojingos zonos dėl galimo medžiagų kritimo. Jos aptveriamos signaliniais aptvarais, kurie turi perspėti žmones apie galimą pavojų aptvertoje teritorijoje. Įėjimuose į pastatą įrengiami apsauginiai stogeliai. Šioje zonoje leidžiama atlikti statybos ir montavimo darbus tik tada, kai garantuojamas darbininkų saugumas.

6.2. Laikinių privažiavimų ir kelių projektavimas

Projektuojant statybos aikštelės kelius reikia laikytis šių reikalavimų:

- Kiek įmanoma išnaudoti esamus ir projektuojamus pastovius kelius;
- Jeigu vietos sąlygos leidžia, projektuoti žiedinį arba ištisinį laikiną kelią statybos aikštelėje;
- Kelius rengti krano veikimo zonoje tik iškrovimo vietose, be to jie neturi būti tarp krano ir sandėliavimo aikštelės;
- Vienos krypties kelias turi būti nesiauresnis kaip 3,5 m, o medžiagų iškrovimo aikštelėse platinamas iki 6 m;
- Dviejų kryptių kelio plotis turi būti ne mažesnis kaip 6 m;
- Kelių posūkių spinduliai turi būti ne mažesni 12 m, o ilgoms konstrukcijoms pervežti – mažiausiai 30 m, posūkiuose vienpusiai keliai platinami iki 5 m;
- Laikini keliai turi būti įrengiami prie visų eksploatuojamų, statomų ir laikinų pastatų;
- Įrengiant laikinus kelius būtina laikytis šių minimalių atstumų: tarp kelio ir sandėliavimo aikštelės – 0,5-1,0 m, tarp kelio ir tvoros – 1,5 m [20];

Laikinių kelių važiuojamosios juostos plotis, jei eismas vienpusis – 3,5 m, Jei eismas dvipusis – 6 m. Vienpusio eismo kelyje mašinoms prasilenkti prie sandėlių važiuojamosios dalies atkarpa praplatinama iki 6 m.

Statybvietės keliai patekę į pavojingą zoną, pažymimi specialiais ženklais, eismas juose kontroliuojamas. Mažiausias atstumas nuo kelio iki medžiagų laikymo aikštelės – 1 m, iki statybos aikštelės aptvaro – 1,5 m.

Statybvietės plane, parodyti kelio pločio matmenys, posūkio spinduliai. Projektuojamas vienpusio eismo kelias aplink pastatą su vienu švažiavimu. Laikinaisiais keliais statybvietėje tiekiamos medžiagos, konstrukcijos.

6.3. Laikinių administracinių ir buitinių patalpų projektavimas

Laikinių buitinių ir administracinių patalpų plotas skaičiuojamas didžiausiam darbuotojų skaičiui, įvertinus inžinerinį – techninį personalą, kuris priimamas 12% nuo maksimalaus vienoje pamainoje dirbančių darbininkų skaičiaus:

Laikinių patalpų plotas skaičiuojamas pagal formulę:

$$F_p = N \cdot P_n \quad (63)$$

čia: N - dirbančiųjų skaičius (darbininkų skaičius iš III metodo darbininkų darbo grafiko);

P_n - patalpų norma vienam dirbančiajam.

$$N = 12\% \cdot D_{\max} + D_{\max} = 0,12 \cdot 6 + 6 = 6,72 \approx 7 \quad (64)$$

Pagal didžiausią dirbančiųjų skaičių N statybos aikštelėje, sudaromas reikalingų laikinų pagalbinių patalpų sąrašas, todėl objekte būtinos šios pagalbinės patalpos:

- Kontora
- Persirengimo patalpa
- Prausykla
- Rūbų džiovykla
- Poilsio ir valgymo patalpa
- Dušo patalpa
- Tualetai

34 lentelė. Laikinių administracinių ir buitinių patalpų skaičiavimas.

Patalpos pavadinimas	Dirbančiųjų skaičius	Patalpų norma 1 dirbančiajam P_n (m²)	Reikalingų patalpų plotas, F_o (m²)	Priimtas patalpų plotas, F (m²)	Pastaba
1	2	3	4	5	6
Kontora	1	5	5	9,6	
Persirengimo patalpa	7	1,13	7,9	9,6	Įrengiami viename konteineryje
Rūbų džiovykla	7	0,20	1,4		
Poilsio ir valgymo patalpa	7	1,00	7	9,6	
Prausykla	7	0,26	1,82	6,44	Įrengiami viename konteineryje
Dušo patalpa	7	2x1,7	3,4		
Tualetai	7	1,2x0,8	0,96		

Darbų vadovo kontorai parenkamas konteineris, kurio matmenys 2,4x4,0m.

Persirengimo patalpai bei rūbų džiovyklai parenkamas konteineris, kurio matmenys 2,4x4,0m.

Prausykla, dušas ir tualetas įrengiami viename konteineryje, kurio matmenys 2,8x2,3m.

6.4. Laikino vandentiekio projektavimas

Projektuojant laikinus vandentiekio ir nuotekų tinklus, pagrindinis tikslas - apskaičiuoti maksimalų reikalingą vandens poreikį statybai, apskaičiuoti reikalingą laikino vandentiekio vamzdžio skersmenį ir suprojektuoti laikino vandentiekio ir nuotekų trasas statybvietėje.

Skaičiuojant vandentiekį ūkiniams - buitiniams tikslams, priimamas didžiausias vienoje pamainoje dirbančių dirbančiųjų skaičius, kuris nustatomas pagal formulę:

$$D = 12\% \cdot D_{\max} + D_{\max} = 0,12 \cdot 6 + 6 = 7$$

čia: D – didžiausias vienoje pamainoje dirbančių dirbančiųjų skaičius ;

D_{\max} – didžiausias vienoje pamainoje dirbančių darbininkų skaičius (iš III darbų metodo darbininkų poreikio grafiko).

35 lentelė. Laikino vandens vartotojai ir atliekamų darbų apimtis per pamainą.

Eil. Nr.	Vandens vartotojai	Atliekamų darbų apimtis per pamainą	
		Matavimo vnt.	Kiekis
	Ūkiniams ir buitiniams reikalams:		
1.	Su kanalizacija	Žmogui/l	20
2.	Dušinės	Žmogui/l	40

Vandens poreikis l/s gamybos tikslams skaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_g = \frac{k_v \cdot \sum A_i \cdot Z_{ng}}{t \cdot 3600} \quad (65)$$

čia: A - didžiausia statybos montavimo darbų apimtis per pamainą arba didžiausias mašinų, mechanizmų, įrenginių skaičius per pamainą;

Z_{ng} - vandens suvartojimo norma atskirai darbų rūšiai ar mašinų, mechanizmų, įrenginių tipui l/s;

k_v - netolygaus vandens suvartojimo koeficientas (kai yra kanalizacija $k_v=3$, kai nėra kanalizacijos $k_v=2$);

t - darbo valandų skaičius per pamainą. Darbo trukmė per pamainą skaičiavimuose išreiškiama sekundėmis ($t \cdot 3600$ sekundžių per pamainą).

Vandens poreikis l/s ūkiniams- buitiniams tikslams skaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_{\bar{u}} = \frac{k_v \cdot D \cdot Z_{n\bar{u}}}{t \cdot 3600} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 20}{8 \cdot 3600} = 0,015 \quad (66)$$

čia: D - didžiausias dirbančiųjų skaičius per pamainą;

$Z_{n\bar{u}}$ - vieno žmogaus vandens suvartojimo ūkiniams reikalams norma litrais per pamainą;

k_v - netolygaus vandens suvartojimo koeficientas (kai yra kanalizacija $k_v=3$, kai nėra kanalizacijos $k_v=2$);

Vandens poreikis l/s dušams skaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_d = \frac{k_v \cdot D \cdot Z_{nd}}{3600} = \frac{0,4 \cdot 7 \cdot 40}{3600} = 0,031 \quad (67)$$

čia: Z_{nd} - vieno žmogaus vandens suvartojimo maudymuisi duše norma litrais per pamainą;
 k_d - koeficientas, įvertinantis suvartoto vandens kiekį vienu metu naudojantis dušais ($k_d = 0,3-0,4$).

Mažiausias vandens poreikis apsaugai nuo gaisro Z_{pg} nustatomas toks, kad vienu metu galėtų būti prijungti du gaisriniai hidrantai ir kiekvieno debitas būtų 5 l/s. Priešgaisriniai hidrantai, liekantys sklype po statybos darbų, turi atskyrą nuolatinę vandentiekio šaką, ir į laikiną vandentiekį nesiskaičiuoja.

Tuomet suminis vandens poreikis, reikalingas gamybiniams, ūkiniams - buitiniams reikalams ir dušams apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_b = Z_g + Z_{\bar{u}} + Z_d + Z_{pg} = 0 + 0,015 + 0,031 = 0,046 \text{ l/s} \quad (68)$$

36 lentelė. Vandens poreikio skaičiavimas.

Vandens vartotojas	Vartotojų skaičius (darbų apimtis per pamainą)	Vandens poreikio norma, l	Netolygaus vandens suvartojimo koeficientas	Laikas, skirtas debitui apskaičiuoti (t·3600)	Vandens poreikis, l/s
1	2	3	4	5	6
1. Ūkiniai- buitiniai poreikiai (su kanalizacija)					
Vartotojas	7	20	3	28800	0,015
2. Dušai					
Vartotojas	7	40	0,4	28800	0,031
Iš viso:					0,046

Pagal didžiausią vandens poreikį įvairiems tikslams per valandą skaičiuojamas laikino vandentiekio tinklų skersmuo:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot z_b \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,046 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 6,25 \text{ mm} \quad (69)$$

čia: Z_b - suminis didžiausias vandens poreikis l/s ;

V - vandens tekėjimo greitis (m/s) vamzdyje ($V = 1,5 m/s$).

Pagal apskaičiuotą vandens poreikį ir tinklų skersmenį parenku plastikinį vamzdį skersmens 63 mm.

Statybvietės plane suprojektuojamos laikino vandentiekio ir buitinių nuotekų trasos, numatant vandens tiekimo šaltinį, bei priešgaisrinių hidrantų vietas. Paprastai laikinas vandentiekis ir nuotekos prijungiami prie esamų pastovių vandentiekio ir nuotekų tinklų, dažniausiai ten, kur sklype yra pastovaus vandentiekio ir nuotekų šulniai ir išvedžiojami visiems vartotojams (į buitines patalpas, mechanizmų plovimo vietas ir pan.).

6.5. Laikinių elektros tinklų projektavimas

Statybos aikštelėje elektra naudojama gamybos reikalams, technologiniams tikslams, taip pat apšvietimui, kuris gali būti išorės, vidaus, apsauginis ir avarinis.

Projektuojamoje statybos aikštelėje esantys elektros energijos vartotojai skirstomi į:

- gamybinius vartotojus,
- technologinius vartotojus,
- vidaus apšvietimo vartotojus,
- išorės apšvietimo vartotojus.

Laikini elektros tinklai gamybiniais ir technologiniams tikslams projektuojami ir skaičiuojami tik tam statybos etapui, kuriame yra maksimalus vienu metu dirbančių ar naudojančių elektros energiją vartotojų skaičius ir tik tiems statybiniais procesams, kurie vyksta tame etape vienu metu (remiantis kalendoriniu grafiku).

Darbo apimtys vidaus ir išorės apšvietimo vartotojams nustatomos pagal statybvietėje suprojektuotų ir apskaičiuotų laikinų kelių ilgius, laikinų patalpų, laikinų sandėliavimo vietų plotus ir pan.

37 lentelė. Laikinos elektros energijos vartotojai ir atliekamų darbų apimtys per parą.

Eil. Nr.	Elektros energijos vartotojai	Darbo apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)	
		Matavimo vnt.	Kiekis
Vidaus apšvietimo vartotojai:			
1.	Kontora	10m ²	0,50
2.	Persirengimo patalpa	10m ²	0,25
3.	Rūbų džiovykla	10m ²	0,4
4.	Prausykla	10m ²	0,5
5.	Tualetas	10m ²	0,8
6.	Poilsio ir valgymo patalpa	10m ²	0,50
7.	Dušai	10m ²	0,25
8.	Transformatorinė pastotė	10m ²	0,12
9.	Uždari sandėliai	10m ²	0,35
Išorės apšvietimo vartotojai:			
10.	Statybos teritorijos apšvietimas	100m ²	0,015
11.	Vidaus kelių apšvietimas	1km	3,5

Elektros energijos galingumo poreikis (kW) skaičiuojamas pagal formulę:

$$E = 1,1 \cdot \left(\frac{k_g \cdot \sum E_g}{\cos \varphi_1} + \frac{k_t \cdot \sum E_t}{\cos \varphi_2} + k_a \sum E_v + k_i \sum E_i \right) \quad (70)$$

čia: E_g - visų elektros variklių, naudojamų gamybos tikslams, bendras galingumas;

E_t – bendros energijos, reikalingos technologiniams tikslams;

E_v – bendros galingumas, reikalingas vidaus apšvietimui;

E_i – galingumas, reikalingas teritorijų ir kelių apšvietimo linijai;

k_g, k_t, k_a, k_i – apkrovimo koeficientai, kuriais įvertinami visi vienu metu dirbantys elektros vartotojai;

$\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$ – galingumo koeficientai, kuriais įvertinamas vartotojų charakteris ir apkrovimas ($\cos \varphi_1=0,7$; $\cos \varphi_2=0,8$).

38 lentelė. Elektros energijos poreikio skaičiavimas.

Elektros energijos vartotojų grupės	Vartotojų sąrašas	Darbų apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)		Nominalus galingumas (kW)		Koeficientai			Skaičiuojamas galing., E (kW)
		Mat. vnt.	Skaičius	Vieneto	Bendras	α	k	$\cos\phi$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vidaus apšvietimas	kontora	10m ²	0,96	0,5	0,48	1,1	0,8	-	0,42
	persirengimo patalpa ir rūbų džiovykla	10m ²	0,96	0,5	0,48	1,1	0,8	-	0,42
	poilsio ir valgymo patalpa	10m ²	0,96	0,5	0,48	1,1	0,8	-	0,42
	prausykla, dušai ir tualetas	10m ²	0,64	0,25	0,16	1,1	0,8	-	0,14
	$\sum E_{vidaus}$								1,4
	Vidaus kelių apšvietimas	km	0,189	3,5	0,66	1,1	0,9	-	0,65
	$\sum E_{išorės}$								0,65
	<i>Iš viso:</i>	$\sum E$							

Paskaičiuotas elektros poreikis 2,05 kW, todėl statybvietyje projektuojamas laikinas kilnojamas transformatorius MTT, kurio galingumas 12 kW.

6.6. Objekto statybos techniniai ekonominiai rodikliai

Statybos organizavimo pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai:

39 lentelė. Objekto statybos techniniai ekonominiai rodikliai.

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	Rodiklio dydis
1.	Pastato statybinis tūris	m ³	7822,60
2.	Užstatomas plotas	m ²	518,74
3.	Planuojamos darbo sąnaudos	žm.val.	493,07
4.	Planuojamas išdirbio normų vykdymas (pagal kalendorinį grafiką)	%	131
5.	Faktinė statybos trukmė	valandos	83
6.	Maksimalus darbininkų skaičius	vnt.	6
7.	Lyginamosios (norminės) darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	žm. val.	375
8.	Mechanizmų darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	maš. val.	257

6.7. Statybvietės plano techniniai ekonominiai rodikliai

40 lentelė. Statybvietės plano techniniai ekonominiai rodikliai.

Techniniai ekonominiai rodikliai		
Rodiklių pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
Bendras statybos aikštelės plotas	m ²	2997,26
Laikinių kelių ilgis	m	158
Laikinos el. apšvietimo linijos ilgis	m	174
Laikino vandentiekio ilgis	m	19
Laikinių nuotekų linijų ilgis	m	22
Laikinių pastatų plotas	m ²	35,24
Sklypo užstatymo koeficientas	K ₁	17,31%
Aikštelės išnaudojimo koeficientas	K ₂	1,18%

Lentelėje statybos aikštelės plotas apskaičiuojamas pagal statybvietės plano brėžinyje nurodytus matmenis. Kelių ir įvairių linijų ilgiai nustatomi iš statybvietės plano brėžinio.

Rodikliai K_1 ir K_2 apskaičiuojami pagal formules:

$$K_1 = \frac{F}{S} \cdot 100 = \frac{518,74}{2997,26} \cdot 100 = 17,31\% \quad (71)$$

$$K_2 = \frac{Q}{S} \cdot 100 = \frac{35,24}{2997,26} \cdot 100 = 1,18\% \quad (72)$$

čia: F – statomo pastato plotas, m^2 ;

S – bendras statybos aikštelės plotas, m^2 ;

Q – laikinų patalpų plotas, m^2 .

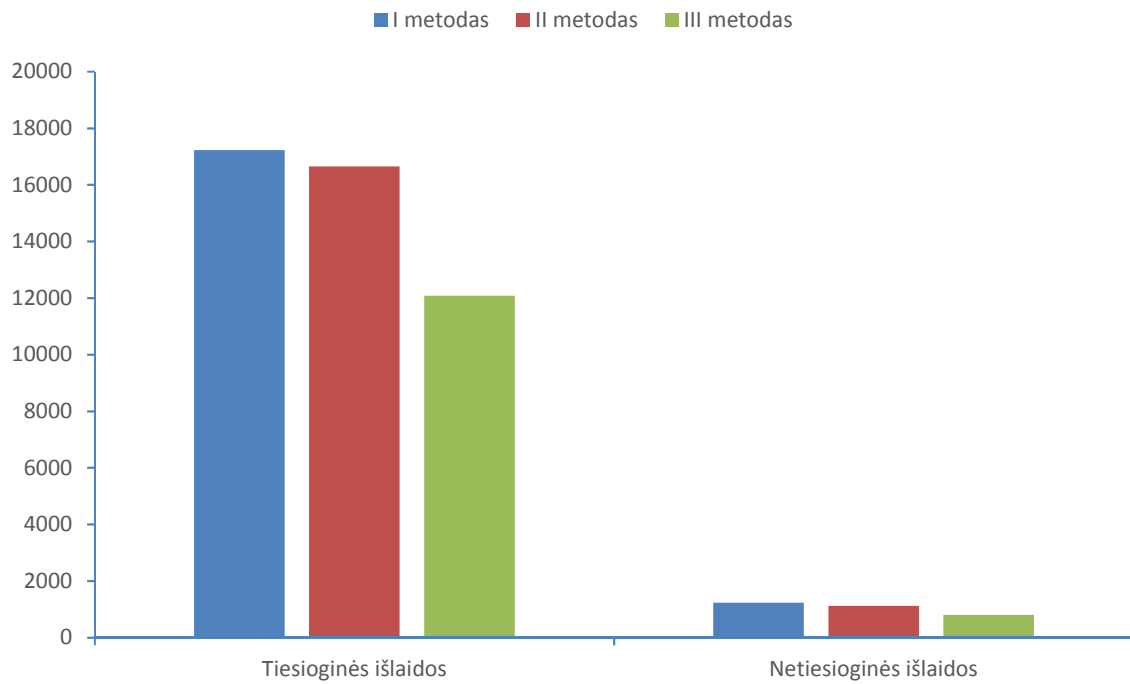
7. Ekonominė dalis

Projektuojamam administracinės paskirties pastatui buvo išrinkti 3 geriausi žemės darbų atlikimo metodai (A₂, A₄ ir A₆ variantai): pirmasis metodas, kuomet pamatų duobės kasamos paprastais ekskavatoriais, antrasis metodas, kuomet pamatų duobėms naudojami ekskavatoriai su įdiegtomis 3D mašinų valdymo sistemomis ir trečiasis metodas, kuomet naudojami plieniniai sprautasieniai laikinam iškasos ramstymui, o kasimo darbus atlieka ekskavatorius su 3D mašinų valdymo sistema. Sudarius trimačius iškasų modelius, buvo išrinkti reikalingi kiekiai, pagal kuriuos kompiuterine programa „Astera“ sudarėme tris lokales sąmatas kiekvienam metodui atskirai. Sąmatose taipogi buvo įvertinama papildomų medžiagų vertė (3%) nuo apskaičiuotos pagrindinių medžiagų vertės, papildomų mechanizmų vertė (3%) nuo apskaičiuotos mechanizmų sąnaudų vertės, papildomas darbo užmokestis (8%) bei soc. draudimo išlaidos (30,98%) nuo apskaičiuotos darbo užmokesčio sumos. Statybvietės išlaidos sudaro 9% viso statinio statybos išlaidų, pridėtinės išlaidos 30% nuo darbo užmokesčio, jau įvertinus kitus darbo užmokesčio priskaitymus, pelnas yra apskaičiuojamas 5% nuo visų tiesioginių išlaidų ir pridėtinių išlaidų sumos, o pridėtinės vertės mokestis siekia 21% ir skaičiuojamas nuo tiesioginių ir netiesioginių išlaidų sumos.

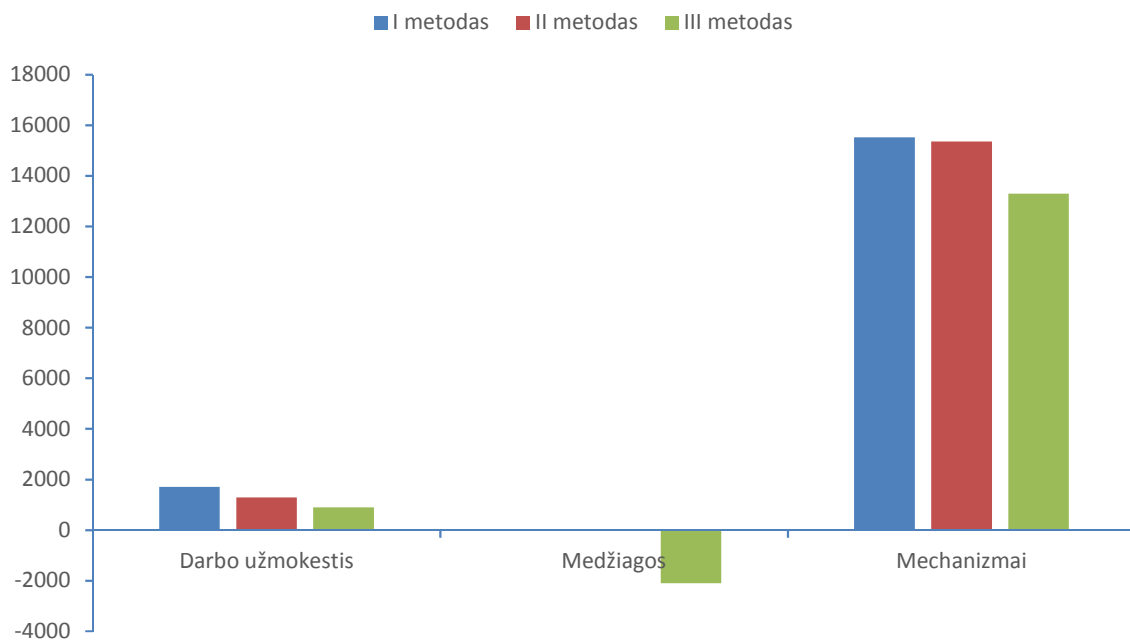
Apskaičiuotos darbų atlikimo tiesioginės ir netiesioginės išlaidos, grafiškai palyginamos 23 pav. Tiesioginės išlaidos dar skirstomos į darbuotojų darbo užmokestį, medžiagų poreikį ir mechanizmų poreikį, kurių palyginimas pateiktas 24 pav. Netiesiogines išlaidas sudaro pridėtinės išlaidos ir pelnas, jų pasiskirstymo palyginimas pateiktas 25 pav. Žemės darbų išlaidų suvestinė pateikta 34 lentelėje:

41 lentelė. Išlaidų suvestinė.

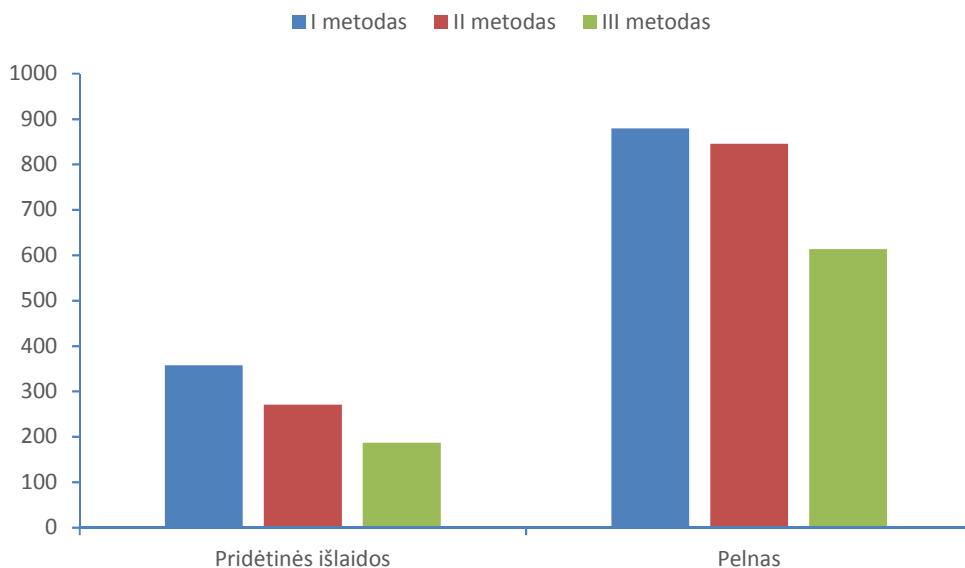
Pavadinimas	Tiesioginės išlaidos			Netiesioginės išlaidos		PVM (21%)	Suma, EUR su PVM
	Darbo užmokestis, EUR be PVM	Medžiagų poreikis, EUR be PVM	Mechanizmų poreikis, EUR be PVM	Pridėtinės išlaidos, EUR be PVM	Pelnas, EUR be PVM		
I metodas	1701,56	0,00	15519,43	357,55	878,93	3876,07	22333,54
II metodas	1289,57	0,00	15354,57	270,98	845,76	3729,78	21490,66
III metodas	890,32	-2103,65*	13296,52	187,08	613,52	2705,60	15589,39
* - III metodo medžiagų poreikio suma neigiama, kadangi vertinta, jog naudojant plieninius sprautasienius, iškasos užpylimui reikės 474m ³ mažiau atsivežtinio grunto.							



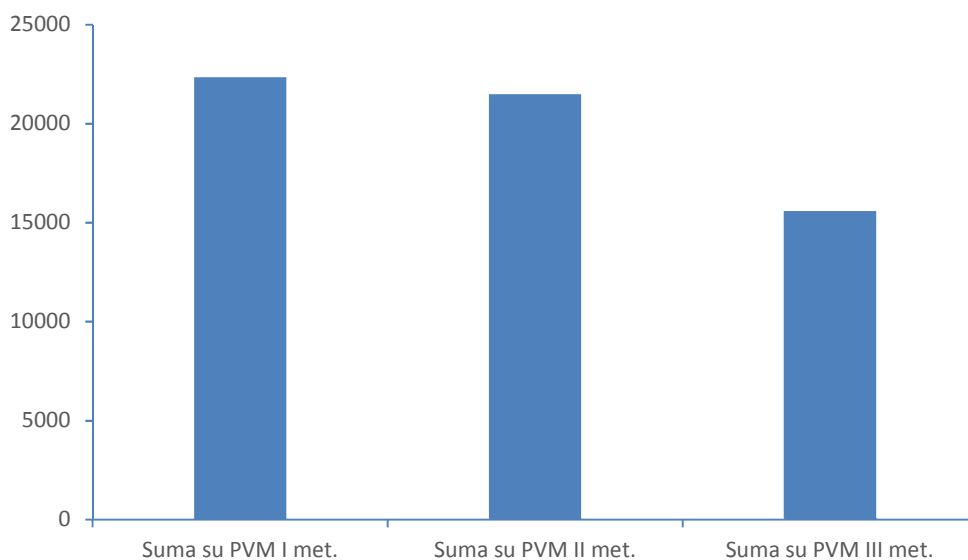
23 pav. Tiesioginių ir netiesioginių išlaidų kiekio palyginimas



24 pav. Tiesioginių išlaidų pasiskirstymo palyginimas



25 pav. Netiesioginių išlaidų pasiskirstymo palyginimas



26 pav. Bendros kainos palyginimas

Pagal grafinių duomenų 4 diagramą matome kad III metodo sąmatos kaina yra mažiausia, lyginant su I ir II metodais. Žemės darbų atlikimas paprastomis technologijomis kainuos 22333,54 EUR su PVM, kasant pamatų duobes su 3D priedais, darbų vertė nukris iki 21490,66 EUR su PVM, o iškasą ramstant plieniniais sprautasieniais, darbų atlimo suma sumažėja iki 15589,39 EUR su PVM. Remiantis turimais duomenimis matome, kad kainų skirtumą pagrindė sudaro darbo jėgos užmokestis. Naudojami ekskavatorių 3D priedai bei vibracinis kūjis pabrangina mechanizmų valandinį įkainį, tačiau spartesnis darbų našumas kompensuoja skirtumą. Taigi, įvertinus kiekvieno varianto galutines darbų sumas, galima teigti, jog III metodas yra ekonomiškai efektyviausias.

8. Darbų sauga ir aplinkosauga

8.1. Darbų sauga statybos procesui

Visais darbo saugos klausimais būtina vadovautis veikiančiais darbo saugos dokumentais ir normomis. Ypatingą dėmesį būtina atkreipti į tai, kad:

- pašaliniai asmenys nepatektų į statybos aikštelę bei darbų vykdymo zoną;
- daubos, tranšėjos žmonių judėjimo vietose būtų aptvertos arba pažymėtos gerai matomais ženklais;
- pavojingos zonos būtų pažymėtos įspėjamaisiais ir draudžiamaisiais ženklais, o darbo vietos būtų gerai apšviestos;
- kasamų daubų ir tranšėjų šlaitų nuolydžiai atitiktų reikalavimus;
- keliamų gaminių užkabinimas bei perkėlimas būtų atliekamas patikrinta ir išbandyta kėlimo įranga;
- kėlimo mechanizmai nebūtų perkrauti;
- medžiagos ir gaminiai nebūtų perkeliama virš zonų už statybos aikštelės ribų (už tvoros);
- šalia tvoros medžiagos ir gaminiai nebūtų pakeliami aukščiau 2 m nuo žemės paviršiaus;
- angos sienose ir aikštelėse būtų aptvertos;
- nebūtų žmonių po keliamomis medžiagomis bei konstrukcijomis ir zonose, kur krūviai gali nukristi;
- krovinių paėmimo įtaisų (stropų) krovininiai kabliai būtų su apsauginiais užraktais;
- konstrukcijos į montavimo vietą būtų paduotos padėtyje – artimoje projektinei;
- nebūtų keliamos konstrukcijos, neturinčios montavimo kilpų arba žymių, be kurių negalima teisingai konstrukcijas pakabinti ir montuoti;
- nebūtų paliktos pakabintos konstrukcijos darbo pertraukų metu;
- pastatytos į projektinę padėtį, konstrukcijos būtų atkabintos tiksliai po to, kai jos bus pastoviai arba laikinai įtvirtintos;
- darbininkai būtų aprūpinti specialia apranga ir individualios apsaugos priemonėmis,
- aikštelėje būtų vaistinė su tvarsčiais, pirmosios pagalbos priemonėmis ir komplektu būtiniausių vaistų, kurių galiojimo terminas nėra pasibaigęs;
- žemės darbai prie esamų inžinerinių tinklų ir kitų statinių būtų vykdomi rankiniu būdu ir dalyvaujant atitinkamų žinybų atstovams;
- visi elektriniai mechanizmai ir įrankiai būtų įžeminti;
- iki statybos pradžios būtų parengtas technologinis (darbų vykdymo) projektas, keliamųjų kranų darbo projektas, ir kuriame, tikslu išvengti kranų strėlių susikirtimo, būtų sudarytas keliamųjų kranų darbo laiko grafikas;

- būtų paskirtas darbuotojas atsakingas už priešgaisrinių ir darbo saugos priemonių įvykdymą [36].

8.2. Higiena, sveikta ir aplinkos apsauga

Esminis reikalavimas “Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga” nustato, kad statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad nekeltų grėsmės statinyje ar prie jo būnantiems žmonėms (toliau - žmonės) dėl šių priežasčių:

- kenksmingų dujų išsiskyrimo;
- pavojingų dalelių ar dujų buvimo ore;
- pavojingos spinduliuotės;
- vandens ar dirvožemio taršos ir gyvųjų organizmų nuodijimo;
- netinkamo nuotėkų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų pašalinimo;
- drėgmės statinio dalyse ir jo dalių vidaus paviršiuose [39].

Statinio esminio reikalavimo “Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga” įvykdymas užtikrinamas visuma reikalavimų ir priemonių, numatomų statinių sumanymo, projektavimo, statybos ir normalaus naudojimo metu, taip pat statybos produktų kokybiniais rodikliais. Šiuos reikalavimus ir priemones sąlygoja:

- vidaus aplinka;
- vandens tiekimas;
- nuotėkų šalinimas;
- kietųjų atliekų šalinimas;
- išorės aplinka [39].

8.3. Naudojimo sauga, gaisrinė sauga

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jį naudojant ir prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų rizikos (paslydimų, kritimų, susidūrimų, nudegimų, nutrenkimo ar sužalojimo elektros srove, sužeidimų dėl sprogo).

Esminio statinio reikalavimo „Naudojimo sauga“ įgyvendinimas užtikrinamas statinių projektavimo, statybos ir tinkamo naudojimo metu numatomų reikalavimų ir priemonių visuma, taip pat statybos produktų kokybiniais rodikliais [40].

Esminis reikalavimas ir priemonės yra susiję su šiomis rizikos faktorių grupėmis:

- paslydimai, kritimai, smūgiai;
- nudegimai, elektros traumos, sprogoimai;

- avarijos, įvykstančios dėl transporto priemonių judėjimo.

Pirmoji rizikos faktorių grupė apima sužeidimus, atsirandančius dėl:

- statinių naudotojų paslydimo ir kritimo smūgio, statinių naudotojams praradus pusiausvyrą (pvz., krentant, susidūrus ar paslydus);
- tiesioginio smūgio ar kontakto, statinio naudotojui atsitrenkus į pritvirtintas ar judančias statinių konstrukcijas, judančių ir krintančių statinių konstrukcijų smūgių [40].

Prie paskutiniosios kategorijos priskiriama kūno sužalojimo rizika dėl sąveikos su judančiomis statinių konstrukcijomis, t. y. sužnybimo, sutrupinimo, pjovimo ir kt.

Antroji rizikos faktorių grupė apima nudegimo, apdegimo, nutrenkimo elektra, sužeidimo dėl sprogo riziką. Tokia rizika paprastai yra susijusi su specialiaisiais įrenginiais ar statinių įranga.

Antrosios rizikos faktorių grupės atveju reikia atsižvelgti į:

- elektros instaliaciją ir įrenginius (nutrenkimas elektra, nudegimas, sprogoimai);
- šiluminiai įrenginiai (nudegimas, sprogoimai);
- karšto vandens įrengimai ir įrenginiai (nudegimas, apdegimai).

Trečioji rizikos faktorių grupė apima avarijų, įvykstančių dėl transporto priemonių judėjimo, riziką, kai sužalojami transporto priemonėse esantys žmonės, pėstieji ir t. t. Ji taip pat apima transporto priemonių smūgius į konstrukcijas šalia kelio (kelio saugos įrenginius).

Visos nelaimingų atsitikimų rizikos faktorių grupės susijusios su statinių ir statybos produktų charakteristikomis, o ne kitais faktoriais: transporto priemonių sauga, eismo taisyklių pažeidimu ir pan.

Naudojimo sauga turi būti užtikrinta per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo laiką.

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad kilus gaisrui:

- statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų apkrovas;
- būtų ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- būtų ribojamas gaisro plitimas į gretimus statinius;
- žmonės galėtų saugiai išeiti iš statinio ar būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis;
- pradėtų veikti gaisrinės saugos bei gaisro aptikimo, gesinimo sistemos;
- ugniagesiai gelbėtojai galėtų saugiai dirbti [38].

Gaisrinės saugos reikalavimai yra susiję su statinių išdėstymu teritorijose, statinio projektiniais sprendiniais, statybos produktų (medžiagų, konstrukcijų, komunikacijų, statinio inžinerinės, tarp jų gaisrinės įrangos) funkcionalumu (naudojimo savybėmis). Tokie reikalavimai paprastai nustatomi atskirai patalpų grupei (gyvenamosioms patalpoms, viešbučiams, salėms, biurams, gamybinėms patalpoms ir pan.), atsižvelgiant kiekvienu atveju į specifinį pavojų ten esantiems žmonėms ir specifinę gaisro riziką [38].

8.4. Apsauga nuo triukšmo

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad jame ir šalia jo esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.

Esminis statinio reikalavimas „Apsauga nuo triukšmo“ nustato, kokia akustinė aplinka turi būti sukurta žmonėms ir kokiais statinio arba jo dalių akustiniais rodikliais ji išreiškiama.

Esminio reikalavimo nuostatos aprėpia apsaugą nuo:

- statinių išorėje spinduliuojamo oro triukšmo;
- gretimoje patalpoje spinduliuojamo oro triukšmo;
- smūgio triukšmo;
- įrenginių triukšmo;
- perteklinio aidėjimo triukšmo;
- triukšmo, spinduliuojamo į aplinką šaltinių, esančių statinių viduje ar su jais susijusių (aplinkos apsauga).

Akustinių savybių apibūdinimas:

- statinio ir statybos produkto savybės, susijusios su apsauga nuo triukšmo, išreiškiamos garso izoliavimo rodikliu, garso slėgio lygiu ir garso galios lygiu;
- akustinėms savybėms apibrėžti naudojami matavimo vienetai:
- tūris, m³;
- paviršiaus plotas, m²;
- lygiavertis sugerties plotas, m²;
- aidėjimo trukmė, s;
- garso slėgio lygis, dB (20 Pa atžvilgiu) [41];

8.5. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas

Statinys, jo šildymo, kondicionavimo, vėdinimo ir kitos inžinerinės sistemos (kiti įrenginiai) turi būti suprojektuoti bei pastatyti taip, kad juos naudojant būtų kuo mažesnės energijos sąnaudos, atsižvelgiant į vietovės klimatinės sąlygas ir pastato naudotojų reikmes.

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas gali būti reguliuojamas šiais penkiais būdais:

- nustatant atitvaroms naudojamų statybos produktų reikalavimus (jų šiluminę varžą, vandens garų sklidimo varžą, infraraudonuosius spindulius atspindinčio sluoksnio emisiją);

- nustatant atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų įrenginių charakteristikų reikalavimus (pvz., sienų, stogų, durų ir langų šilumos laidumo, durų ir langų sandarumo, katilų, ventiliatorių, aušinimo įrenginių efektyvumo);
- nustatant statinio ar statinio inžinerinių sistemų naudojimo charakteristikų reikalavimus (pvz., savitųjų šilumos nuostolių, statinio laidumo orui, oro apykaitos, šildymo ar aušinimo sistemos bendro efektyvumo);
- nustatant statinio inžinerinių sistemų energetinės galios reikalavimus (pvz., metinį šiluminės energijos kiekį, reikalingą pastato patalpoms šildyti ir (ar) aušinti iki numatytos temperatūros, atsižvelgus į vidaus šilumos išsiskyrimus ir patenkantį saulės energijos kiekį);
- nustatant tiekiamos statinio inžinerinėms sistemoms energijos galios reikalavimus, siekiant įvertinti sistemų naudojimo savybes ir nustatyti jų efektyvumą (pvz., šildymo ir (arba) aušinimo energijos suvartojimą), atsižvelgus į energijos šaltinio ypatybes ir jo kainą [42].

Išvados

1. Baigiamojo darbo tiriamojoje dalyje išanalizuoti galimi žemės darbų atlikimo būdai ir nustatyti 6 skirtingi alternatyvūs sprendimai. Parinkus kriterijus, įtakojančius kiekvieno sprendimo naudingumą bei apskaičiavus jų teorinį ir kompleksinį reikšmingumus nustatyta, jog svarbiausi kriterijai, lemiantys proceso efektyvumą, yra darbų atlikimo trukmė bei maksimalus mechanizmų skaičius.
2. Atlikus daugiakriterinį alternatyvių sprendimų vertinimą, kai įvertinamas kompleksinis ir teorinis kriterijų reikšmingumai, nustatyta, jog racionaliausias inžinerinis sprendimas yra laikinas iškasų ramstymas plieninių sprautasienių sienele ir grunto kasimas, naudojant ilgastrelę ekskavatorių su įdiegta 3D mechanizmų valdymo sistema. Taikant šį sprendimą, darbai būtų atlikti per 83 valandas, o maksimalus mechanizmų skaičius būtų 5 vienetai.
3. Suprojektuotas 518,74m² ploto ir 4 aukštų administracinės paskirties pastatas su rūsiu. Nustatyta, jog rūsio atitvarų požeminės dalies šilumos perdavimo koeficiento vertė $U_n=0,3W/(m^2 \cdot K)$ tenkina nustatytas normas.
4. Konstrukcinėje dalyje, apskaičiavus aktyvųjį bei pasyvųjį grunto slėgius, nustatytas laikinos plieninių sprautasienių sienutės įgilinimas, kuris turi būti ne mažesnis kaip 3,55m ir parinktas reikiamo profilio gaminys PAU 2770. Bendras gaminio ilgis numatomas 7,6m.
5. Sudarius trimačius iškasų modelius trims naudingiausiems variantams, apskaičiavus žemės darbų kiekius bei sąnaudas ir sudarius darbų atlikimo grafikus gauta, kad trumpiausia darbų atlikimo trukmė yra vykdant žemės darbus II-uuju variantu (48 valandos), maksimalus darbininkų skaičius (18 žmonių) reikalingas, darbus vykdant I-uuju variantu, didžiausias mechanizmų skaičius reikalingas vykdant darbus I-uuju arba II-uuju variantu.
6. Atlikus skaičiavimus gauta, kad ekskavatoriaus strėlės veikimo pavojinga zona yra 18,3 m, kurią numatyta aptverti apsaugine tvora. Pagal apskaičiuotus laikinus išteklius statybvietėje numatoma įrengti 158 m laikino kelio, 174 m laikinos apšvietimo oro linijos, 41m laikinų vandentiekio ir nuotekų linijų bei sklype įrengti laikinas administracines ir buitines patalpas, kurios užims 35,24 m² plotą.
7. Atlikus sąmatinius skaičiavimus gauta, kad iškasą laikinai ramstant plieniniais sprautasieniais ir gruntą kasant ekskavatoriumi su 3D mechanizmų valdymo sistema, darbai kainuos 15589,39 Eur su PVM. Iškasą šlaituojant ir kasant dviem ekskavatoriais su 3D mašinų valdymo sistemomis, išlaidos sieks 21490,66 Eur su PVM, o kasant su dviem ekskavatoriais be jokių įdiegtų sistemų ar priedų – 22333,54 Eur su PVM.

Literatūros sąrašas

1. Byung-Soo Kim, Yong-Woo Kim. Configuration of earthwork equipment considering environmental impacts, cost and schedule. *Journal of Civil Engineering and Management* Vol. 22, Dec 2015.
2. Buldozeris CAT. Prieiga per internetą:
<https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C735760>.
3. Buldozeris KOMATSU. Prieiga per internetą:
http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/D61EX_PX_15E0_CEN00215-02.pdf.
4. Burdett R., Kozan E., Kenley R.. Block models for improved earthwork allocation planning in linear infrastructure construction. *Engineering Optimization* Vol. 47, Mar 2014.
5. Chen L., Gu X. & Long X.. Safety assessment of excavation with fault tree analysis. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards* Vol. 3, Sep 2009.
6. Černius, Benjaminas . PAMATŲ PROJEKTAVIMO PAGAL 7 EUROKODĄ VADOVAS. Kaunas „Technologija”, 2006.
7. Černius, Benjaminas. SEKLIŲJŲ PAMATŲ PROJEKTAVIMO METODINIAI NURODYMAI. Kaunas „Technologija”, 2006.
8. DAUNORAVIČIUS, Marijonas, Rūta MINIOTAITĖ. Statybos technologinių procesų projektavimas. Kaunas: Technologija, 2010. 58p.
9. Ekskavatoriaus 3D sistema. Prieiga per internetą: <http://www.topcon.lt/>.
10. Ekskavatorius CASE. Prieiga per internetą: http://www.casece.com/en_us/.
11. Ekskavatorius KOMATSU. Prieiga per internetą:
http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/PC200_200LC-8_CEN00049-09.pdf.
12. Fok Paul, Neo Bian Hong, Goh Kok Hun & Wen Dazhi. Assessing the impact of excavation – induced movements on adjacent buildings. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering* Vol 5, Jul 2012.
13. Fok Paul, Neo Bian Hong, Wen Dazhi & Veeresh Chepurthy. Design and construction of earth retaining walls for deep excavation – a risk management process Vol. 5, Jul 2012.
14. Grabe Jurgen . Sheet piling handbook desing. Hamburg, Jul 2008.
15. Goh Kok Hun, Cham Wee Meng & Wen Dazhi. Improving the prediction of excavation – induced ground movements. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering* Vol. 5, Jan 2012.

16. Karkasinės nelaikančios sienos. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/95/1/0/1/article/13841/daugiaauksciu-statyba-ir-renovavimas-paprasciau>.
17. Keramikinės plokštės. Prieiga per internetą: <http://www.plantas.lt/lt/m/>.
18. KITINAS, Vaclovas. Tipinių statybos procesų technologijos ir darbo organizavimo reglamentai: metodinė technologinių kortelių sudarymo medžiaga. Kaunas: Naujasis lankas, 2007. 368p.
19. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas. 1996 m kovo 19d. Nr. I-1240 [interaktyvus]. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2013.liepos 16 d. Prieiga per internetą:
http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=454053.
20. MEDELIENĖ, Violeta, Svajūnas JUOČIŪNAS, Mindaugas DAUKŠYS. Statybos organizacinių sprendimų projektavimas: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2013. 66p.
21. Nobuyuki Matsui, Eka Pradana Susanto, Kei Teshima, Tetsuya Akahoshi, Shigeki Terasaki, Masataka Tatsuta, Masanobu Okamoto, Akihisa Kameyama. Novel compound steel sheet pile for earth retaining works. The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering Vol. 8, Jan 2015.
22. Park Jun Kyung, Blackburn J. Tanner & Gardoni Paolo. Reliability assessment of excavation systems considering both stability and serviceability performance. Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards Vol. 1, Nov 2007.
23. Plieniniai sprastasiiniai. Prieiga per internetą: <http://www.aarsleff.com.pl/lt/>.
24. R 39-06. Kelių tiesimas ir techninė priežiūra. Sauga darbe. Vilnius, 2006. Prieiga per internetą: http://www.lakd.lt/lt.php/paslaugos/normatyviniai_dokumentai/7246.
25. Reuter Emile, Evan Boris . Piling handbook, 8th edition. ArcelorMittal, 2008.
26. Savivartis SCANIA. <https://www.scania.com/content/>.
27. Seker D. Z., Parker D.. Ground modelling and earthwork volume estimation: a lesson in achieving appropriate accuracies. Survey Review Vol. 34, Jul 2013.
28. Skuodis Šarūnas. Smėlio dalelių morfologinių parametrų įtakos grunto mechaninėms savybėms eksperimentiniai ir skaitiniai tyrimai. Vilnius, Technika 2015.
29. Smith Simon, Wood Graeme & Martin Gould. A new earthworks estimating methodology. Construction Management and Economics Vol. 18, Oct 2010.
30. Sprastasienių montavimas. Prieiga per internetą: <http://viacon.lt/>.
31. STR 1.01.06:2013. Ypatingi statiniai [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2013. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.

32. STR 1.01.08:2002. Statinio statybos rūšys [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2002. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
33. STR 1.09.04:2007 „Statinio projekto vykdymo priežiūra“ [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2003. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
34. STR 1.05.06:2010. Statinio projektavimas [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2010. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
35. STR 1.09.05:2002 „Statinio statybos techninė priežiūra“ [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2003. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
36. STR 1.07.02:2005. Žemės darbai [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
37. STR 2.01.01(1):2005. Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis patvarumas ir pastovumas [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
38. STR 2.01.01(2):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
39. STR 2.01.01(3):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
40. STR 2.01.01(4):2008. Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
41. STR 2.01.01(5):2008 Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
42. STR 2.01.01(6):2008 Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
43. STR 2.01.03:2009. Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių-techninių dydžių projektinės vertės [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2009. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
44. STR 1.12.06:2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“ [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2012. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
45. STR 2.02.02:2004. Visuomeninės paskirties statiniai [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2004. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
46. STR 2.03.01:2001. Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms [interaktyvus]. Vilnius: Rekona, 2001. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.

47. STR 2.05.01:2013. Pastatų energinio naudingumo projektavimas [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2013. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
48. STR 2.05.04:2003. Poveikiai ir apkrovos [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2003. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
49. STR 2.05.08:2005. Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos. [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
50. STR 2.05.14:2005. Hidrotechnikos statinių pagrindų ir pamatų projektavimas [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2005. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
51. STR 2.06.04:2014. Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai [interaktyvus]. Vilnius : Rekona, 2014. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/index.php#a/12476>.
52. Termoizoliacinės medžiagos. Prieiga per internetą: <http://www.paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai>.
53. TRA SBR 07. Automobilių kelių mineralinių medžiagų mišinių, naudojamų sluoksniams be rišiklių, techninių reikalavimų aprašas. Vilnius, 2007. Prieiga per internetą: http://www.lakd.lt/lt.php/paslaugos/normatyviniai_dokumentai/7246.
54. Vibracinis kūjis. Prieiga per internetą: <http://www.hammersteel.com/abi-excavator-mounted-vibratory-pile-driver.html>.
55. Viswanadham B., Madabhushi S., Babu K. & Chandrasekaran V.. Modelling the failure of a cantilever sheet pile wall. International Journal of Geotechnical Engineering Vol 3, Nov 2013.
56. ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras, Andrejus KARABLIKOVAS, Pranas MALINAUSKAS, Pranas MIKŠTA, Henrikas NAKAS, Romualdas SAKALAUSKAS. Statybos procesų technologija [interaktyvus]. Vilnius: Technika, 2008. Prieiga per internetą: <http://www.ebooks.vgtu.lt/product/statybos-proces-technologija>.
57. ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras, Pranas MIKŠTA, Romualdas SAKALAUSKAS ir kt. Statybos organizavimas: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2009. 270p.

Priedai

1 priedas. A₁ varianto lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Kasimas ekskavatoriumi

Iš viso už

22.333,54 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,627	11979,12	788,10	0,00	11191,02
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	157,62	788,1	788,1		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	78,81	3152,4			3152,4
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	236,43	8038,62			8038,62
3	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		5310,00	0,146	775,26	65,70	0,00	709,56
	Darbo jėga	10510	žm. val.	90	5	13,14	65,7	65,7		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	45	40	6,57	262,8			262,8
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	13,14	446,76			446,76
4	Grunto kasimas raniniu būdu	N1-300	100 m3		625,00	0,26	162,50	162,50	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	125	5,000	32,5	162,5	162,5		
5	Iškasų išlyginimas rankiniu būdu	N1-360	100 m2		15,00	2,6	39,00	39,00	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	3	5,000	7,8	39	39		
6	Iškasų paviršiaus išlyginimas mechanizuotu būdu	N1-364	1000 m2		200,00	0,383	76,60	0,00	0,00	76,60
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	5	40	1,915	76,6			76,6
7	Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,93	125,45	48,25	0,00	77,20
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,65	48,25	48,25		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	9,65	77,2			77,2
8	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
Iš viso #1							14.926,86 €	1103,55		13823,31
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai								88,28 €	8,0%	
Papildomų medžiagų vertė									3,0%	
Papildomų mechanizmų vertė							414,70 €			3,0%
Soc. draudimas							369,23 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)							15.799,07 €	1561,06		14238,01
Statybvietės išlaidos							1.421,92 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)							17.220,99 €	1701,56		15519,43
Indeksas								1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso							17.220,99 €	1701,56		15519,43
Pridėtinės išlaidos							357,55 €	30,00%		
Pelnas							878,93 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)							18.457,47 €	2162,07		16295,40
PVM							3.876,07 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)							22.333,54 €	2616,11		19717,43

2 priedas. A₂ varianto lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Kasimas dvejais ekskavatoriais

Iš viso už

22.333,54 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,627	11979,12	788,10	0,00	11191,02
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	157,62	788,1	788,1		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	78,81	3152,4			3152,4
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	236,43	8038,62			8038,62
3	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		5310,00	0,146	775,26	65,70	0,00	709,56
	Darbo jėga	10510	žm. val.	90	5	13,14	65,7	65,7		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	45	40	6,57	262,8			262,8
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	13,14	446,76			446,76
4	Grunto kasimas raniniu būdu	N1-300	100 m3		625,00	0,26	162,50	162,50	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	125	5,000	32,5	162,5	162,5		
5	Iškasų išlyginimas rankiniu būdu	N1-360	100 m2		15,00	2,6	39,00	39,00	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	3	5,000	7,8	39	39		
6	Iškasų paviršiaus išlyginimas mechanizuotu būdu	N1-364	1000 m2		200,00	0,383	76,60	0,00	0,00	76,60
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	5	40	1,915	76,6			76,6
7	Iškasų sutankinimas vibroploktėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,93	125,45	48,25	0,00	77,20
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,65	48,25	48,25		
	Vibroploktė	489197	maš. val.	5	8	9,65	77,2			77,2
8	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
Iš viso #1							14.926,86 €	1103,55		13823,31
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai								88,28 €	8,0%	
Papildomų medžiagų vertė									3,0%	
Papildomų mechanizmų vertė							414,70 €			3,0%
Soc. draudimas							369,23 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)							15.799,07 €	1561,06		14238,01
Statybvietės išlaidos							1.421,92 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)							17.220,99 €	1701,56		15519,43
Indeksas								1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso							17.220,99 €	1701,56		15519,43
Pridėtinės išlaidos							357,55 €	30,00%		
Pelnas							878,93 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)							18.457,47 €	2162,07		16295,40
PVM							3.876,07 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)							22.333,54 €	2616,11		19717,43

3 priedas. A₃ variantu lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Kasimas 3D ekskavatoriumi

Iš viso už

21.490,66 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,627	11979,12	788,10	0,00	11191,02
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	157,62	788,1	788,1		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	78,81	3152,4			3152,4
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	236,43	8038,62			8038,62
3	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		3717,00	0,172	639,32	0,00	0,00	639,32
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	31,5	40	5,418	216,72			216,72
	3D įranga	481111	maš. val.	31,5	10	5,418	54,18			54,18
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	63	34	10,836	368,42			368,42
4	Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,93	125,45	48,25	0,00	77,20
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,65	48,25	48,25		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	9,65	77,2			77,2
5	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
Iš viso #1							14.512,82 €	836,35		13676,47
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai								66,91 €	8,0%	
Papildomų medžiagų vertė									3,0%	
Papildomų mechanizmų vertė							410,29 €			3,0%
Soc. draudimas							279,83 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)							15.269,85 €	1183,09		14086,76
Statybvietės išlaidos							1.374,29 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)							16.644,14 €	1289,57		15354,57
Indeksas								1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso							16.644,14 €	1289,57		15354,57
Pridėtinės išlaidos							270,98 €	30,00%		
Pelnas							845,76 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)							17.760,88 €	1638,58		16122,30
PVM							3.729,78 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)							21.490,66 €	1982,68		19507,98

4 priedas. A₄ variantu lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Kasimas 3D dvejis ekskavatoriais

Iš viso už

21.490,66 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,627	11979,12	788,10	0,00	11191,02
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	157,62	788,1	788,1		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	78,81	3152,4			3152,4
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	236,43	8038,62			8038,62
3	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		3717,00	0,172	639,32	0,00	0,00	639,32
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	31,5	40	5,418	216,72			216,72
	3D įranga	481111	maš. val.	31,5	10	5,418	54,18			54,18
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	63	34	10,836	368,42			368,42
4	Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,93	125,45	48,25	0,00	77,20
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,65	48,25	48,25		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	9,65	77,2			77,2
5	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
Iš viso #1							14.512,82 €	836,35		13676,47
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai								66,91 €	8,0%	
Papildomų medžiagų vertė									3,0%	
Papildomų mechanizmų vertė							410,29 €			3,0%
Soc. draudimas							279,83 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)							15.269,85 €	1183,09		14086,76
Statybvietės išlaidos							1.374,29 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)							16.644,14 €	1289,57		15354,57
Indeksas								1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso							16.644,14 €	1289,57		15354,57
Pridėtinės išlaidos							270,98 €	30,00%		
Pelnas							845,76 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)							17.760,88 €	1638,58		16122,30
PVM							3.729,78 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)							21.490,66 €	1982,68		19507,98

5 priedas. A₅ variantu lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Ramstymas ir kasimas
ekskavatoriumi

Iš viso už

16.430,83 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Plieninių sprautasienių kalimas į gruntą, kai profilio ilgis 7m	T71-137	vnt		13,04	132	1720,62	36,30	1306,80	377,52
	Darbo jėga	10400	žm. val.	0,055	5,000	7,26	36,3	36,3		
	Ekskavatorius	489158	maš. val.	0,055	40	7,26	290,4			290,4
	Špuntakalė ekskavatoriui	481111	maš. val.	0,055	12	7,26	87,12			87,12
	Plieniniai sprautasieniai	524116	t	0,495	20	65,34	1306,8		1306,8	
3	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,153	9817,68	645,90	0,00	9171,78
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	129,18	645,9	645,9		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	64,59	2583,6			2583,6
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	193,77	6588,18			6588,18
4	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		5310,00	0,145	769,95	65,25	0,00	704,70
	Darbo jėga	10510	žm. val.	90	5	13,05	65,25	65,25		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	45	40	6,525	261			261
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	13,05	443,7			443,7
5	Grunto kasimas raniniu būdu	N1-300	100 m3		625,00	0,27	168,75	168,75	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	125	5,000	33,75	168,75	168,75		
6	Iškasų išlyginimas rankiniu būdu	N1-360	100 m2		15,00	2,63	39,45	39,45	0,00	0,00
	Darbo jėga	10217	žm. val.	3	5,000	7,89	39,45	39,45		
7	Iškasų paviršiaus išlyginimas mechanizuotu būdu	N1-364	1000 m2		200,00	0,369	73,80	0,00	0,00	73,80
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	5	40	1,845	73,8			73,8
8	Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,9	123,50	47,50	0,00	76,00
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,5	47,5	47,5		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	9,5	76			76
9	Plieninių sprautasienių ištraukimas iš grunto	T71-137	vnt		2,00	132	263,34	23,10	0,00	240,24
	Darbo jėga	10400	žm. val.	0,035	5,000	4,62	23,1	23,1		
	Ekskavatorius	489158	maš. val.	0,035	40	4,62	184,8			184,8
	Špuntakalė ekskavatoriui	481111	maš. val.	0,035	12	4,62	55,44			55,44
10	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
11	Pamatų užpylimas atsivežtiniu gruntu, nustumiant buldozeriu	K9-12-2	1000 m3		7.346,00	-0,474	-3482,00	-56,88	-3180,54	-244,58
	Darbo jėga	10600	žm. val.	24	5,000	-	-56,88	-56,88		
	Buldozeris	489074	maš. val.	12	43	-11,376	-244,58			-244,58
	Smėlis	111111	m3	1220	5,5	-578,28	-3180,54		-3180,54	
12	Grunto sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	-4,74	-308,10	-118,50	0,00	-189,60
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	-23,7	-118,5	-118,5		

Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	-23,7	-189,6			-189,6
Iš viso #1						10.955,92 €	850,87	-1873,74	11978,79
	Kiti darbo užmokesčio priskaitymai						68,07 €	8,0%	
	Papildomų medžiagų vertė					-56,21 €		3,0%	
	Papildomų mechanizmų vertė					359,36 €			3,0%
	Soc. draudimas					284,69 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)						11.611,83 €	1203,63	-1929,95	12338,15
	Statybvietės išlaidos					1.045,06 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)						12.656,89 €	1311,96	-2103,65	13448,58
	Indeksas						1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso						12.656,89 €	1311,96	-2103,65	13448,58
	Pridėtinės išlaidos					275,68 €	30,00%		
	Pelnas					646,63 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)						13.579,20 €	1667,02	-2208,83	14121,01
	PVM					2.851,63 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)						16.430,83 €	2017,09	-2672,68	17086,42

6 priedas. A₆ varianto lokalinė darbų sąmata.

Administracinės paskirties
pastatas
Žemės darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2015.10 kainų lygiu.

Ramstymas ir kasimas 3D
ekskavatoriumi

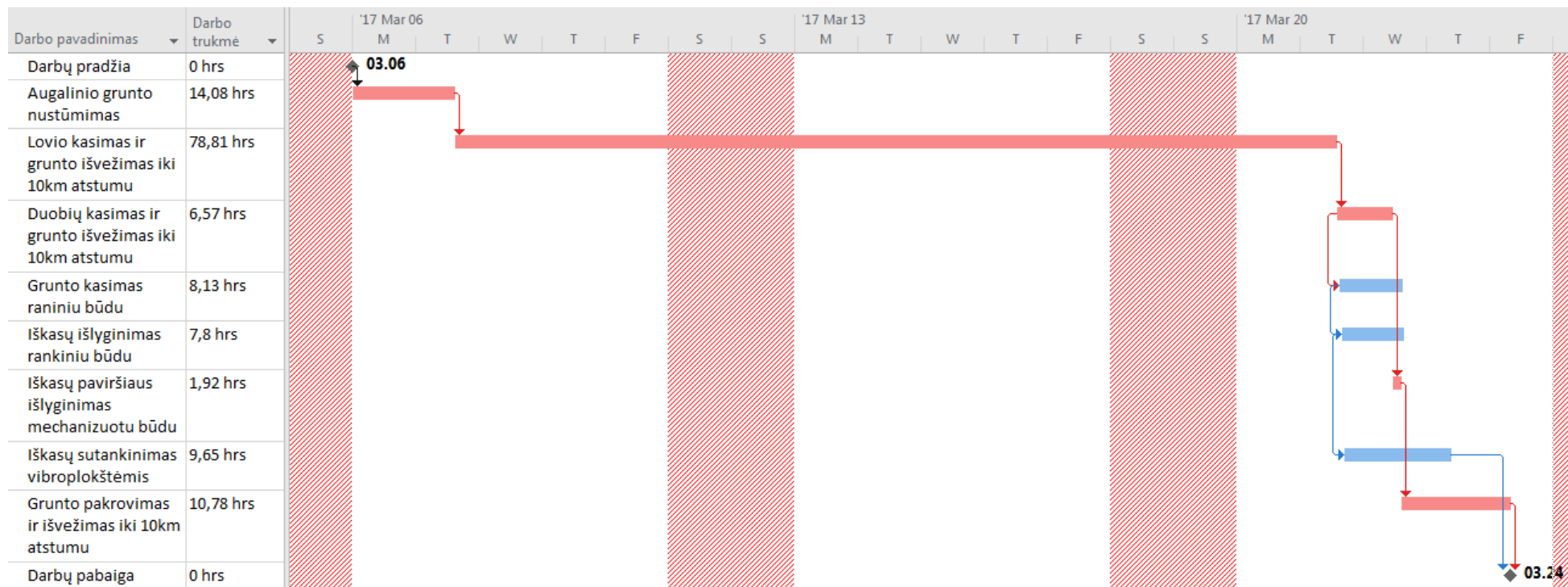
Iš viso už

15.589,39 €

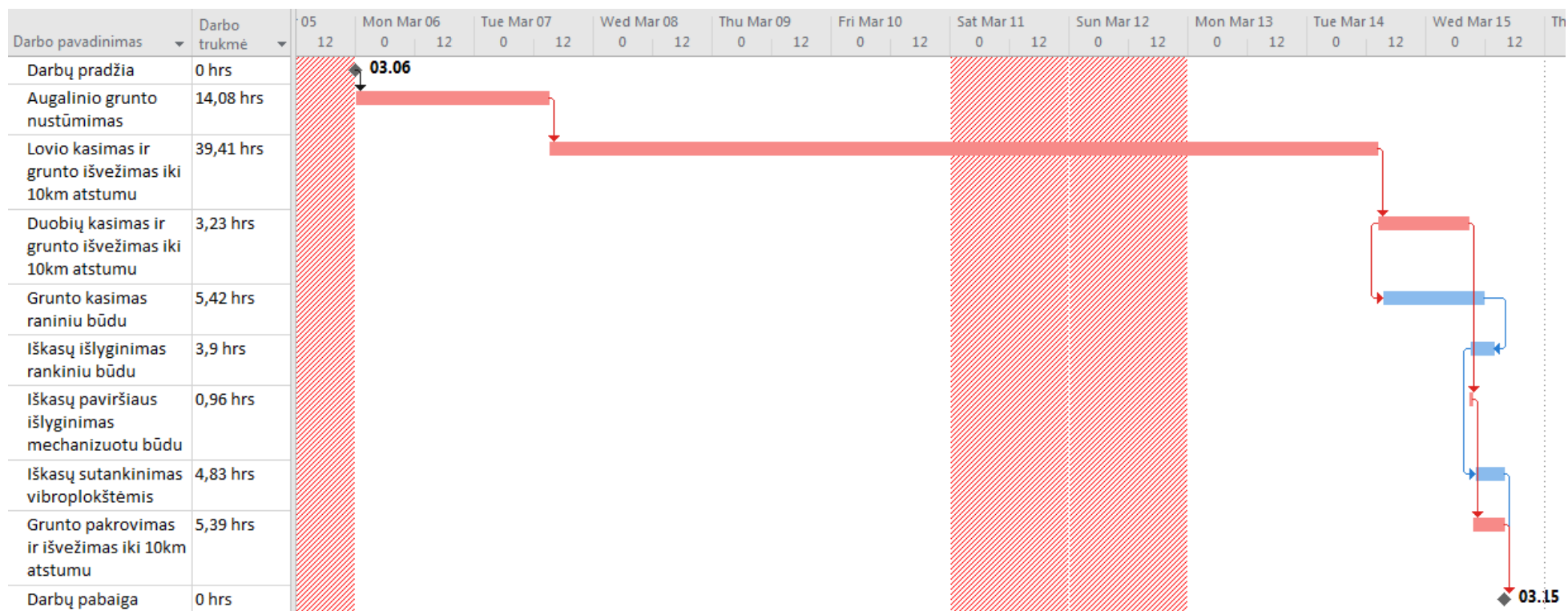
Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	K9-2-1	1000 m3		1075,00	0,563	605,23	0,00	0,00	605,23
	Buldozeris	489073	maš. val.	25	43	14,075	605,23			605,23
2	Plieninių spraustasienuų kalimas į gruntą, kai profilio ilgis 7m	T71-137	vnt		13,04	132	1720,62	36,30	1306,80	377,52
	Darbo jėga	10400	žm. val.	0,055	5,000	7,26	36,3	36,3		
	Ekskavatorius	489158	maš. val.	0,055	40	7,26	290,4			290,4
	Špantakalė ekskavatoriui	481111	maš. val.	0,055	12	7,26	87,12			87,12
	Plieniniai spraustasieniai	524116	t	0,495	20	65,34	1306,8		1306,8	
3	Lovio kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		4560,00	2,153	9817,68	645,90	0,00	9171,78
	Darbo jėga	10510	žm. val.	60	5	129,18	645,9	645,9		
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	30	40	64,59	2583,6			2583,6
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	90	34	193,77	6588,18			6588,18
4	Duobių kasimas ir grunto išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		3717,00	0,173	643,05	0,00	0,00	643,05
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	31,5	40	5,4495	217,98			217,98
	3D įranga	481111	maš. val.	31,5	10	5,4495	54,5			54,5
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	63	34	10,899	370,57			370,57
5	Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	1,9	123,50	47,50	0,00	76,00
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	9,5	47,5	47,5		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	9,5	76			76
6	Plieninių spraustasienuų ištraukimas iš grunto	T71-137	vnt		2,00	132	263,34	23,10	0,00	240,24
	Darbo jėga	10400	žm. val.	0,035	5,000	4,62	23,1	23,1		
	Ekskavatorius	489158	maš. val.	0,035	40	4,62	184,8			184,8
	Špantakalė ekskavatoriui	481111	maš. val.	0,035	12	4,62	55,44			55,44
7	Grunto pakrovimas ir išvežimas iki 10km atstumu	K7-2-10	1000 m3		2700,00	0,431	1163,70	0,00	0,00	1163,70
	Ekskavatorius	489062	maš. val.	25	40	10,775	431			431
	Savivartis 14t	459010	maš. val.	50	34	21,55	732,7			732,7
8	Pamatų užpylimas atsivežtiniu gruntu, nustumiant buldozeriu	K9-12-2	1000 m3		7.346,00	-0,474	-3482,00	-56,88	-3180,54	-244,58
	Darbo jėga	10600	žm. val.	24	5,000	-	-56,88	-56,88		
	Buldozeris	489074	maš. val.	12	43	-5,688	-244,58			-244,58
	Smėlis	111111	m3	1220	5,5	-	-3180,54		-3180,54	
						578,28				
9	Grunto sutankinimas vibroplokštėmis	N1-381-1	100 m3		65,00	-4,74	-308,10	-118,50	0,00	-189,60
	Darbo jėga	10340	žm. val.	5	5	-23,7	-118,5	-118,5		
	Vibroplokštė	489197	maš. val.	5	8	-23,7	-189,6			-189,6
Iš viso #1							10.547,02 €	577,42	-1873,74	11843,34
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai								46,19 €	8,0%	
Papildomų medžiagų vertė							-56,21 €		3,0%	
Papildomų mechanizmų vertė							355,30 €			3,0%
Soc. draudimas							193,20 €	30,98%		
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)							11.085,50 €	816,81	-1929,95	12198,64

Statybvietės išlaidos	997,69 €	9,00%	9,00%	9,00%
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)	12.083,19 €	890,32	-2103,65	13296,52
Indeksas		1,00	1,00	1,00
Po indeksacijos iš viso	12.083,19 €	890,32	-2103,65	13296,52
Pridėtinės išlaidos	187,08 €	30,00%		
Pelnas	613,52 €	5,0%	5,0%	5,0%
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)	12.883,79 €	1131,27	-2208,83	13961,35
PVM	2.705,60 €	21%	21%	21%
Iš viso #5 (kaina su PVM)	15.589,39 €	1368,84	-2672,68	16893,23

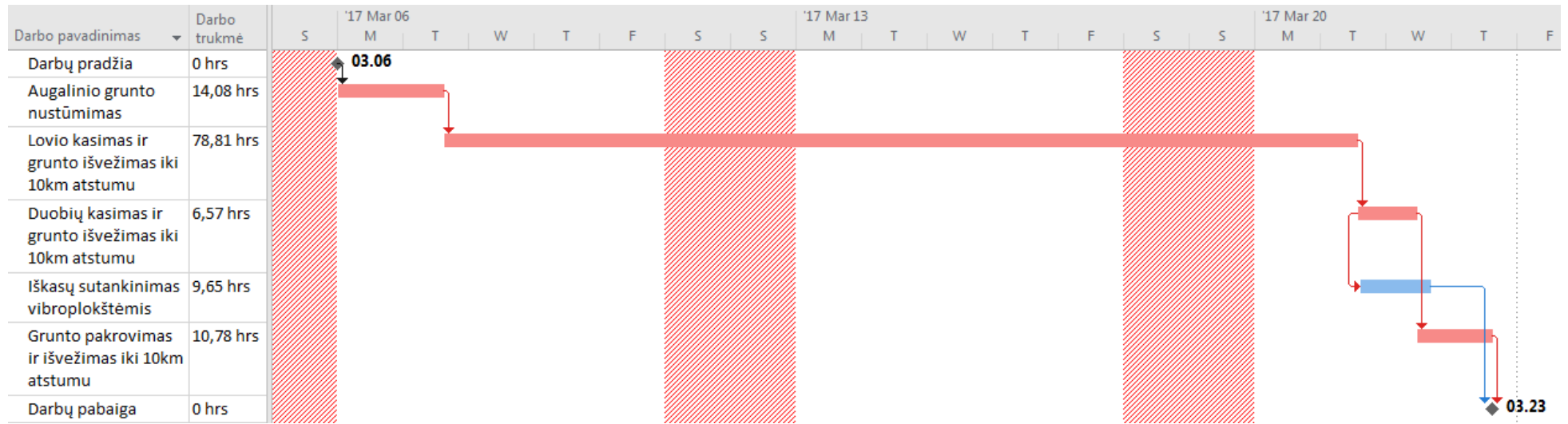
7 priedas. A₁ varianto kalendorinis darbų grafikas.



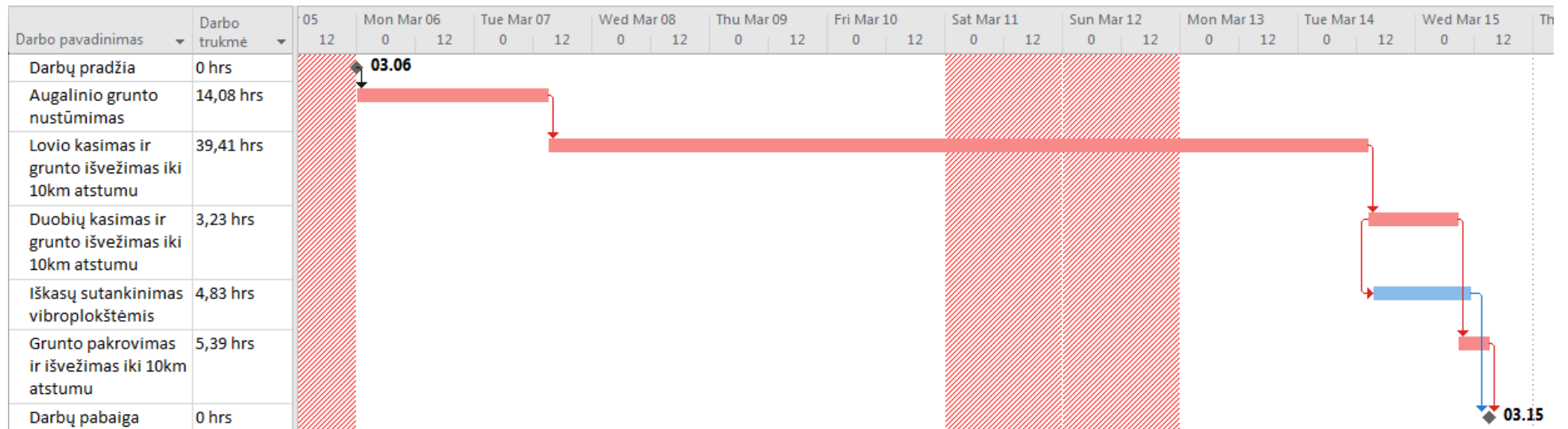
8 priedas. A₂ varianto kalendorinis darbų grafikas.



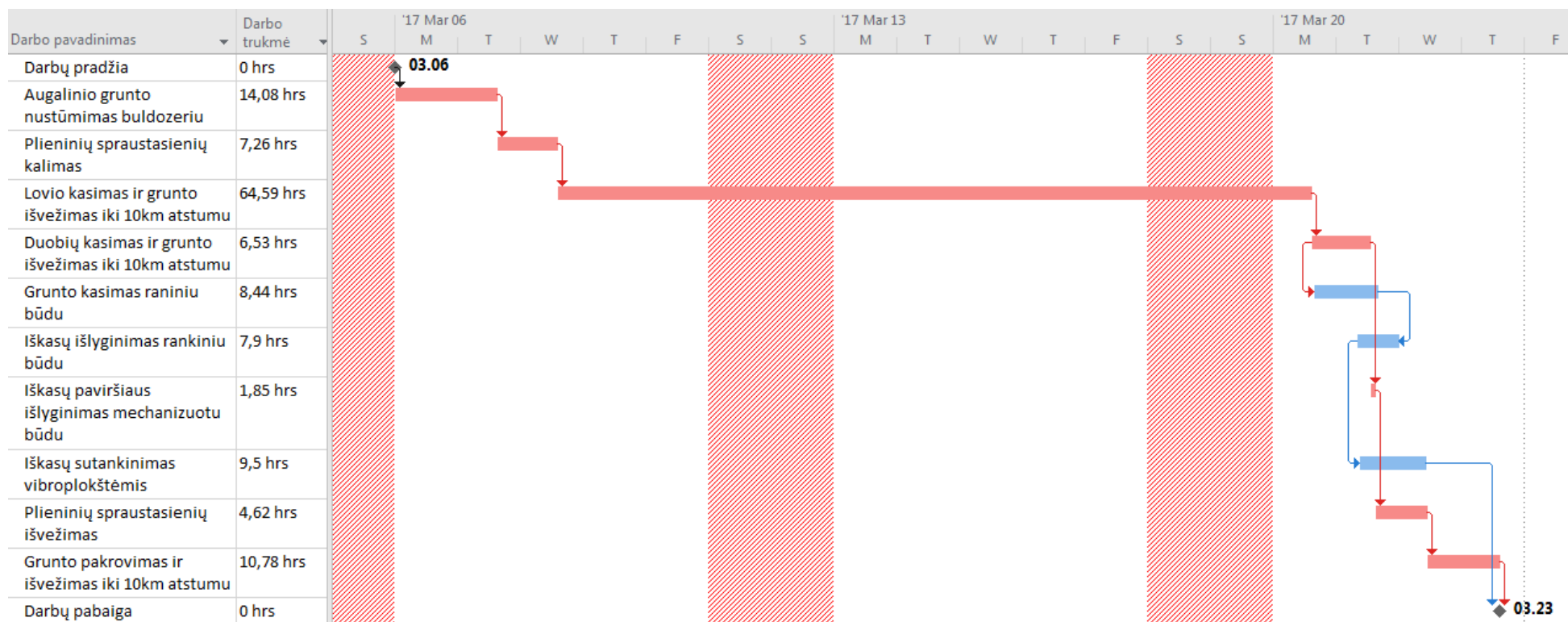
9 priedas. A₃ varianto kalendorinis darbų grafikas.



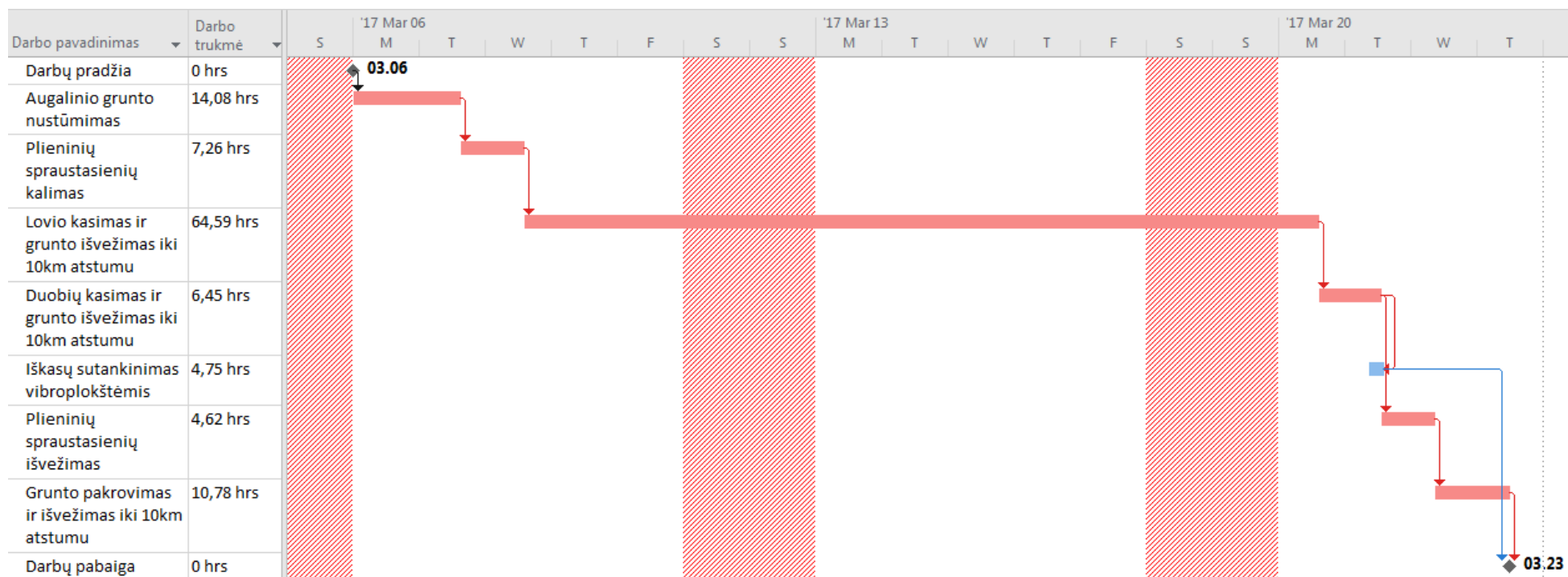
10 priedas. A₄ varianto kalendorinis darbų grafikas.



11 priedas. A₅ varianto kalendorinis darbų grafikas.



12 priedas. A₆ varianto kalendorinis darbų grafikas.



13 priedas. A₂ variantu planuojamų išdirbio normų apskaičiavimas.

Proceso (darbo) pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos			Mašinų poreikis		Darbininkų poreikis			Darbo trukmė, val	Normų įvykdymas, N %		
	Darbo matav. vnt.	Kiekis	Norminės, tn		Planuojamos	Tipas	Skaičius val.	Brigados sudėtis	Skaičius	Pamainų skaičius, a			Norminė, Tn	Planuojama, Tp
			žm. val.	maš. val.										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	14,08	11	Buldozeris	1	1 mechanizatorius	1	1	14,08	11	128,0	
Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,627	157,62	78,81	62	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai, 4 darbuotojai	2	1	39,41	31	127,1	
				236,43		Savivartis	6	6 mechanizatoriai	6					
Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,146	13,14	6,57	6	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai, 4 darbuotojai	2	1	3,29	3	109,5	
				13,14		Savivartis	4	4 mechanizatoriai	4					
Grunto kasimas raniniu būdu	100 m ³	0,26	32,50	-	30	-	-	6 darbuotojai	6	1	5,42	5	108,3	
Iškasų išlyginimas rankiniu būdu	100 m ²	2,60	7,80	-	7	-	-	2 darbuotojai	2	1	3,90	3,5	111,4	
Iškasų paviršiaus išlyginimas mechanizuotu būdu	1000 m ²	0,383	-	1,92	1,5	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai	2	1	0,96	0,75	128,0	
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	1,93	9,65	9,65	8	Vibroplokštė	2	2 darbuotojai	2	1	4,83	4	120,6	
Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	10,78	8	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai	2	1	5,39	4	134,8	
				21,55		Savivartis	4	4 mechanizatoriai	4					

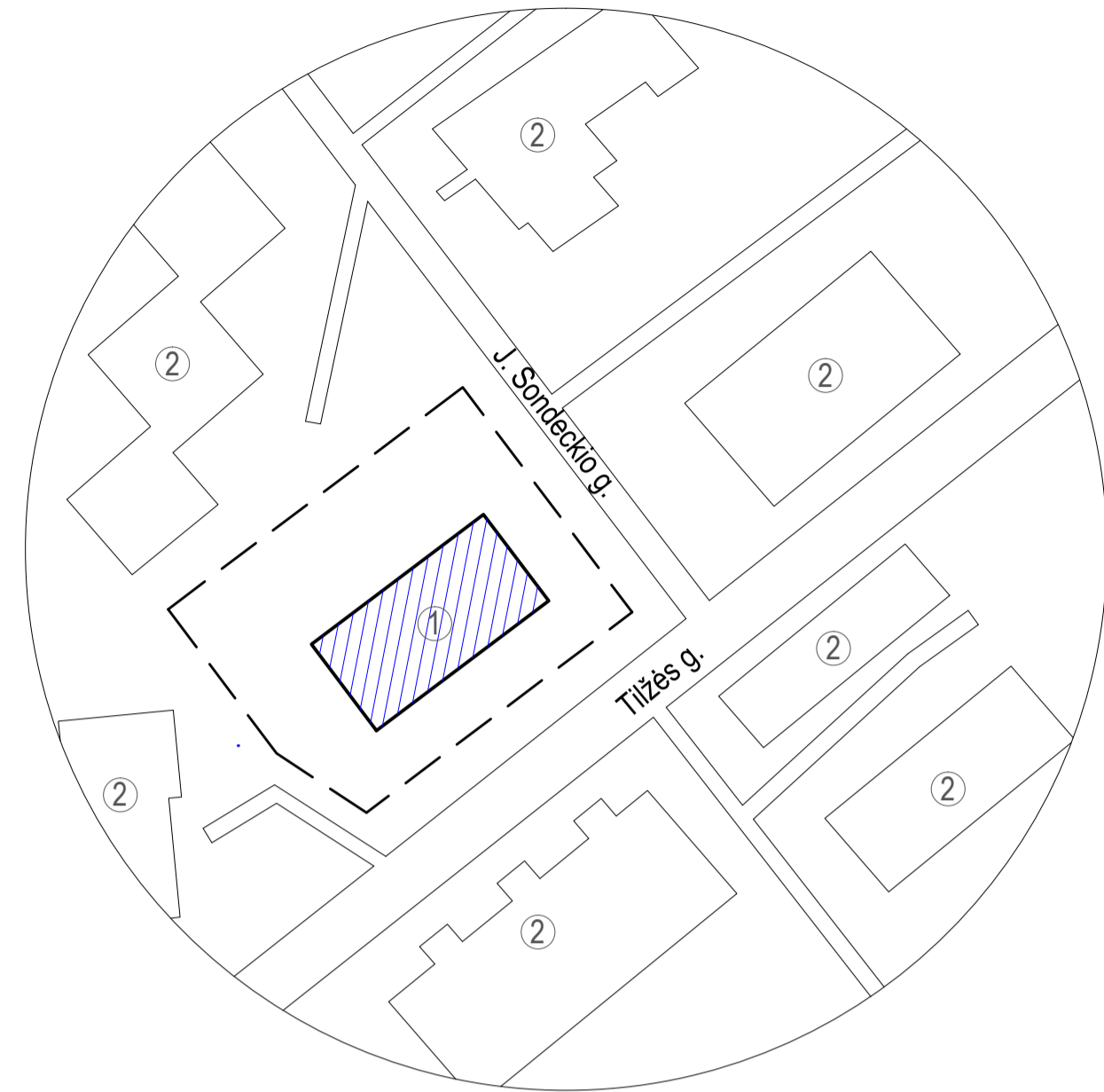
14 priedas. A₄ variantu planuojamų išdirbio normų apskaičiavimas.

Proceso (darbo) pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos			Mašinų poreikis		Darbininkų poreikis		Pamainų skaičius, a	Darbo trukmė, val		Normų įvykdymas, N %
	Darbo mat. vnt.	Kiekis	Norminės, tn		Planuojamos	Tipas	Skaičius val.	Brigados sudėtis	Skaičius pamainoje, n		Norminė, Tn	Planuojama, Tp	
			žm. val.	maš. val.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Augalinio grunto nustumimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	14,08	11	Buldozeris	1	1 mechanizatorius	1	1	14,08	11	128,0
Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,627	157,62	78,81	62	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai, 4 darbuotojai	2	1	39,41	31	127,1
				236,43		Savivartis	6	6 mechanizatoriai	6				
Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,172	-	5,42	4	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai	2	1	2,71	2	135,5
				10,84		Savivartis	4	4 mechanizatoriai	4				
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	1,93	9,65	9,65	8	Vibroplokštė	2	2 darbuotojai	2	1	4,83	4	120,6
Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	10,78	8	Ekskavatorius	2	2 mechanizatoriai	2	1	5,39	4	134,8
				21,55		Savivartis	4	4 mechanizatoriai	4				

15 priedas. A₆ variantu planuojamų išdirbio normų apskaičiavimas.

Proceso (darbo) pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos			Mašinų poreikis		Darbininkų poreikis		Pamainų skaičius, a	Darbo trukmė, val		Normų įvykdymas, N %
	Darbo mato vnt.	Kiekis	Norminės, tn		Planuojamos	Tipas	Skaičius val.	Brigados sudėtis	Skaičius pamainoje, n		Norminė, Tn	Planuojama, Tp	
			žm. val.	maš. val.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Augalinio grunto nustūmimas buldozeriu	1000 m ³	0,563	-	14,08	11	Buldozeris	1	1 mechanizatorius	1	1	14,08	11	128,0
Plieninių sprastasienu kalimas į gruntą	vnt	132	7,26	7,26	6	Ekskavatorius	1	1 mechanizatorius, 1 darbuotojas	1	1	7,26	6	121,0
Lovio kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	2,153	129,18	64,59	50	Ekskavatorius	1	1 mechanizatorius, 2 darbuotojai	1	1	64,59	50	129,2
				193,77		Savivartis	3	3 mechanizatoriai	3				
Duobių kasimas ir grunto išvežimas	1000 m ³	0,173	-	5,45	4	Ekskavatorius	1	1 mechanizatorius	1	1	5,45	4	136,3
				10,90		Savivartis	2	2 mechanizatoriai	2				
Iškasų sutankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	1,90	9,50	9,50	8	Vibroplokštė	2	2 darbuotojai	2	1	4,75	4	118,8
Plieninių sprastasienu ištraukimas iš grunto	vnt	132	4,62	4,62	4	Ekskavatorius	1	1 mechanizatorius, 1 darbuotojas	1	1	4,62	4	115,5
Grunto pakrovimas ir išvežimas	1000 m ³	0,431	-	10,78	8	Ekskavatorius	1	1 mechanizatorius	1	1	10,78	8	134,8
				21,55		Savivartis	2	2 mechanizatoriai	2				

SITUACIJOS PLANAS
MASTELIS 1:1000

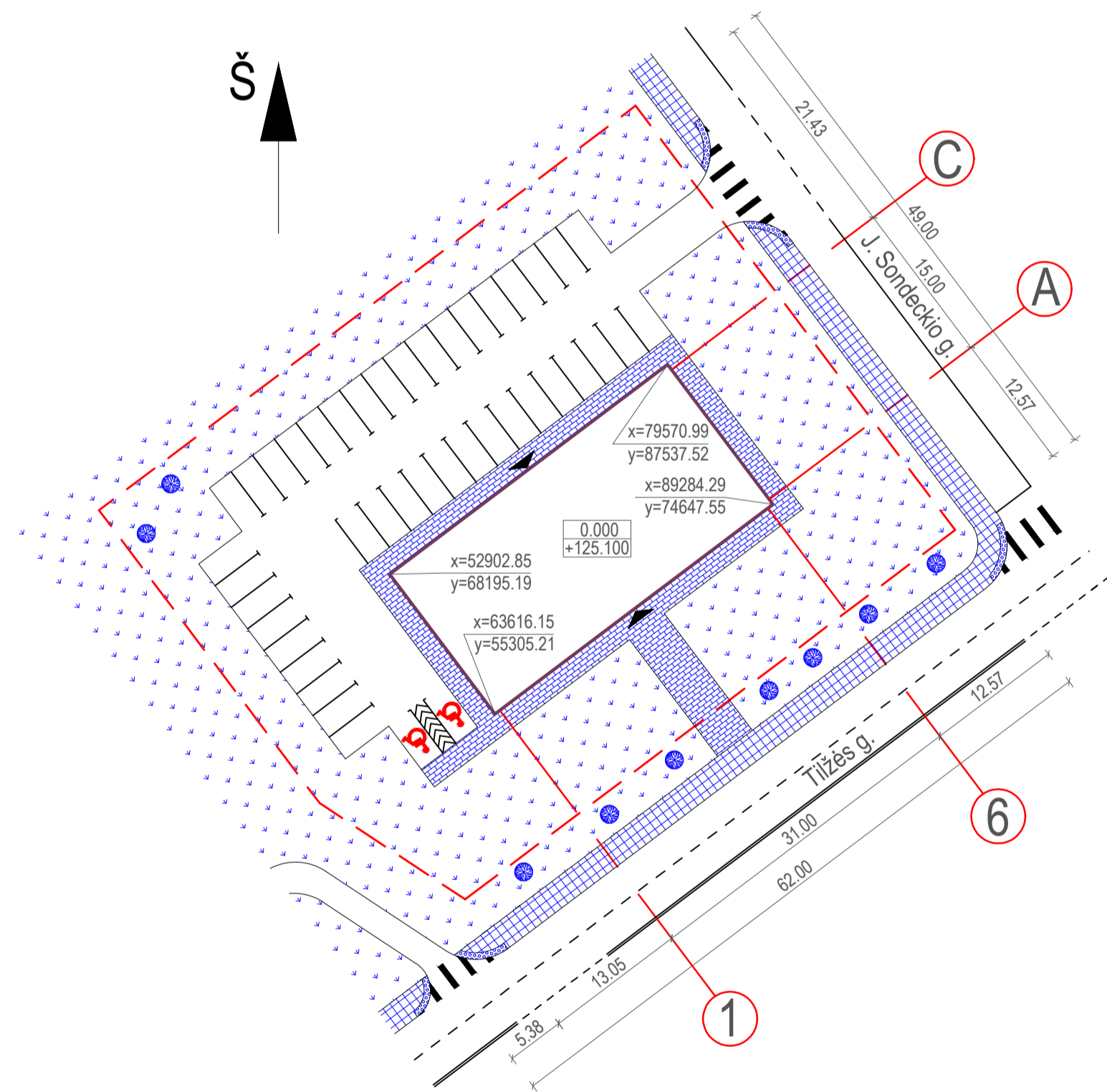


Eksplikacija	
Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Projektuojamas pastatas
2	Gretimi pastatai

Sutartiniai žymėjimai

- Sklypo riba
- Projektuojamas pastatas

SKLYPO PLANAS
MASTELIS 1:500

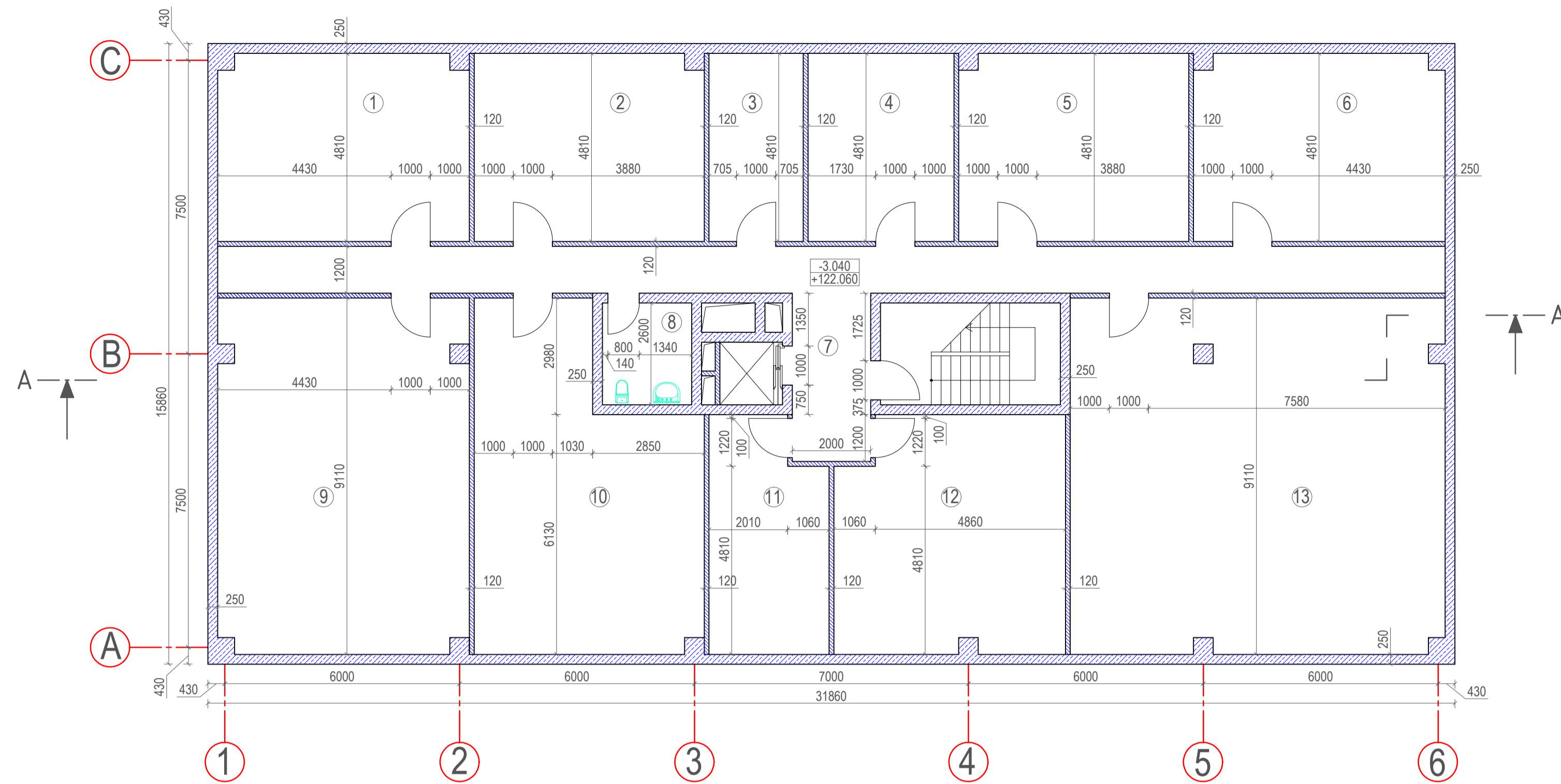


Bendrieji statinio rodikliai		
Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
I. SKLYPAS		
1. Sklypo plotas	m ²	2997.26
2. Veja	m ²	1335.00
3. Asfalto danga	m ²	883.38
4. Trinkelių danga	m ²	260.14
5. Sklypo užstatymo intensyvumas	%	64
6. Sklypo užstatymo tankumas	%	17
II. PASTATAS		
1. Pastato bendras plotas	m ²	518.74
2. Pastato tūris	m ³	7822.60
3. Aukštų skaičius	vnt.	4
4. Pastato aukštis	m	15.08

Sutartiniai žymėjimai

- Sklypo riba
- Veja
- Horizontalusis ženklavimas
- Žmonių su negalia parkingas
- Žmonių su negalia išlaipinimo vieta
- Įėjimas/išėjimas
- Betoninių trinkelų danga
- Betoninių plytelių danga
- Neregijų vedimo trinkelės
- Medis
- Pėsčiųjų perėja

RŪSIO PLANAS
MASTELIS 1:100

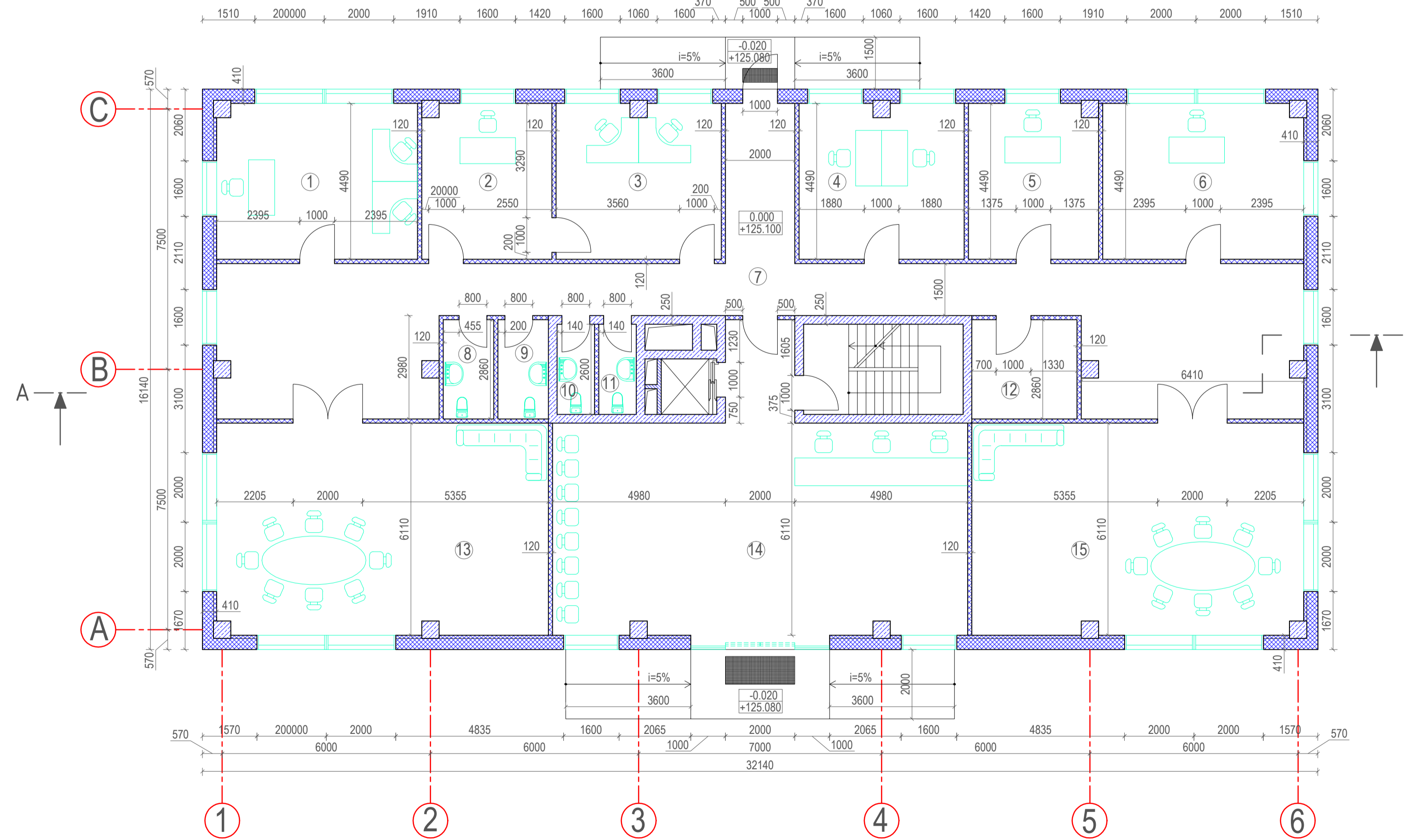


Patalpų eksplikacija		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
1	Archyvavimo patalpos	30,53
2	Archyvavimo patalpos	28,07
3	Elektros skydinė	11,59
4	Serverinė	17,94
5	Sandėlys	28,07
6	Sandėlys	30,53
7	Koridorius	46,23
8	Sanitarinis mazgas	5,93
9	Archyvavimo patalpos	57,71
10	Vandens įvadas	44,86
11	Šiurumos punktas	17,42
12	Sandėlys	34,68
13	Archyvavimo patalpos	86,41
Viso:		439,97

Sutartiniai žymėjimai

- Gelžbetonis
- Mūras

PIRMO AUKŠTO PLANAS
MASTELIS 1:100



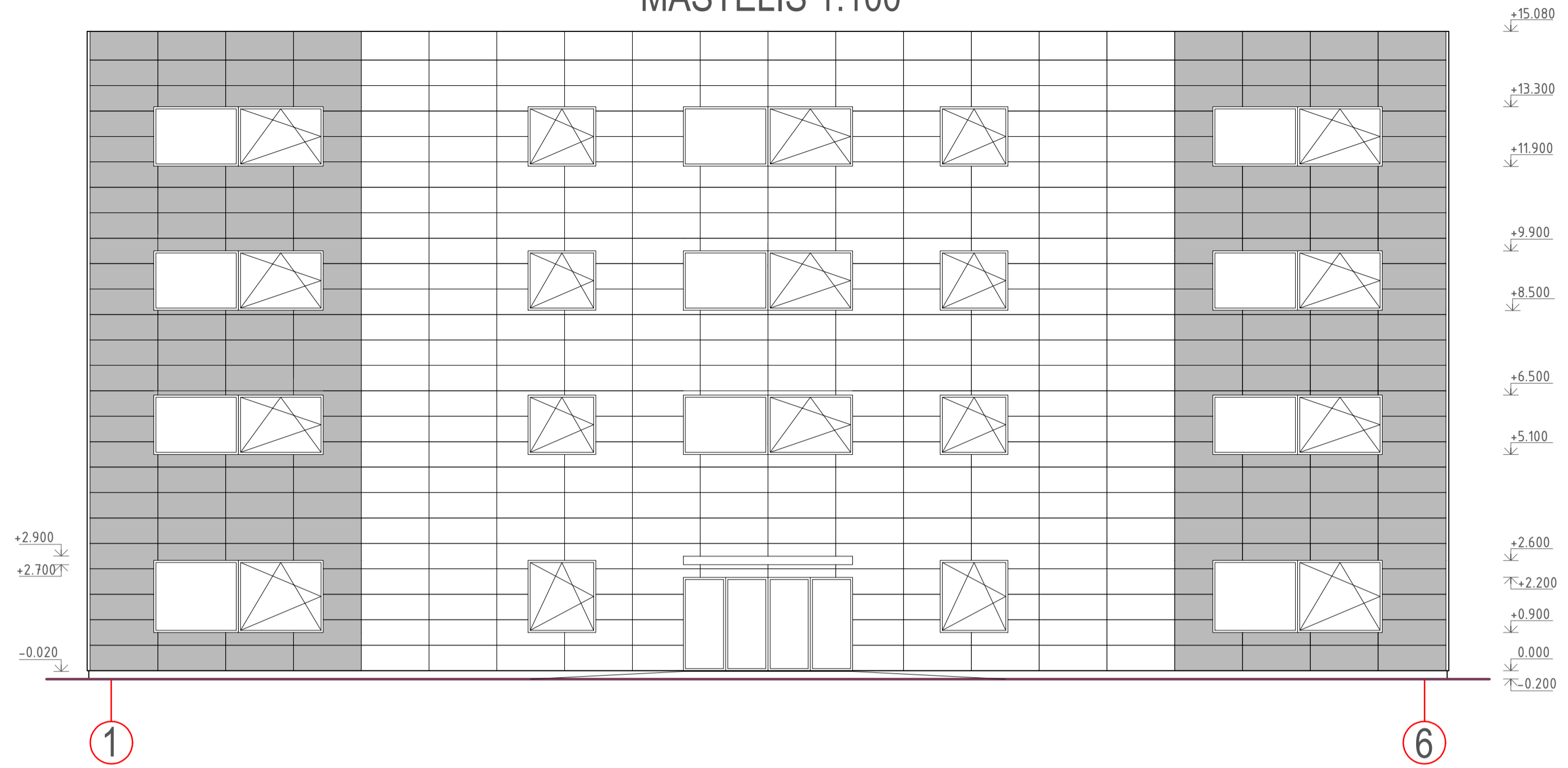
Patalpų eksplikacija		
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
1	Biuras	25,83
2	Biuras	16,63
3	Biuras	21,17
4	Biuras	21,17
5	Biuras	16,63
6	Biuras	25,83
7	Koridorius	84,27
8	Sanitarinis mazgas	4,16
9	Sanitarinis mazgas	4,16
10	Sanitarinis mazgas	2,81
11	Sanitarinis mazgas	2,81
12	Sandėlys	8,67
13	Konferencijų salė	58,04
14	Laukiamasis	78,63
15	Konferencijų salė	58,04
Viso:		428,85

Sutartiniai žymėjimai

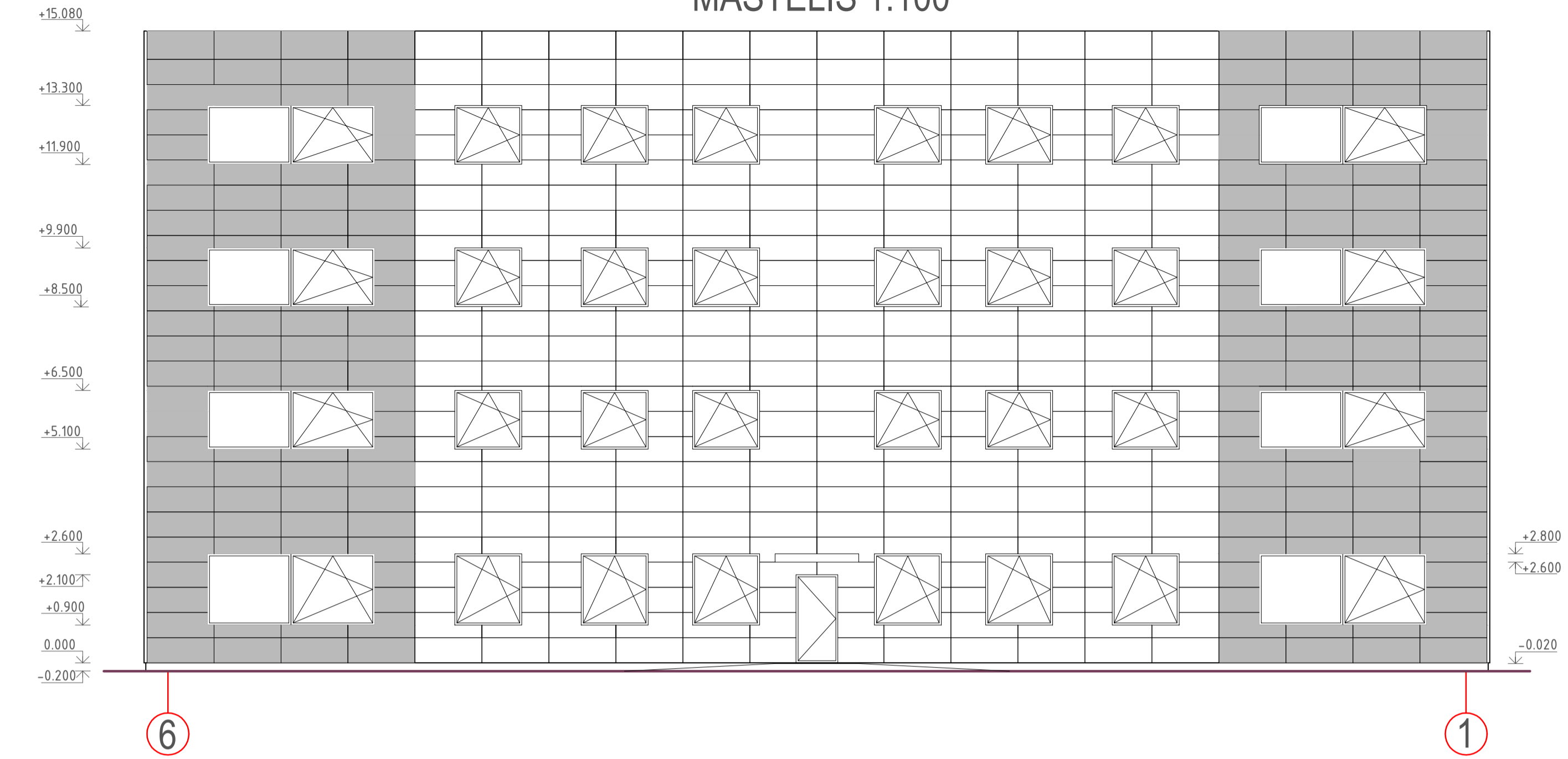
- Gelžbetonis
- Mūras
- Gipskartonio pertvara
- Išorinė siena

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SSM - 5	Studentas A. Jonėlis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas
	Vadovas V. Medelienė	
	Konsult. G. Šukailytė	
Pr. etapas	Grafinių darbų katedra	Situacijos planas, sklypo planas, rūsio planas, pirmo aukšto planas
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	2016-MBD-ST
		Lapas Lapų
		1 7

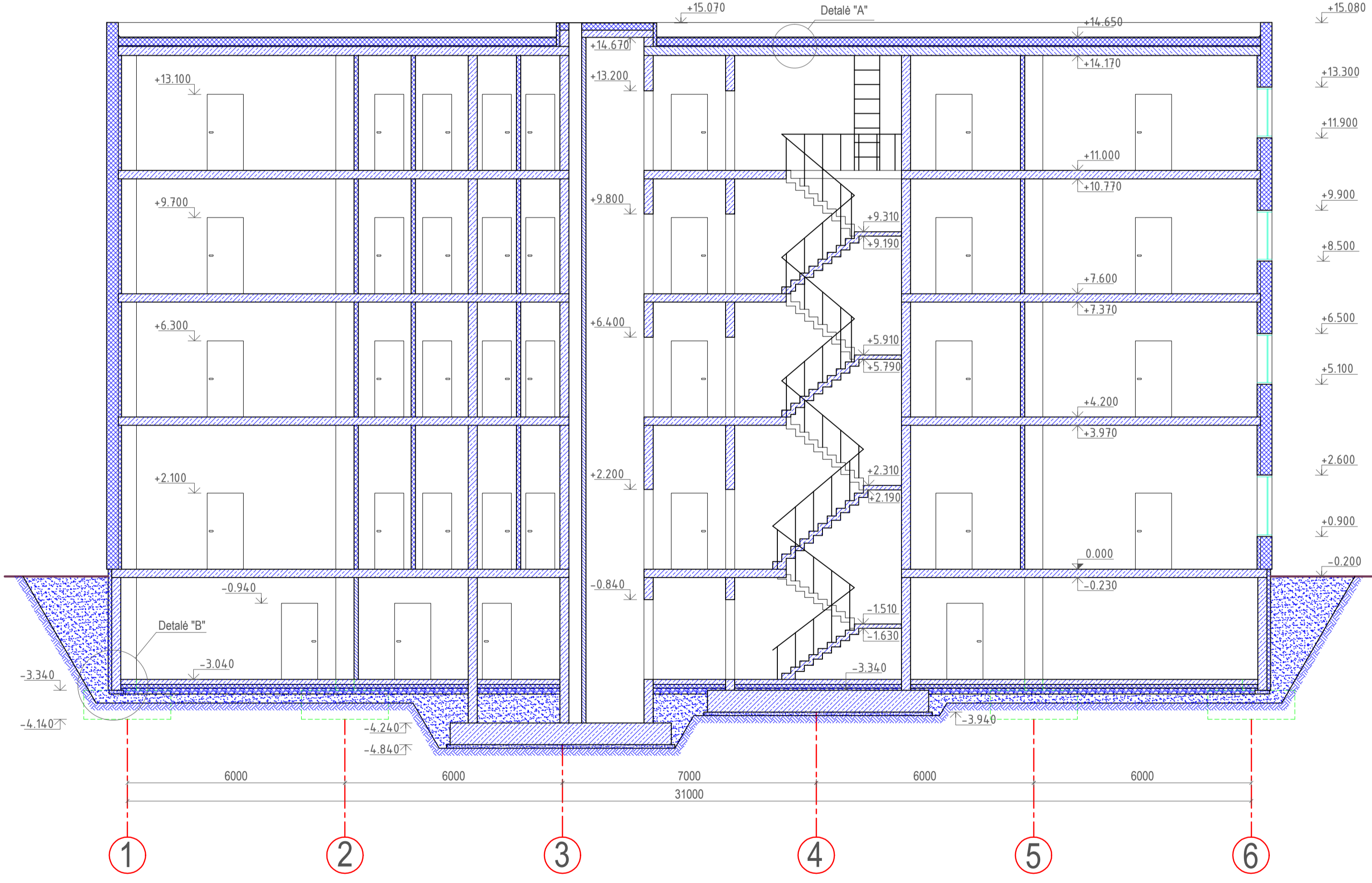
FASADAS 1-6
MASTELIS 1:100



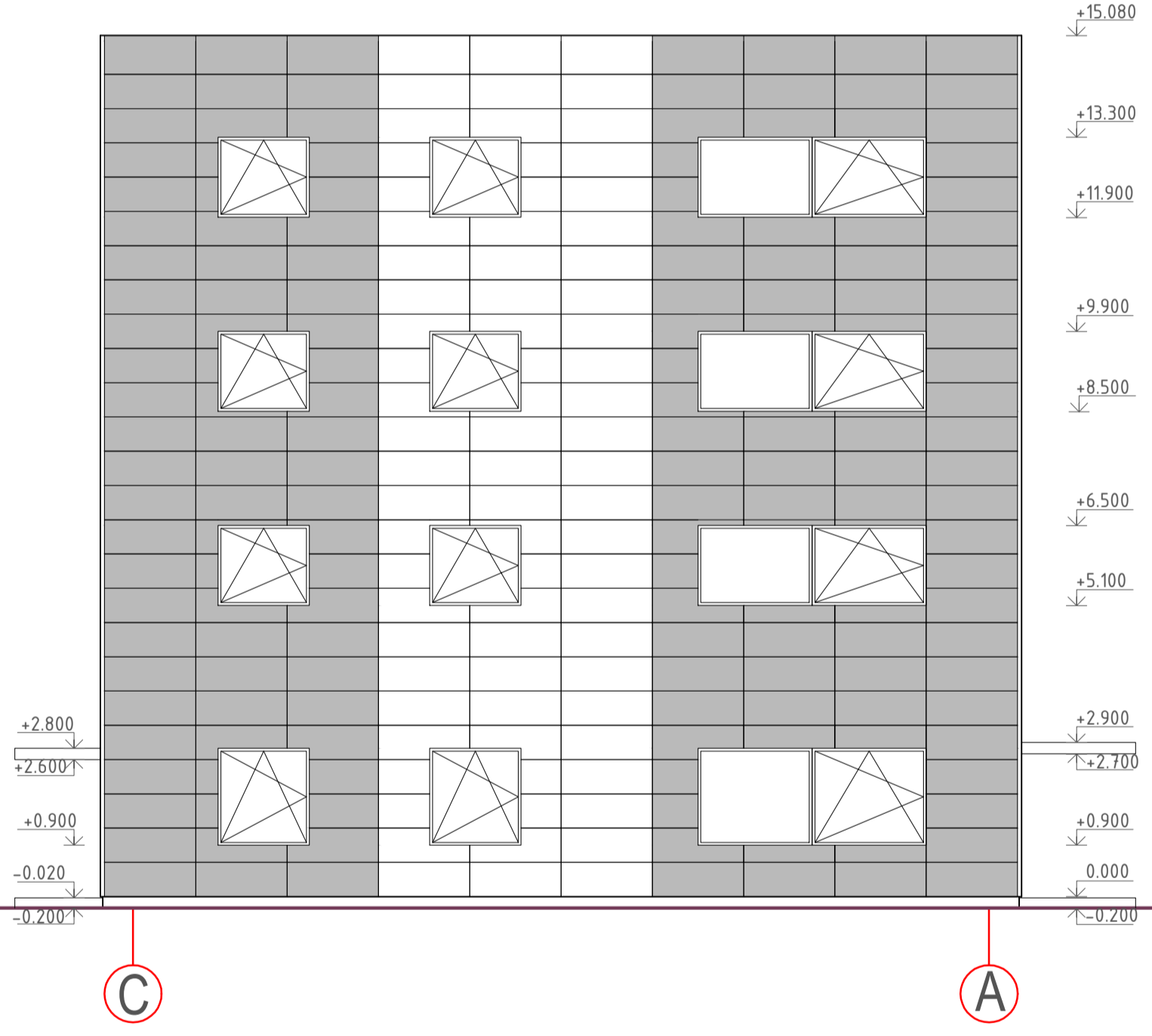
FASADAS 6-1
MASTELIS 1:100



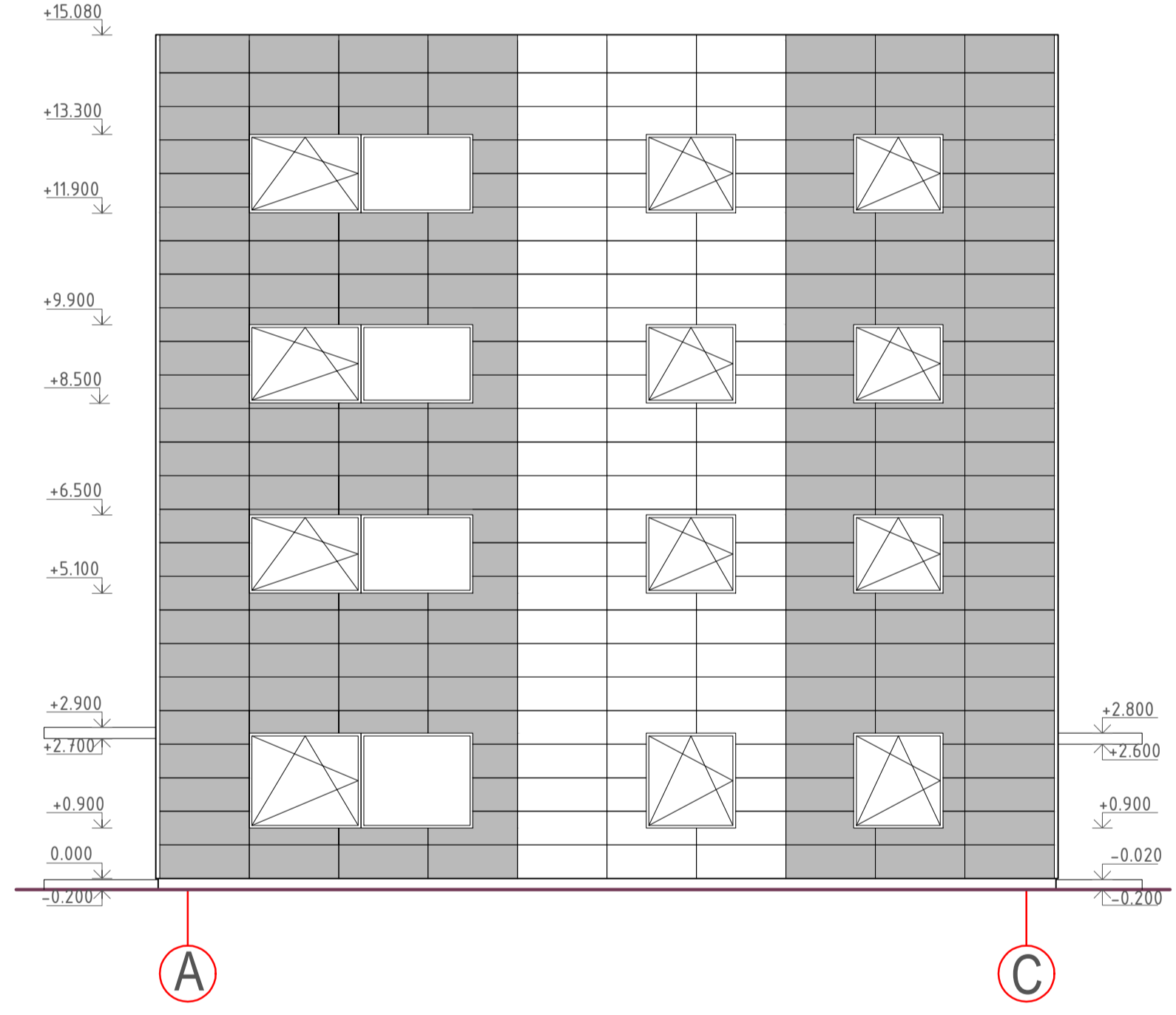
PJŪVIS A-A
MASTELIS 1:100



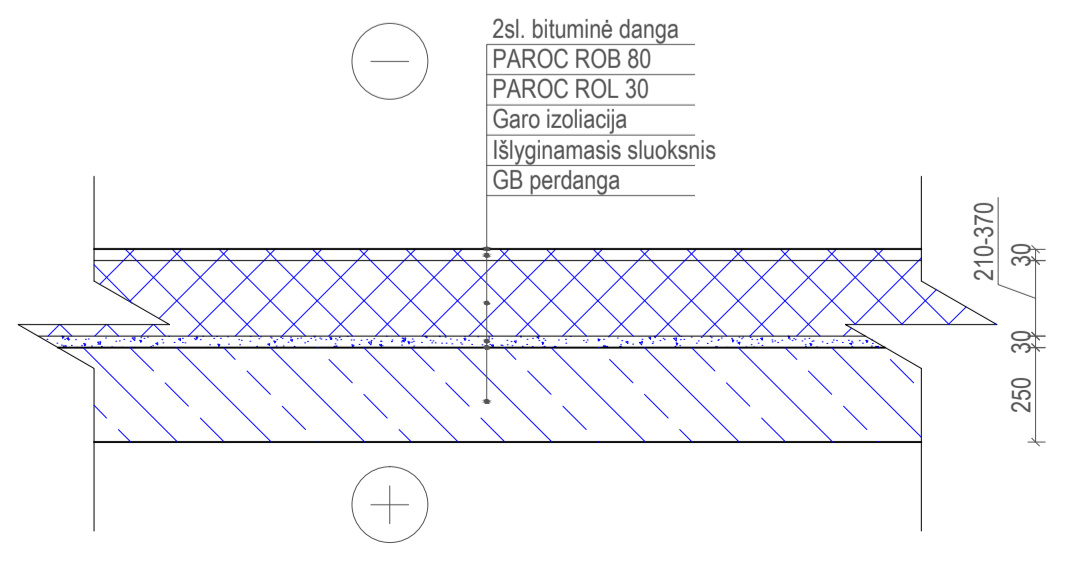
FASADAS C-A
MASTELIS 1:100



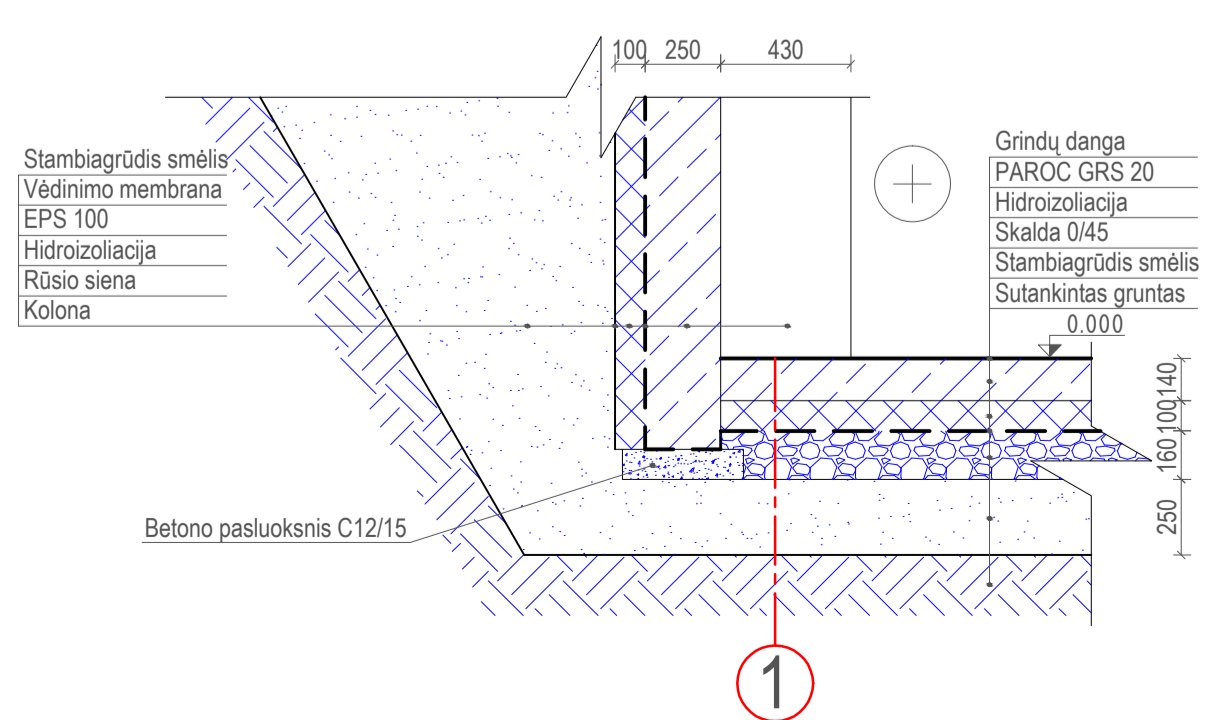
FASADAS A-C
MASTELIS 1:100



DETALĖ "A"
MASTELIS 1:20



DETALĖ "B"
MASTELIS 1:25



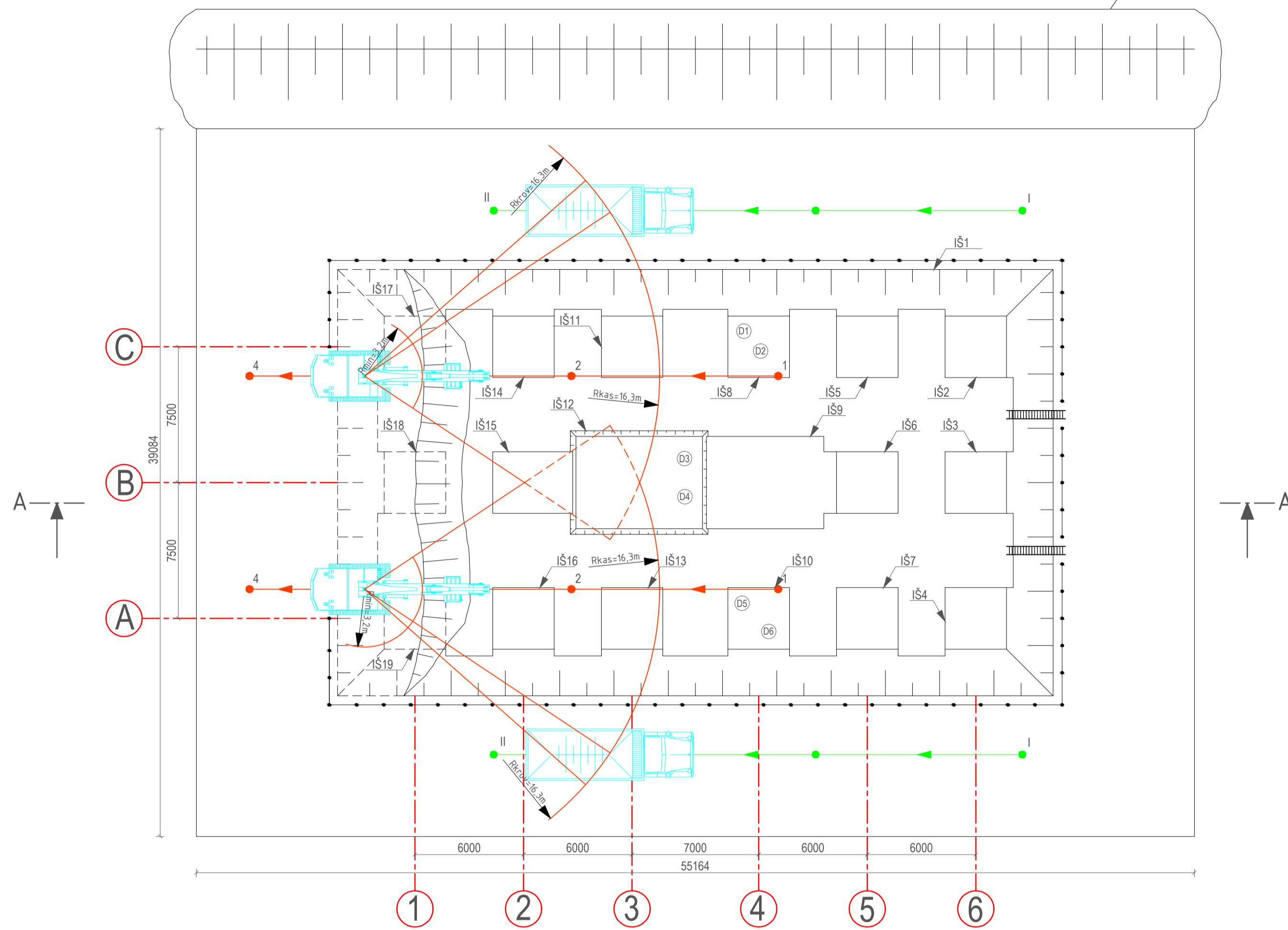
Spalviniai sprendimai

- RAL 9001
- RAL 7032
- RAL 9001

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas	A. Jonėkis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vadovas	V. Medelienė	Laida	
	Konsult.	G. Šukailytė	Fasadai, Pjūvis A-A, konstrukcinės detalės	
			0	
Pr etapas	Grafinių darbų katedra		Lapas Lapų	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2016-MBD-ST	
			2 7	

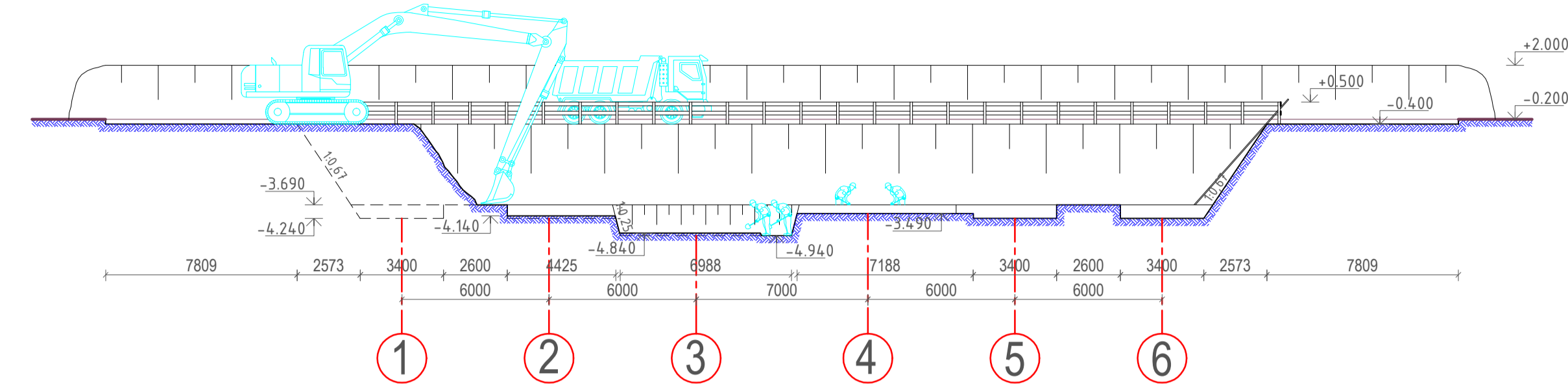
I METODO ŽEMĖS DARBŲ TECHNOLOGINĖ SCHEMA

Augalinio sluoksnio sandėliavimo vieta

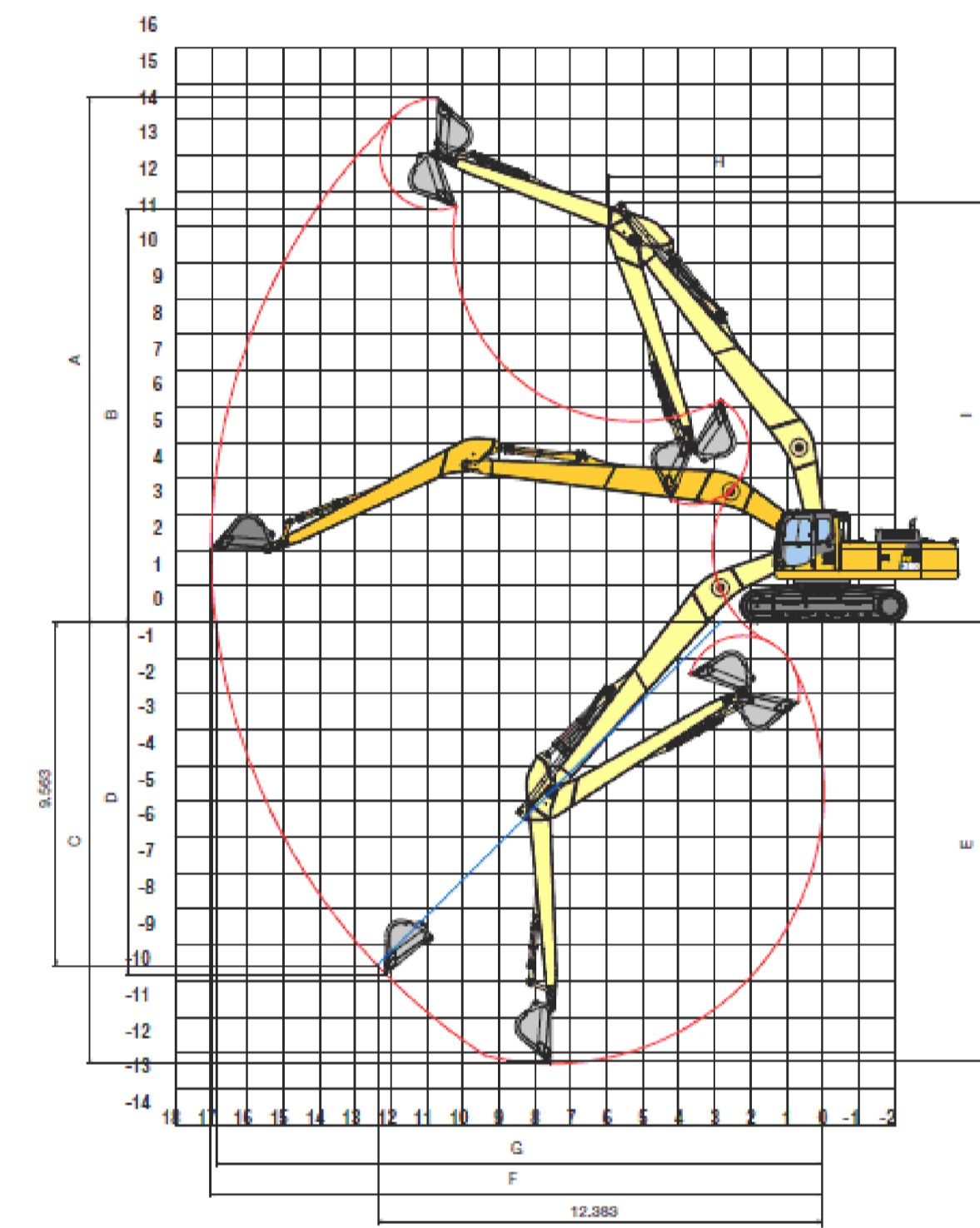


- Sutartiniai žymėjimai:**
- 1...4 Ekskavatoriaus stovėjimo vietos
 - I..II Savivarčio judėjimo kelias
 - IŠ1..IŠ19 Duobių kasimo eiliškumas
 - D Darbuotojai
 - Ekskavatoriaus judėjimo kryptis
 - Savivarčio judėjimo kryptis
 - - - - - Neiškastų tranšėjų ribos
 - ~ Plieninių sprausstasielių sienutė
 - ▬ Apsauginė tvorelė
 - ▨ Kopėčios

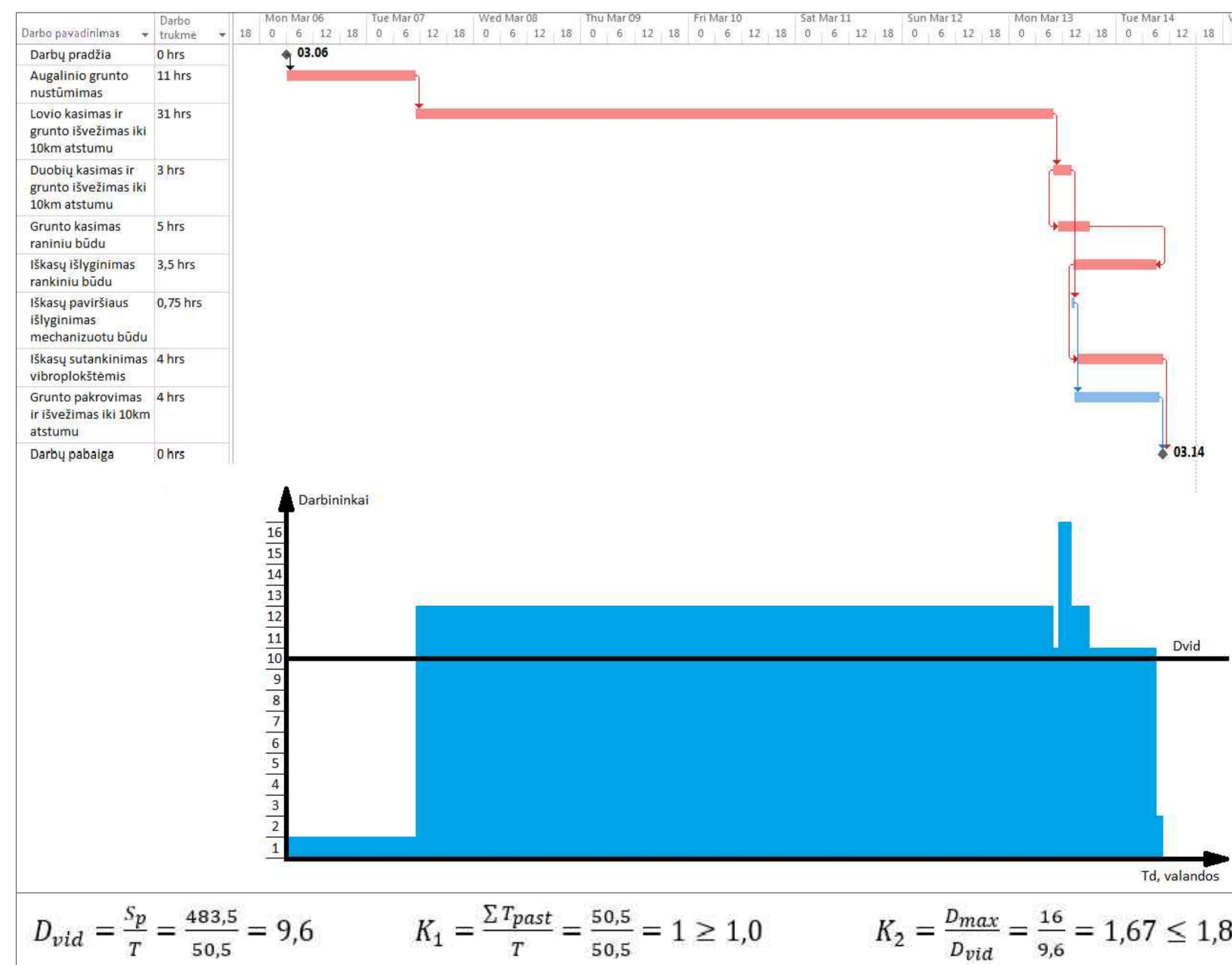
PJŪVIS A-A MASTELIS 1:200



EKSKAVATORIAUS STRĖLĖS SIEKIO GRAFIKAS



KALENDORINIS ŽEMĖS DARBŲ ATLIKIMO IR DARBININKŲ POREIKIO GRAFIKAS



TECHNINIAI EKONOMINIAI RODIKLIAI			
Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	Rodiklio dydis
1	Planuojamos darbo sąnaudos	žm. val.	604,14
2	Planuojamas išdirbio normų vykdymas	%	125
3	Faktinė statybos trukmė	valandos	50,5
4	Maksimalus darbininkų skaičius	vnt.	16
5	Lyginamosios (norminės) darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	žm. val.	483,5
6	Mechanizmų darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	maš. val.	310,5

MECHANIZMŲ IR INSTRUMENTŲ POREIKIŲ LENTELĖ			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Markė	Kiekis
1	Buldozeris	Komatsu D61EX	1
2	Ekskavatorius	Komatsu PC 200 LC-8	2
3	Savivartis	Scania G440	6
4	Vibroplokštė	Weber CR1 HD	2
5	Nivelyras	Leica runner 24	1
6	Nivelyro liniuotė	-	1
7	Ruletė	-	2
8	Kastuvas	-	16
9	Šalmas	-	16
10	Liemenė	-	16
11	Pirštinės	-	16

BULDOZERIO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Komatsu D61EX
1	Variklio galia, kW	125
2	Verstuvo ilgis, mm	3275
3	Verstuvo aukštis, mm	1200

SAVIVARČIŲ TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Scania G440
1	Keliamoji galia, t	18
2	Kėbulo talpa, m³	12
3	Savasis svoris, t	25,5

NURODYMAI DARBO SAUGAI

- Pradėti darbus galima tik susipažinus su darbų sauga;
- Visi darbuotojai turi būti aprūpinti spec. drabužiais, spec. avalyne ir apsauginėmis priemonėmis. Darbo įrankiai turi atitikti vykdomus darbus;
- Darbuotojai negali vartoti alkoholinių gėrimų, naudoti psichotropinių medžiagų ar būti nuo jų apsvaigę;
- Dirbant nepalankiomis sąlygomis, turi būti daromos pertraukos;
- Draudžiama dirbti arba stovėti arčiau negu 3m atstumu nuo ekskavatoriaus strėlės;
- Mechanizatorių technika turi būti techniškai tvarkinga, suremontuota. Privalomi aiškiai matomi visi signaliniai ženklai;
- Negalima privažiuoti prie iškasų arčiau, negu leidžiama normose;

TECHNOLOGINĖS KORTELĖS PRITAIKYMO SRITYS

Technologinė kortelė skirta žemės darbams. Buldozeris nustumia augalinį sluoksnį. Pagrindinė duobė kasama dvejais ilgastreliais ekskavatoriais. Ekskavatoriai vienu metu kasa ir pagrindinę ir pamatų duobes. Pamatų duobės kasamos, paliekant 10cm storį iki reikiamų altudžių. Šį sluoksnį nukasa darbuotojai rankiniu būdu. Visas iškastas gruntas kraunamas į savivarčius. Savivarčiai perteklinį gruntą išveža iš statybos aikštelės. Kuomet statybos aikštelė paruošta pamatų montavimo darbams, ekskavatorius krauna į savivarčius buldozerio sustumtą gruntą, kurie jį išveža iš statybos aikštelės į numatytą vietą.

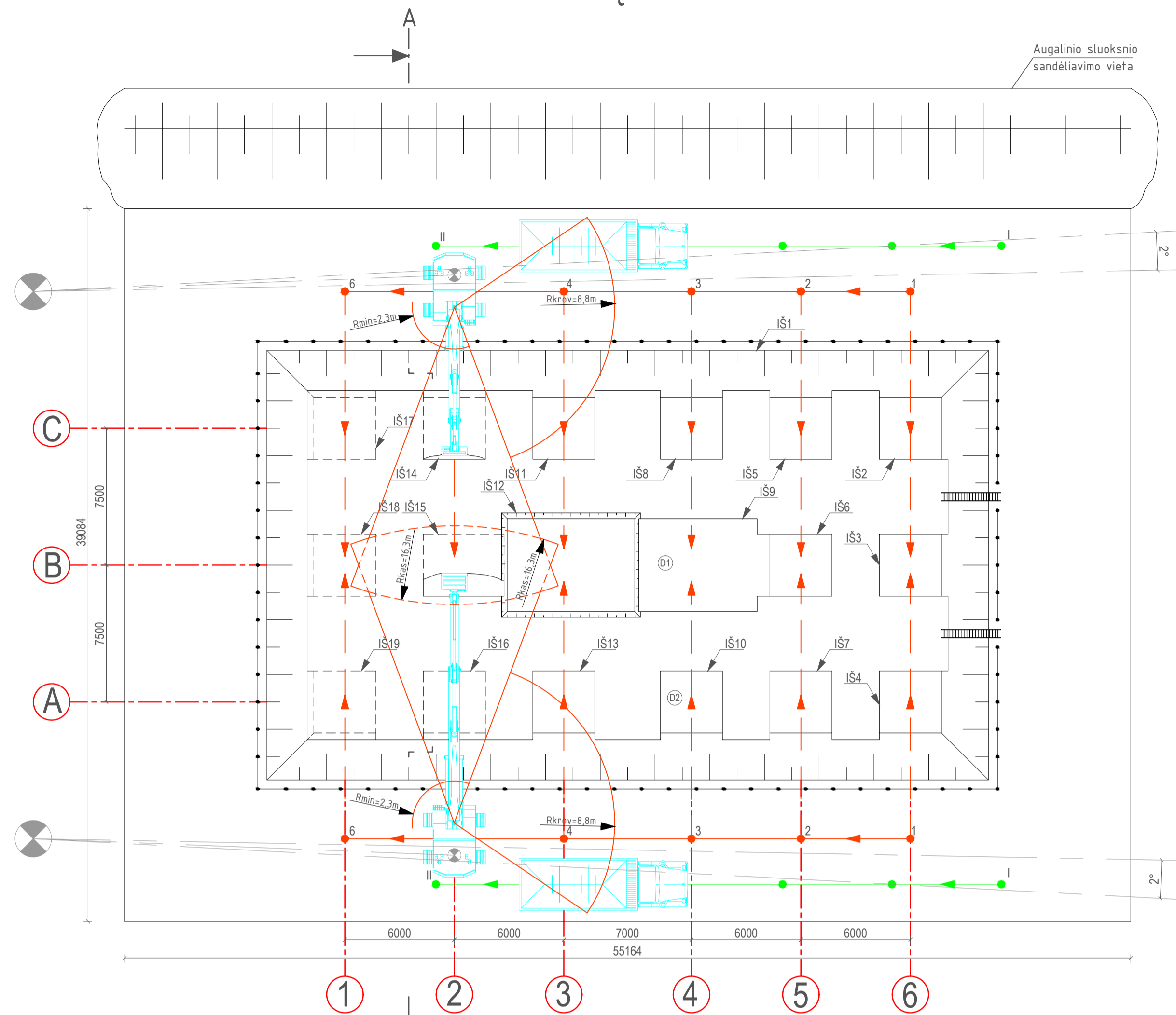
TRUMPAS TECHNOLOGINIO PROCESO APRĄŠYMAS

Buldozerio pagalba nustumiamas 20 cm storio augalinis sluoksnis. Du ekskavatoriai kasa pagrindinę duobę iki grindų lovio viršaus. Pamatų duobės kasamos tuo pačiu metu, tik paliekant 10cm storį grunto iki projekcinio aukščio. Likusį storį darbininkai iškasa rankiniu būdu. Iškasos kasamos atbuline eiga, kasant dvejais ekskavatoriais. Darbai pradunami pastato šiaurės rytų pusėje ir atliekami išilgai pastato zonos. Abiems ekskavatoriams iškasa padalinta į dvi lygias dalis. Savivarčiai turi pastoviai būti pasiruošę priimti iškastą gruntą, kad ekskavatoriai galėtų pastoviai dirbti. Savivarčiai juda šalia ekskavatorių atgaline eiga. Iškasos gruntą iki reikiamo gylio, pamatų duobės planuojamos rankiniu būdu, o grindų įrengimo plotai - mechanizuotu. Iškasos sutankinamos vibroplokštėmis. Baigus pagrindinius žemės darbus, ekskavatoriai sukrauna sustumtą augalinį sluoksnį į savivarčius, kurie jį išgabena iš statybos aikštelės.

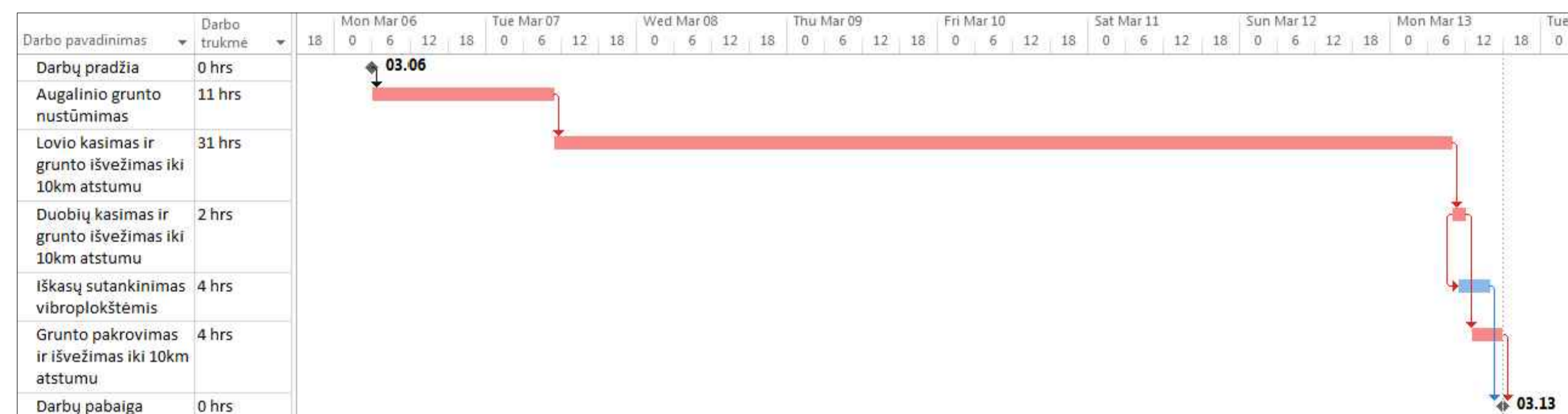
$$D_{vid} = \frac{S_p}{T} = \frac{483,5}{50,5} = 9,6 \quad K_1 = \frac{\sum T_{past}}{T} = \frac{50,5}{50,5} = 1 \geq 1,0 \quad K_2 = \frac{D_{max}}{D_{vid}} = \frac{16}{9,6} = 1,67 \leq 1,8$$

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas	A. Jonėlis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vadovas	V. Medelienė	I metodo žemės darbų technologinė schema, pjūvis A-A, kalendorinis darbų grafikas	
			Laida	0
Pr. etapas	Grafinių darbų katedra		Lapas	Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2016-MBD-ST	3 7

II METODO ŽEMĖS DARBŲ TECHNOLOGINĖ SCHEMA



KALENDORINIS ŽEMĖS DARBŲ ATLIKIMO IR DARBININKŲ POREIKIO GRAFIKAS



$$D_{vid} = \frac{S_p}{T} = \frac{427}{48} = 8,9$$

$$K_1 = \frac{\sum T_{past}}{T} = \frac{48}{48} = 1 \geq 1,0$$

$$K_2 = \frac{D_{max}}{D_{vid}} = \frac{12}{8,9} = 1,35 \leq 1,8$$

Sutartiniai žymėjimai:

- 1..6 Ekskavatoriaus stovėjimo vietos
- I..II Savivarčio judėjimo kelias
- IŠ1..IŠ19 Duobių kasimo eiliškumas
- ⊙ Darbuotojai
- ▭ Ekskavatoriaus kasimo kryptis
- ▭ Ekskavatoriaus judėjimo kryptis
- ▭ Savivarčio judėjimo kryptis
- ▭ Neiškastų tranšėjų ribos
- ▭ Tacheometro veikimo zona
- ⊙ Tacheometras ir ekskavatoriaus priedas
- ▭ Apsauginė tvorėlė
- ▭ Kopėčios

TECHNINIAI EKONOMINIAI RODIKLIAI			
Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	Rodiklio dydis
1	Planuojamos darbo sąnaudos	žm. val.	545.19
2	Planuojamas išdirbio normų vykdymas	%	128
3	Faktinė statybos trukmė	valandos	48
4	Maksimalus darbininkų skaičius	vnt.	12
5	Lyginamosios (norminės) darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	žm. val.	427
6	Mechanizmų darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	maš. val.	303

MECHANIZMŲ IR INSTRUMENTŲ POREIKIŲ LENTELĖ			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Markė	Kiekis
1	Buldozeris	Komatsu D61EX	1
2	Ekskavatorius	Komatsu PC 200 LC-8	2
4	Ekskavatoriaus 3D sistemos priedas	Leica excavate 41	2
5	Savivartis	Scania G440	6
6	Vibroplokštė	Weber CR1 HD	2
7	Tacheometras	Zipp 10 PRO	2
8	Reflektorius	-	2
9	Ruletė	-	2
10	Kastuvas	-	12
11	Šalmas	-	12
12	Liemenė	-	12
13	Pirštinės	-	12

BULDOZERIO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Komatsu D61EX
1	Variklio galia, kW	125
2	Verstuvo ilgis, mm	3275
3	Verstuvo aukštis, mm	1200

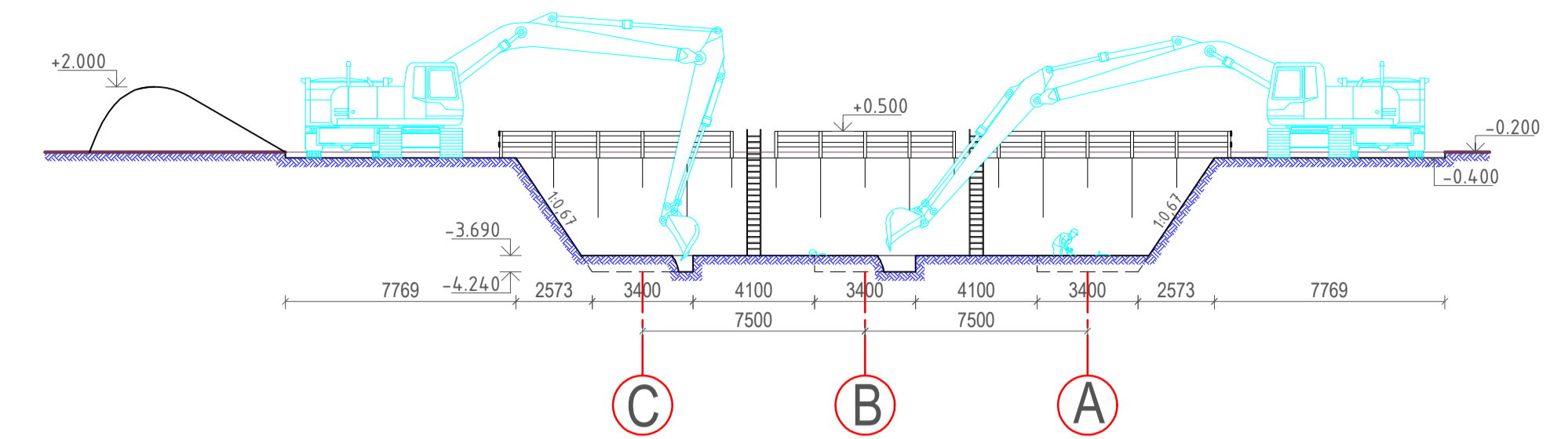
SAVIVARČIŲ TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Scania G440
1	Keliamoji galia, t	18
2	Kėbulo talpa, m³	12
3	Savasis svoris, t	25,5

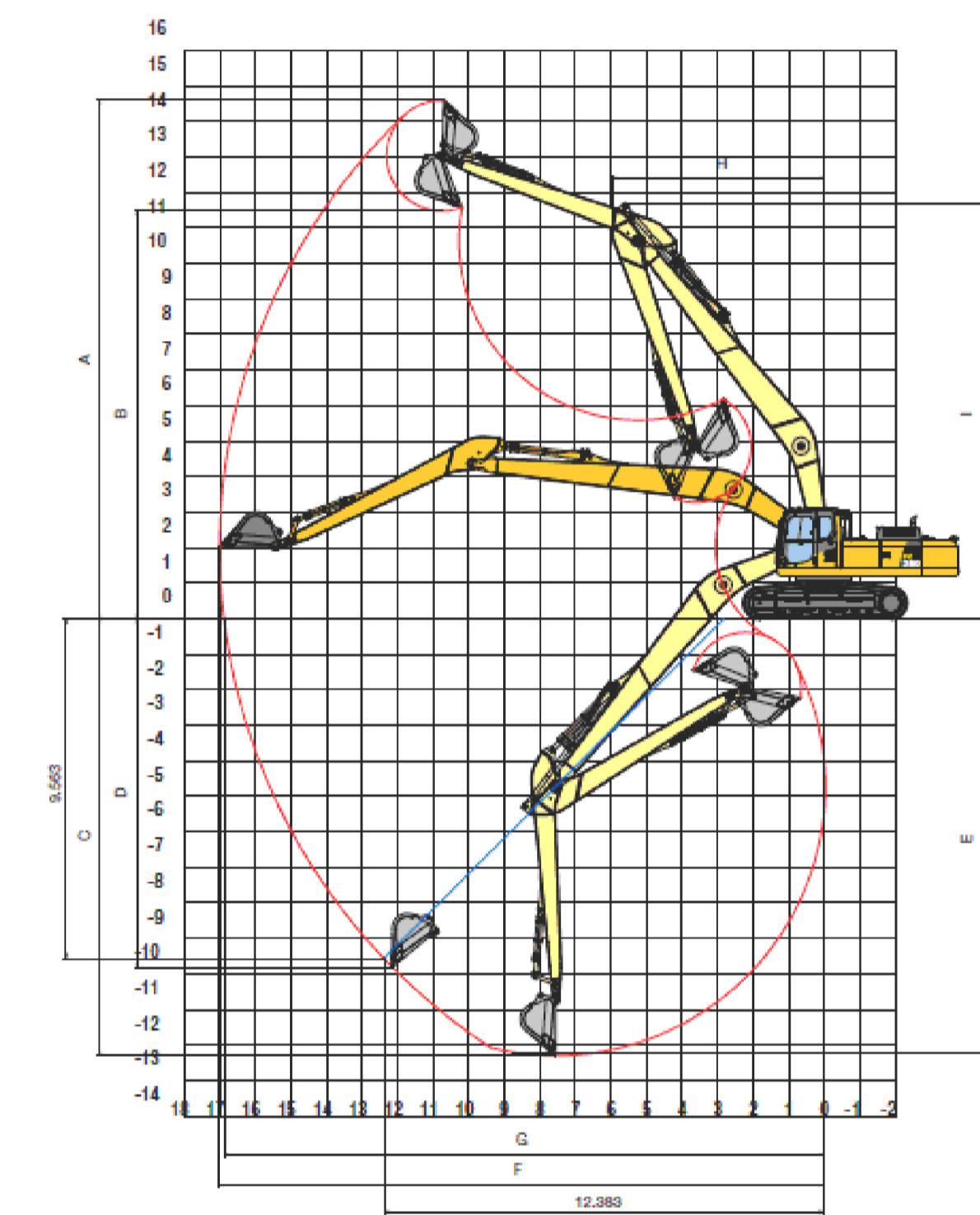
NURODYMAI DARBO SAUGAI

- Pradėti darbus galima tik susipažinus su darbų sauga;
- Visi darbuotojai turi būti aprūpinti spec. drabužiais, spec. avalyne ir apsauginėmis priemonėmis. Darbo įrankiai turi atitikti vykdomus darbus;
- Darbuotojai negali vartoti alkoholinių gėrimų, naudoti psichotropinių medžiagų ar būti nuo jų apsvaigę;
- Dirbant nepalankiomis sąlygomis, turi būti daromos pertraukos;
- Draudžiama dirbti arba stovėti arčiau negu 3m atstumu nuo ekskavatoriaus strėlės;
- Mechanizatorių technika turi būti techniškai tvarkinga, suremontuota. Privalomi aiškiai matomi visi signaliniai ženklai;
- Negalima privažiuoti prie iškasų arčiau, negu leidžiama normose;

PJŪVIS A-A MASTELIS 1:200



EKSKAVATORIAUS STRĖLĖS SIEKIO GRAFIKAS



TECHNOLOGINĖS KORTELĖS PRITAIKIMO SRITYS

Technologinė kortelė skirta žemės darbams. Buldozeris nustumia auginį sluoksnį. Pagrindinė duobė kasama dvejais ilgastriais ekskavatoriais. Tacheometrai pastatomi geriausia matomumą turinčiose vietose. Prie ekskavatorių pritausomi 3D priedai. Ekskavatoriai kasa pamatų duobes. Visas iškastas gruntas kraunamas į savivarčius. Savivarčiai perteklinį gruntą išveža iš statybos aikštelės. Kuomet statybos aikštelė paruošta pamatų montavimo darbams, ekskavatorius krauna į savivarčius buldozerio sustumtą gruntą, kurie jį išveža iš statybos aikštelės į numatytą vietą.

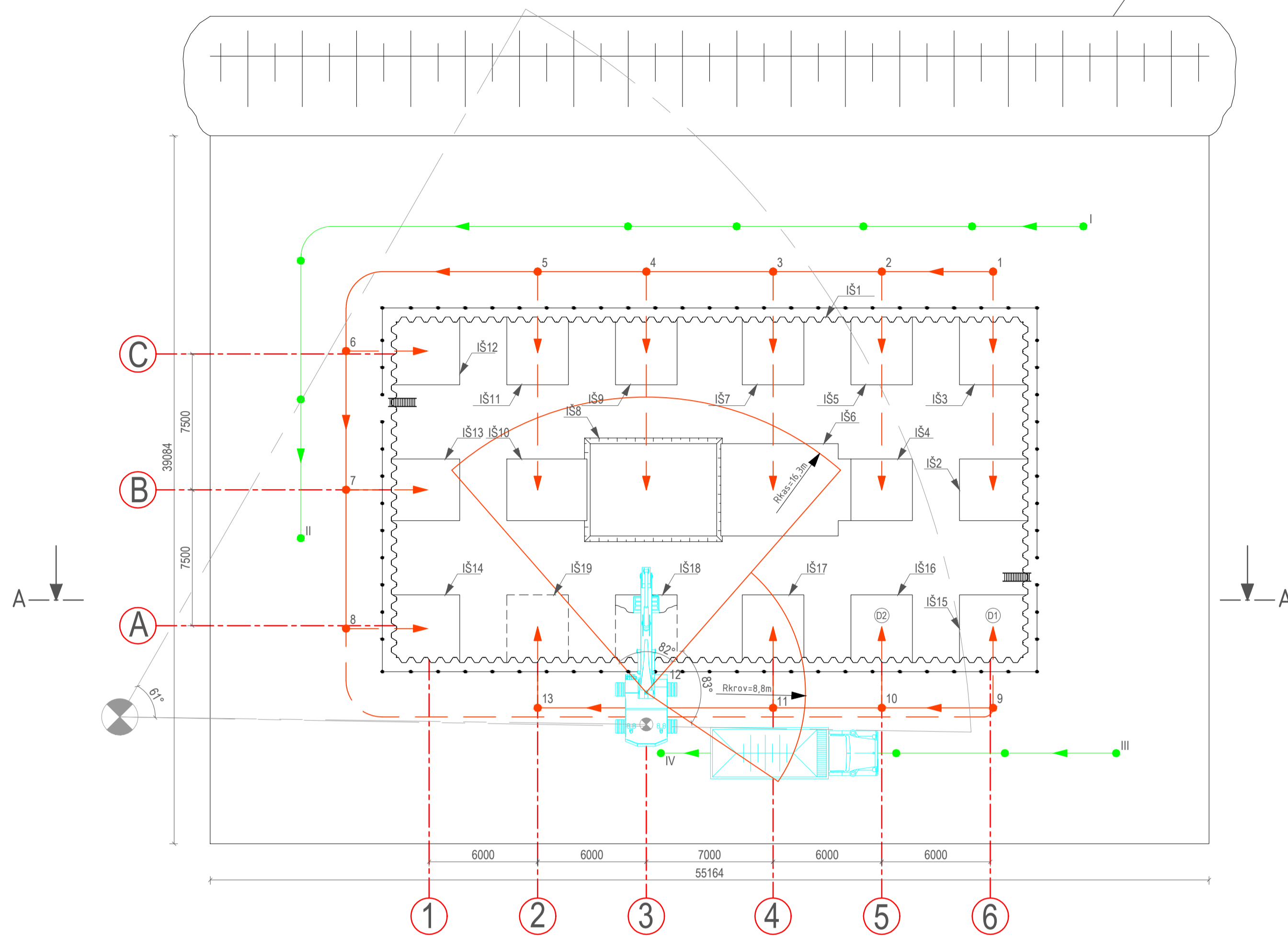
TRUMPAS TECHNOLOGINIO PROCESO APRĄŠYMAS

Buldozerio pagalba nustumiamas 20 cm storio auginis sluoksnis. Ekskavatoriai iškasa pagrindinę duobę iki grindų lovio viršaus. Tacheometrai pastatomi geriausia matomumą turinčiose vietose, kur yra priėjami prie reperių aukščio. Ant ekskavatorių pritausomi 3D priedai. Ekskavatoriai, pagal jiems paskirtas stovėjimo vietas, kasa pamatų duobes. Iškasos kasamos šoniniu būdu. Pirmasis ekskavatorius kasimo darbus pradeda nuo pastato šiaurės rytų kampo, o antrasis - nuo pietryčių kampo. Darbai vykdomi išilgai pastato. Savivarčiai turi pastoviai būti pasirošę priimti iškastą gruntą, kad ekskavatorius galėtų pastoviai dirbti. Savivarčiai juda šalia ekskavatorių atgaline eiga. Ekskavatoriai turi riboti posūkius taip, kad kabina arba ekskavatoriaus strėlė neužstotų tacheometrai matomumo ir ryšio su 3D priedu, pritvirtintu ant ekskavatoriaus. Savivarčiai taipogi negali užstoti aparato matomumo. Iškasos sutankinamos vibroplokštėmis. Atsilaisvinę ekskavatoriai sukrauna sustumtą auginį sluoksnį į savivarčius, kurie jį išgabena iš statybos aikštelės.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas	A. Jonėlis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vadovas	V. Medelienė	II metodo žemės darbų technologinė schema, pjūvis A-A, kalendorinis darbų grafikas	
			Laida	0
Pr etapas	Grafinių darbų katedra		Lapas	Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2016-MBD-ST	4 7

III METODO ŽEMĖS DARBŲ TECHNOLOGINĖ SCHEMA

Augalinio sluoksnio sandėliavimo vieta



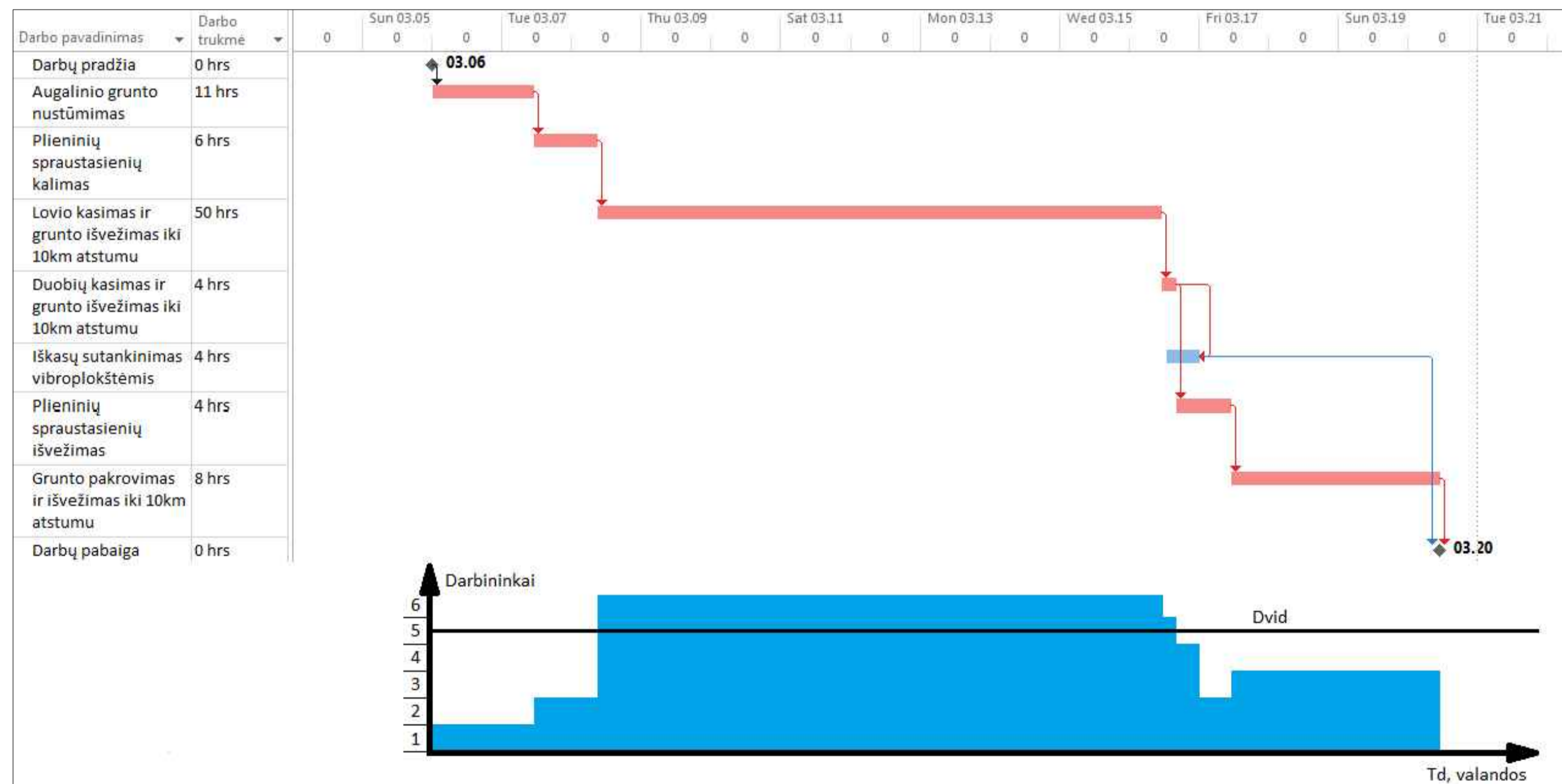
Sutartiniai žymėjimai:

- 1...13 Ekskavatoriaus stovėjimo vietos
- I...VI Savivarčio judėjimo kelias
- IŠ1..IŠ19 Duobių kasimo eiliškumas
- ⊙ Darbuotojai
- ▭ Ekskavatoriaus kasimo kryptis
- ▭ Ekskavatoriaus judėjimo kryptis
- Savivarčio judėjimo kryptis
- ▭ Neiškastų tranšėjų ribos
- ▭ Tacheometro veikimo zona
- ⊙ Tacheometras ir ekskavatoriaus priedas
- ▭ Plieninių sprausstasielių sienutė
- ▭ Apsauginė tvorelė
- ▭ Kopėčios

TECHNINIAI EKONOMINIAI RODIKLIAI			
Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vnt.	Rodiklio dydis
1	Planuojamos darbo sąnaudos	žm. val.	493.07
2	Planuojamas išdirbio normų vykdymas	%	131
3	Faktinė statybos trukmė	valandos	83
4	Maksimalus darbininkų skaičius	vnt.	6
5	Lyginamosios (norminės) darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	žm. val.	375
6	Mechanizmų darbo sąnaudos (pagal kalendorinį grafiką)	maš. val.	257

MECHANIZMŲ IR INSTRUMENTŲ POREIKIŲ LENTELĖ			
Eil. Nr.	Pavadinimas	Markė	Kiekis
1	Buldozeris	Komatsu D61EX	1
2	Ekskavatorius	Komatsu PC 200 LC-8	1
3	Ekskavatoriaus vibracinis kūjis	HVR-60	1
4	Ekskavatoriaus 3D sistemos priedas	Leica excavate 41	1
5	Savivartis	Scania G440	3
6	Vibroplokštė	Weber CR1 HD	2
7	Tacheometras	Zipp 10 PRO	1
8	Reflektorius	-	1
9	Ruletė	-	2
10	Kastuvas	-	6
11	Šalmas	-	6
12	Liemenė	-	6
13	Prištinės	-	6

KALENDORINIS ŽEMĖS DARBŲ ATLIKIMO IR DARBININKŲ POREIKIO GRAFIKAS

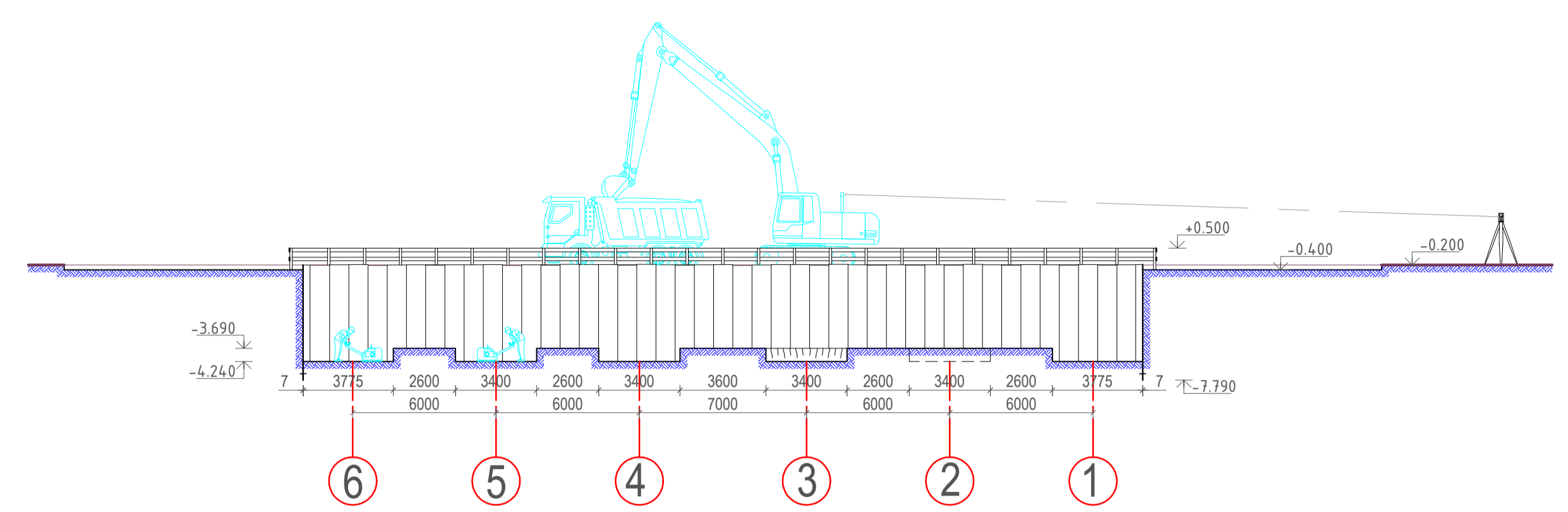


$$D_{vid} = \frac{S_p}{T} = \frac{375}{83} = 4,5$$

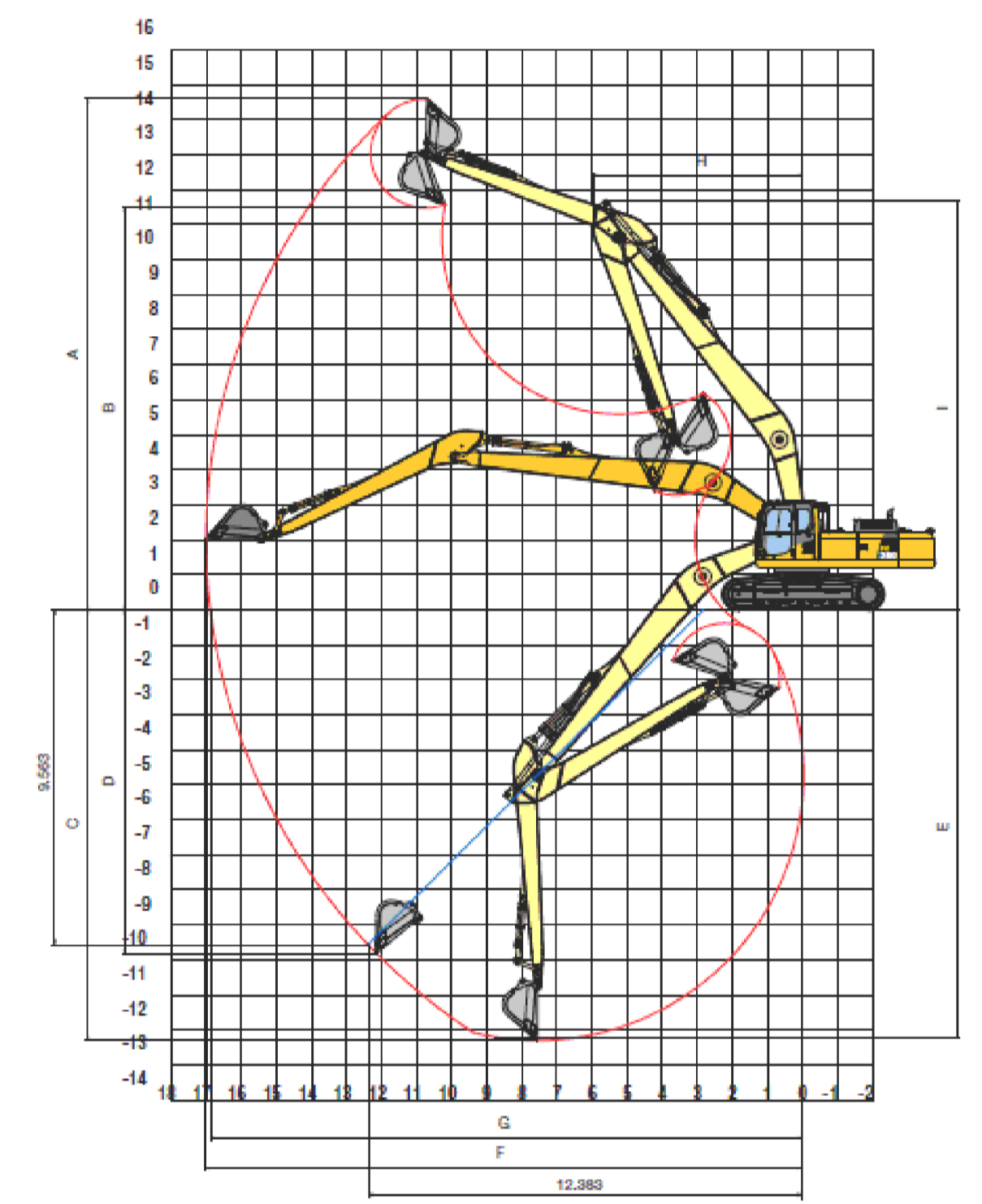
$$K_1 = \frac{\sum T_{past}}{T} = \frac{83}{83} = 1 \geq 1,0$$

$$K_2 = \frac{D_{max}}{D_{vid}} = \frac{6}{4,5} = 1,33 \leq 1,8$$

PJŪVIS A-A MASTELIS 1:200



EKSKAVATORIAUS STRĖLĖS SIEKIO GRAFIKAS



TECHNOLOGINĖS KORTELĖS PRITAIKYMO SRITYS

Technologinė kortelė skirta žemės darbams. Buldozeris nustumia augalinį sluoksnį. Prie ekskavatoriaus prijungiamas vibracinis kūjis. Sukalami tarpusavyje susijungiantys plieniniai sprausstasieniai. Pagrindinė duobė kasama ekskavatoriumi. Tacheometras pastatomas geriausią matomumą turinčioje vietoje. Prie ekskavatoriaus pritašomas 3D priedas. Ekskavatorius kasa pamatų duobes. Visas iškastas gruntas kraunamas į savivarčius. Savivarčiai perteklinį gruntą išveža iš statybos aikštelės. Kuomet statybos aikštelė paruošta pamatų montavimo darbams, ekskavatorius krauna į savivarčius buldozerio sustumtą gruntą, kurie jį išveža iš statybos aikštelės į numatytą vietą.

TRUMPAS TECHNOLOGINIO PROCESO APRĄŠYMAS

Buldozerio pagalba nustumiamas 20 cm storio augalinis sluoksnis. Prie ekskavatoriaus primontuojamas vibracinis kūjis. Sukalami tarpusavyje susijungiantys plieniniai sprausstasieniai. Ekskavatorius pakeičia vibracinį kūjį į kasimo kaušą. Ekskavatorius iškasa pagrindinę duobę iki grindų lovio viršaus. Tacheometras pastatomas geriausią matomumą turinčioje vietoje, kur yra pririšamas prie reperų aukščio. Ant ekskavatoriaus pritašomas 3D priedas. Ekskavatorius, pagal jam paskirtas stovėjimo vietas, kasa pamatų duobes. Iškasos kasamos šoniniu būdu, kasant dvejais etapais. Po pirmojo etapo, ekskavatorius pervažiuoja į kito etapo pradžios tašką. Pradedama kasti nuo šiaurinio pastato kampo aplink iškasą prieš laikrodžio rodyklę iki pietinio pastato kampo. Tuomet, ekskavatorius pervažiuoja iki rytinio pastato kampo ir baigia kasti duobes pagal laikrodžio rodyklę. Savivarčiai turi pastoviai būti pasiruošę priimti iškastą gruntą, kad ekskavatorius galėtų pastoviai dirbti. Savivarčiai juda šalia ekskavatoriaus atgaline eiga. Ekskavatorius turi riboti posūkius taip, kad kabina arba ekskavatoriaus strėlė neužstotų tacheometrui matomumo ir ryšio su 3D priedu, pritvirtintu ant ekskavatoriaus. Savivarčiai taipogi negali užstoti aparato matomumo. Iškasos sutankinamos vibroplokšte. Po pamatų ir rūšio sienų įrengimo, supilamas gruntas iki reikiamų altitudžių ir plieniniai sprausstasieniai ištraukiami. Atsilaisvinęs ekskavatorius sukrauna sustumtą augalinį sluoksnį į savivarčius, kurie jį išgabena iš statybos aikštelės.

BULDOZERIO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Komatsu D61EX
1	Variklio galia, kW	125
2	Verstuvo ilgis, mm	3275
3	Verstuvo aukštis, mm	1200

VIBRACINIO KŪJIO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	HVR-60
1	Veikimo dažnis, Hz	41
2	Kalimo jėga, kN	450
3	Svoris, kg	1260

NURODYMAI DARBO SAUGAI

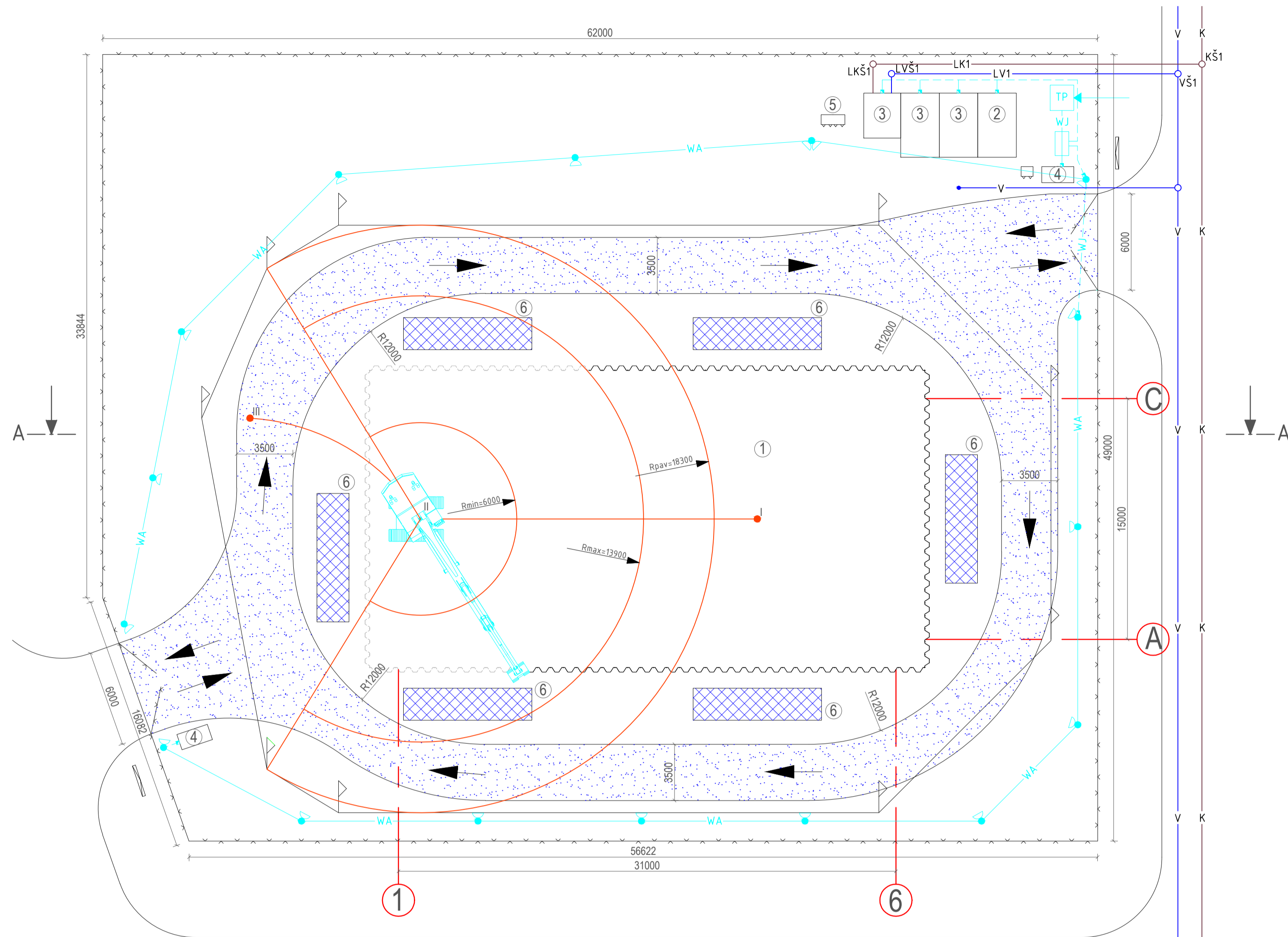
- Pradėti darbus galima tik susipažinus su darbų sauga;
- Visi darbuotojai turi būti aprūpinti spec. drabužiais, spec. avalyne ir apsauginėmis priemonėmis. Darbo įrankiai turi atitikti vykdomus darbus;
- Darbuotojai negali vartoti alkoholinių gėrimų, naudoti psichotropinių medžiagų ar būti nuo jų apsvaigę;
- Dirbant nepalankiomis sąlygomis, turi būti daromos pertraukos;
- Draudžiama dirbti arba stovėti arčiau negu 3m atstumu nuo ekskavatoriaus strėlės;
- Mechanizatorių technika turi būti techniškai tvarkinga, suremontuota. Privalomi aiškiai matomi visi signaliniai ženklai;
- Negalima privažiuoti prie iškasų arčiau, negu leidžiama normose;

SAVIVARČIŲ TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	Scania G440
1	Keliamoji galia, t	18
2	Kėbulo talpa, m³	12
3	Savasis svoris, t	25,5

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas	A. Jonėlis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vadovas	V. Medelienė	III metodo žemės darbų technologinė schema, pjūvis A-A, kalendorinis darbų grafikas	
			Laida	0
Pr etapas	Grafinių darbų katedra		Lapas	Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2016-MBD-ST	5 7

STATYBVIETĖS PLANAS
MASTELIS 1:200



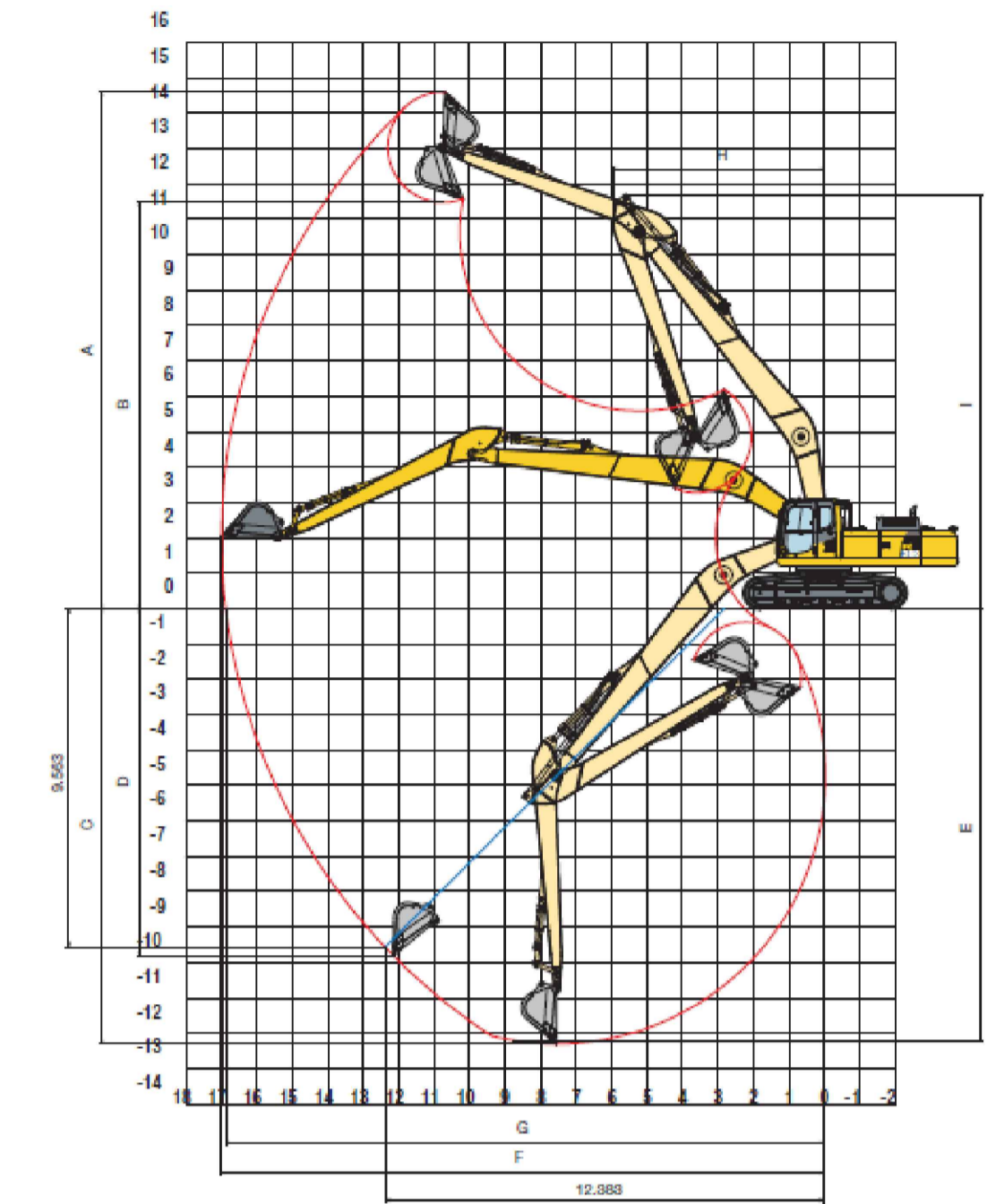
Statybvietės plano eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
1	Statomas pastatas	518,74
2	Laikinos administracinės patalpos	9,60
3	Laikinos darbininkų buitinės patalpos	25,64
4	Sargų būdelės	4,00
5	Statybinių atliekų konteineriai	5,60
6	Atviros sandėliavimo aikštelės	96,00

Sutartiniai žymėjimai:

- Elektros įvadinis skydas
- Mobilii transformatorinė pastotė MTT
- Priešgaisrinis skydas
- Vandens gaisrinis hidrantas
- Suprojektuotas kelias
- Pavojinga zona 18,3m
- Šviestuvai
- Atliekų konteineriai
- Elektros linijos skydas su kirtikliu
- Atviros sandėliavimo aikštelės
- Ekskavatoriaus judėjimo kryptis
- I-III Ekskavatoriaus stovėjimo vietos
- Laikina statybinė tvora 217,5m
- Informacinis skydas
- Nuotekų tinklas su šuliniu
- Vandentiekio tinklas su šuliniu
- Projektuojamas laikinas nuotekų tinklas su šuliniu
- Projektuojamas laikinas vandentiekio tinklas
- Projektuojama laikina viršžeminė elektros linija
- Projektuojama laikina įgiltinta elektros linija

EKSKAVATORIAUS STRĖLĖS SIEKIO GRAFIKAS



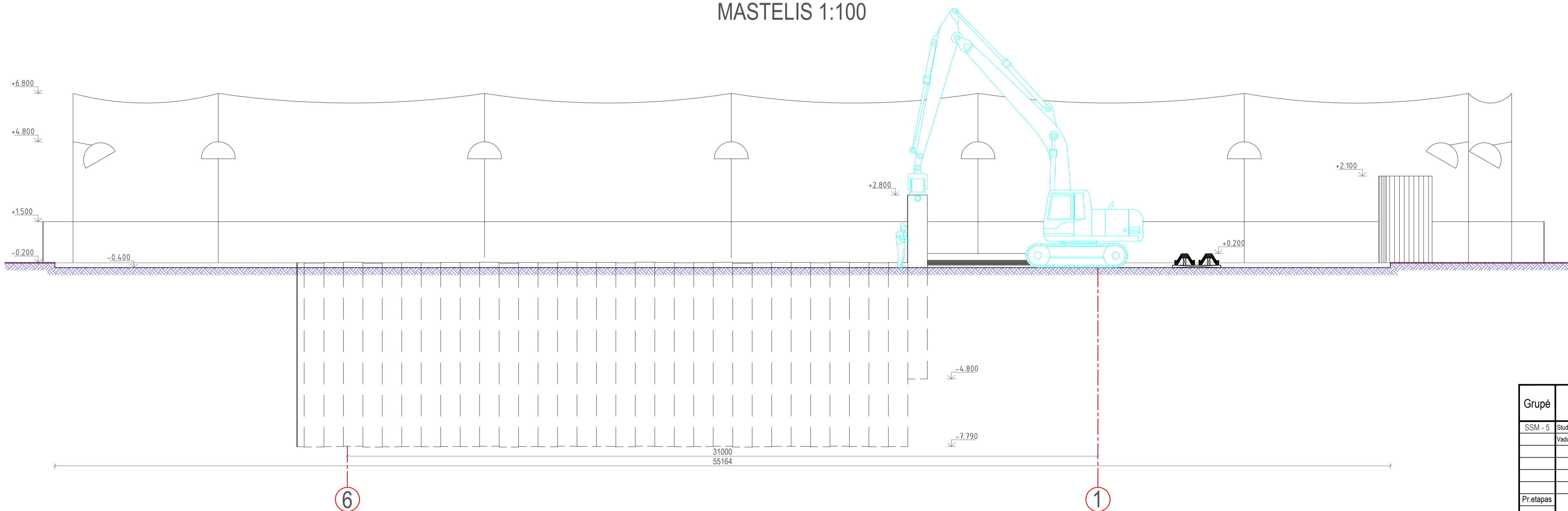
EKSKAVATORIAUS TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	KOMATSU PC 200 LC-8
1	Keiamaoji galia, kg	3245
2	Strėlės ilgis, m	13,9
3	Maksimalus aukštis, m	13,0

VIBRACINIO KŪJIO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos	HVR-60
1	Veikimo dažnis, Hz	41
2	Kalimo jėga, kN	450
3	Svoris, kg	1260

PJŪVIS A-A
MASTELIS 1:100



Techniniai ir ekonominiai rodikliai

Rodiklių pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
Bendras statybos aikštelės plotas	m ²	2997,26
Laikinių kelių ilgis	m	158
Laikinos el. apšvietimo linijos ilgis	m	174
Laikino vandentiekio ilgis	m	19
Laikinių nuotekų linijų ilgis	m	22
Laikinių pastatų plotas	m ²	35,24
Sklypo užstatymo koeficientas	K1	17,31%
Aikštelės išnaudojimo koeficientas	K2	1,18%

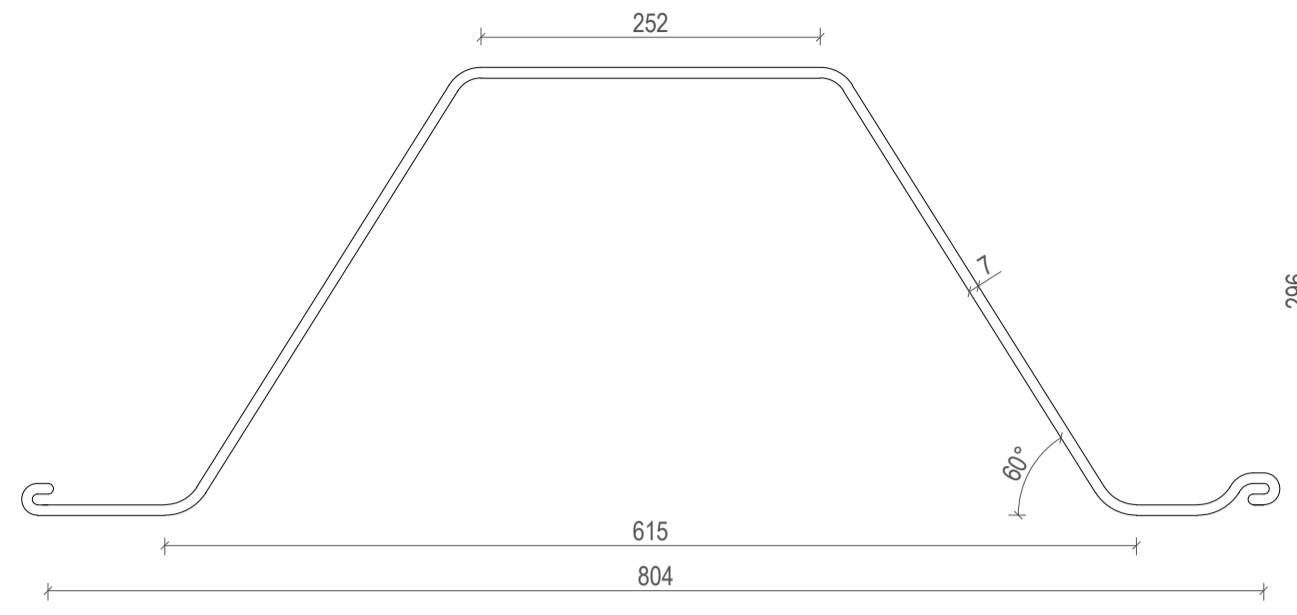
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas A. Jonelis	Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vadovas V. Medelienė		
Pr. etapas	Grafinių darbų katedra	2016-MBD-ST	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
		Laida	Lapas
		0	6
			7

GRĘŽINYS

Gręžinio Ø198mm
Gręžinio altitudė 125,10m
Gręžinio gylis 5,0m

Geologinis indeksas	Grunto aprašymas	Sluoksnio gylis, m	Altitudė	Sluoksnio storis, m	Litologinis pjūvis	Vandens lygis, m		
						Pas.	Nus.	Max.
pdIV	Augalinis sluoksnis	0,20	124,90	0,20				
tpIV	Dulkingas smėlis, pilkas	5,00	124,70	4,80		3,20 121,70	3,20 121,70	

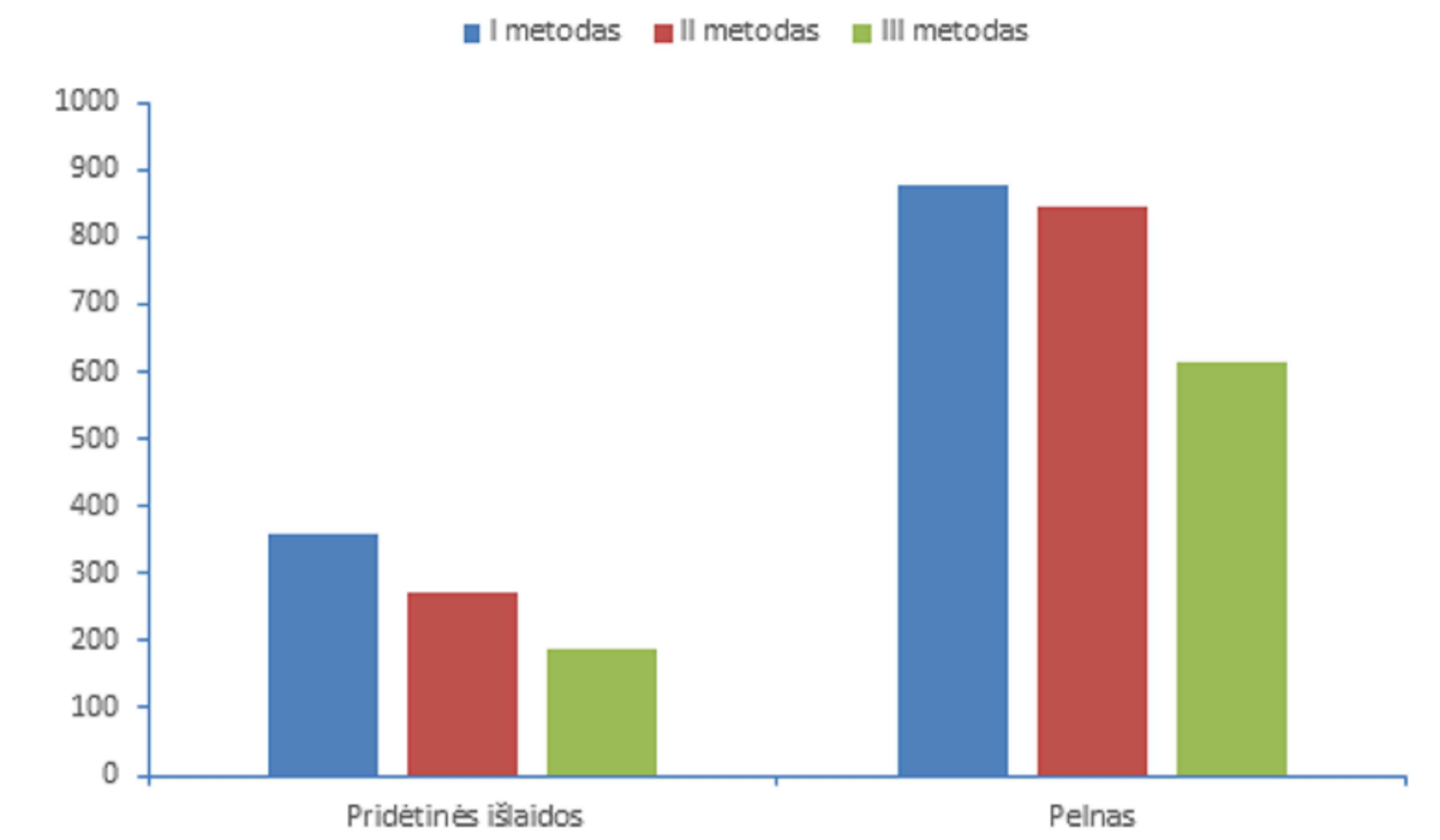
PLIENINIO SPRAUSTASIENIO PROFILIS MASTELIS 1:5



Metalo specifikacija

Plieno klasė	Ilgis, mm	Masė, kg/m	Kiekis, vnt	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg
S275	7600	70,4	132	1003,2	70625,28

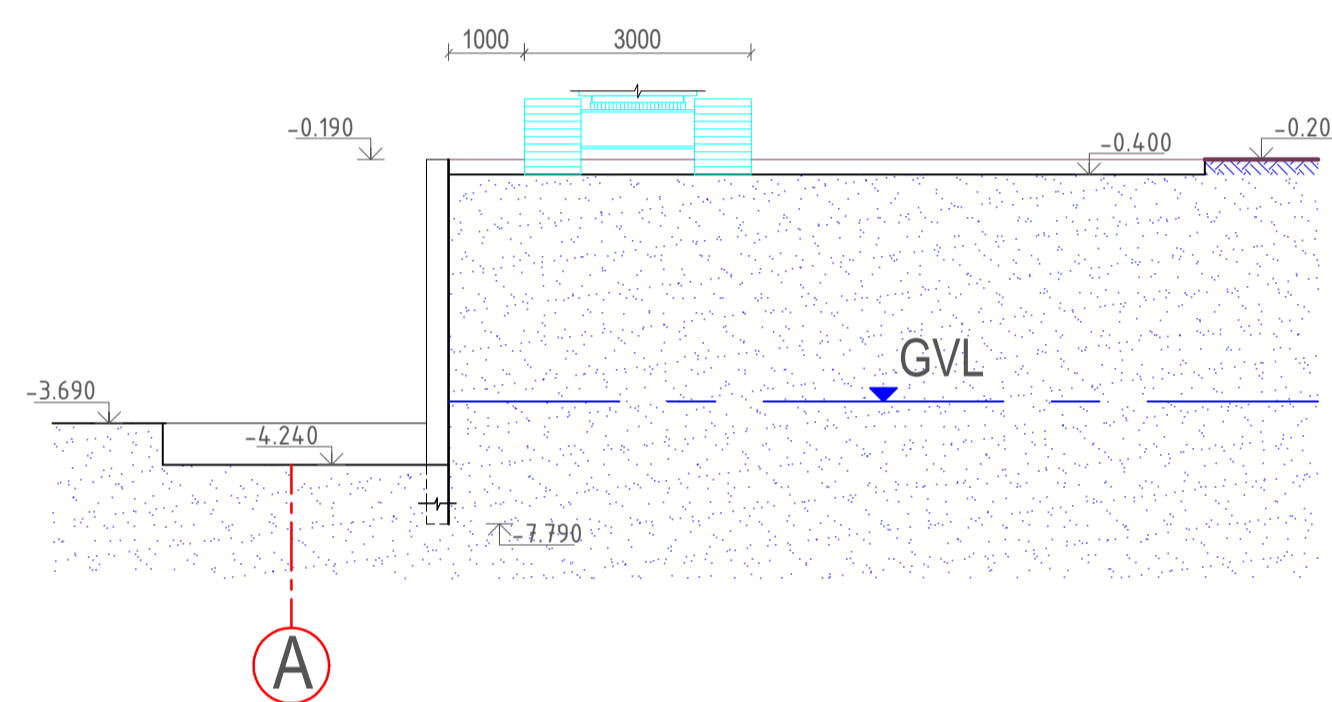
PRIDĖTINIŲ IŠLAIDŲ IR PELNO DIAGRAMOS



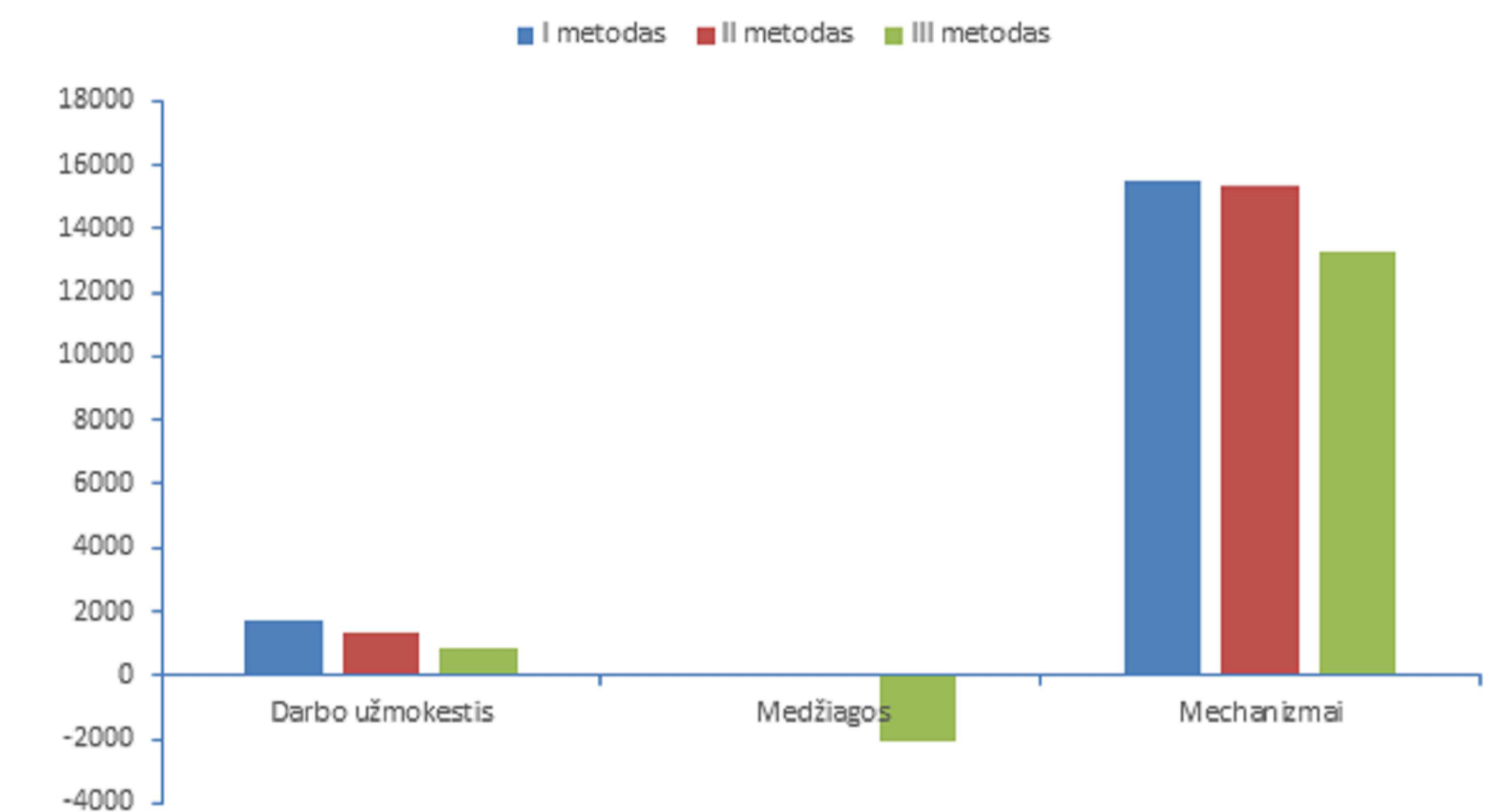
PLIENINIŲ SPRAUSTASIENIŲ SIENUTĖS SCHEMA MASTELIS 1:200



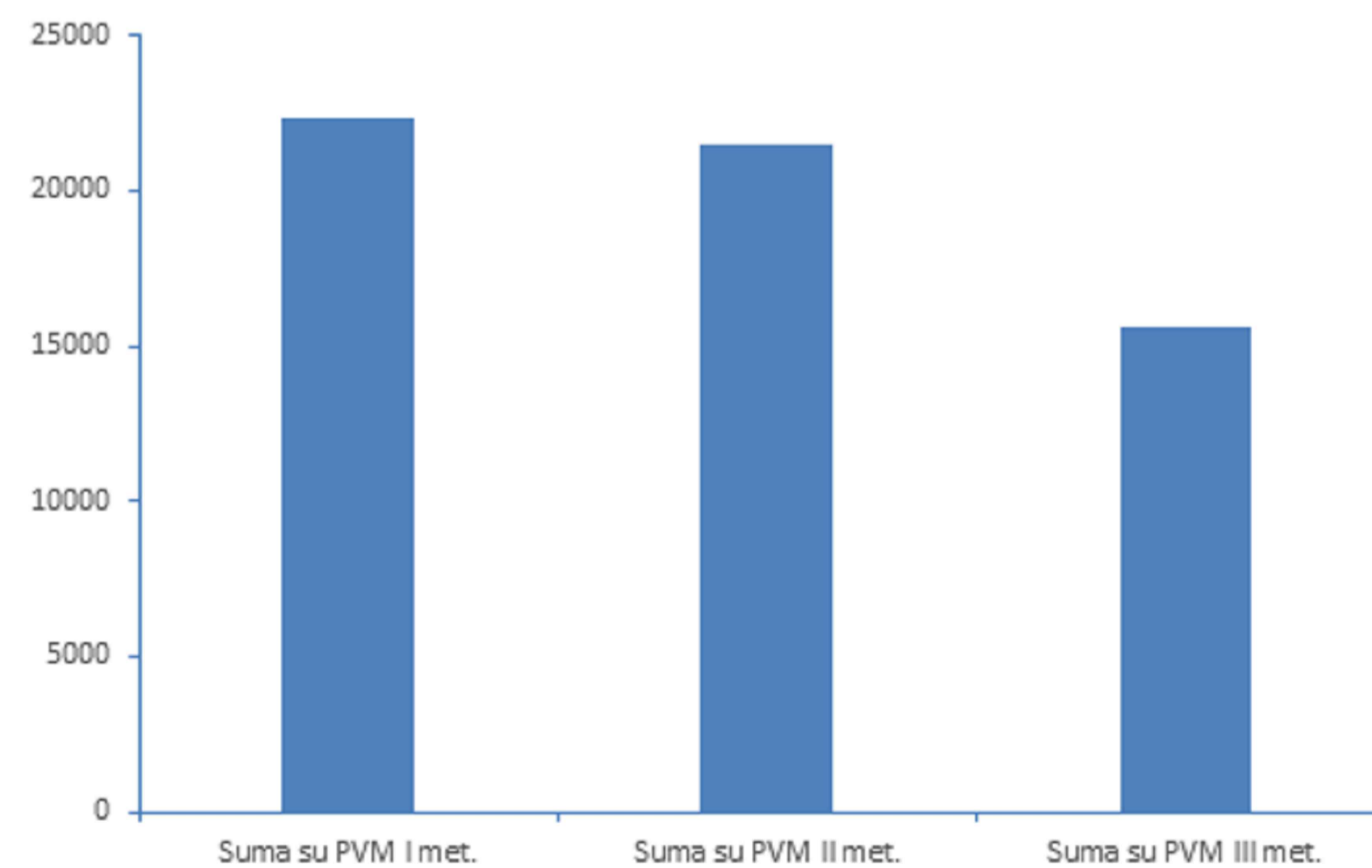
PLIENINIŲ SPRAUSTASIENIŲ ĮGILINIMO SCHEMA MASTELIS 1:100



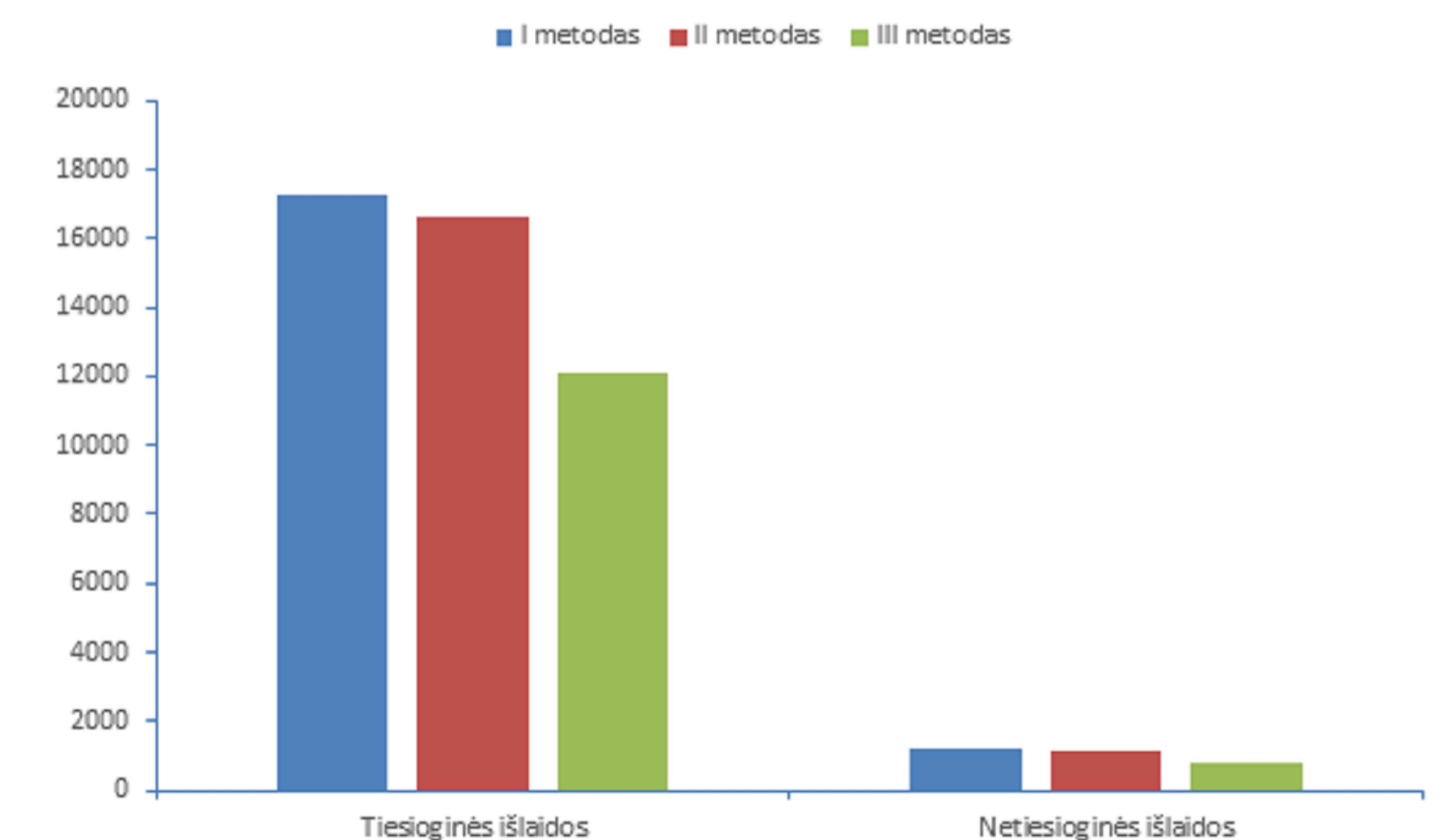
DARBO UŽMOKESČIO, MEDŽIAGŲ BEI MECHANIZMŲ POREIKIO DIAGRAMOS



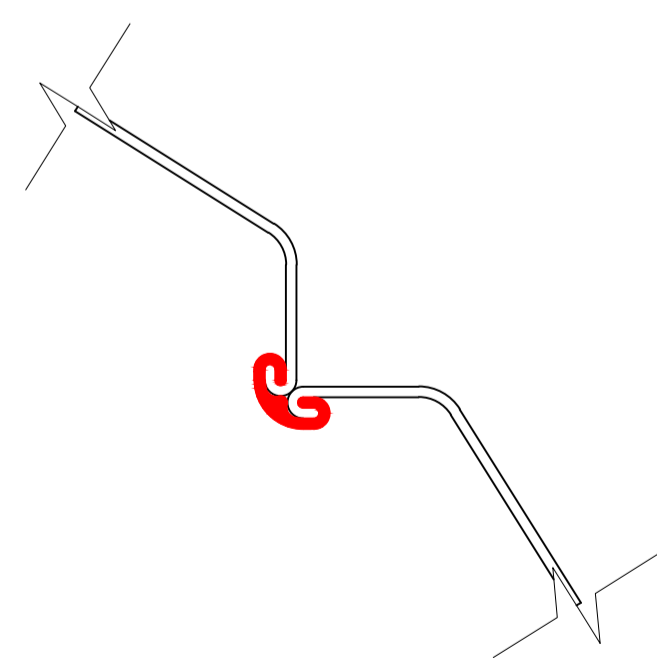
TECHNOLOGINIŲ PROCESŲ METODŲ ATLIKIMO DARBŲ KAINOS



TIESIOGINIŲ IR NETIESIOGINIŲ IŠLAIDŲ DIAGRAMOS



DETALĖ "A" MASTELIS 1:5



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SSM - 5	Studentas	A. Jonėkis		Administracinės paskirties pastato statybos žemės darbų vykdymo technologinių procesų vertinimas	
	Vaovas	V. Medelienė		Plieninių sprausstasienių schemas, ekonominiai rodikliai	
	Konsult.	V. Doroševas		Laida	0
	Konsult.	O. Vilionienė		Lapas	7
Pr etapas	Grafinių darbų katedra			2016-MBD-ST	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			Lapų	7