

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
doc.dr. A.Sabaliauskas
2011 06

**AUTOMOBILIO KĖBULO GALINIO TRAPO
PAKĖLIMO MECHANIZMAS**

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Konsultantas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
doc.dr. A. Kovierienė
2011 06

Vadovas

doc.dr. D.Čikotienė
2011 06
Atliko

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
lekt. Z. Ramonas
2011 06

VM-6 gr. stud.
S. Kisieličius

2011 06 07

SANTRAUKA

Kisieličius S. Automobilio kėbulo galinio trapo pakėlimo mechanizmas: Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas/mokslinis vadovas dr. D. Čikotienė; Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas, Mechanikos inžinerijos katedra. – Šiauliai, 2011 m. – 69p.

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbo tema yra pakankamai aktuali, nes konstruojamas *Automobilio kėbulo galinio trapo pakėlimo mechanizmas* yra reikalingas, užtikrinantis saugų ir patikimą TŪB Žaibas gaminamų spec. kėbulų trapų veikimą ir naudojimą. Darbe siekiama panaudoti naujas šiuolaikines technologijas, tokias kaip kompiuterizuota projektavimo sistema, padedanti suprojektuoti ir išbandyti trapo veikimą teoriniu būdu.

Šiame bakalauro darbe atlikta: konstrukcinių variantų apžvalga, techniniai skaičiavimai, išsami technologinė analizė detalei *apkaba*, nustatytas gaminio poveikis žmogui ir aplinkai, atlikta gaminio ekonominė analizė ir nustatyta gaminamo kėbulo trapo teorinė savikaina.

Bakalauro darbe gauti rezultatai gali būti naudojami gamyboje, gaminant tokį pat arba panašios konstrukcijos kėbulo trapą.

SUMMARY

Kisieličius S. Vehicle bodies back traps lifting mechanism. Mechanics engineering's bachelor work / scientific guide doc. D. Čikotienė; university of Šiauliai, Technologic faculty, Mechanic engineering's cathedral. – Šiauliai, -69g.

The theme of Mechanics engineering bachelor work is fairly topical, because designed *Vehicle bodies back traps lifting mechanism* is required, ensuring safe and trusted TŪB “Žaibas” produced spec. bodies’ traps working and using. In work is seeking to use all new modern technological like computer-integrated designing system with helps to design and try traps work in theory method.

In this bachelor work is done: revue of constructive versions, technical calculations, exhaustive technologic analysis of detail named *holder*, appointed products effect for person and atmosphere, accomplished products economical analysis and appointed products bodies’ traps theoretic price.

In bachelor work received results can be used in production, by producing the same or similar constructions bodies trap.

Eil.Nr.	Formatas	Žymėjimas	Pavadinimas	Lapų sk.	Egz. Nr.	Pastaba
			<u>Tekstiniai dokumentai</u>			
1	A4		Aiškinamasis raštas	69	1	
			<u>Brėžiniai</u>			
2	A1	VM6. 06. 01. 00. 00 VA	Variantų analizė	1	1	
3	A1	VM6. 06. 02. 00. 00 SB	Automobilio kėbulo galinio trapo			
			pakėlimo mechanizmas	2	1	
4	A4	VM6. 06. 02. 00. 10	Apkaba	1	1	
5	A4	VM6. 06. 02. 00. 11	Įvorė	1	1	
6	A4	VM6. 06. 02. 00. 12	Veržlė	1	1	
7	A4	VM6. 06. 02. 01. 04	Apkaba	1	1	
8	A4	VM6. 06. 02. 01. 05	Spyruoklės atrama	1	1	
9	A3	VM6. 06. 02. 06. 01	Sraigtas	1	1	
10	A4	VM6. 06. 02. 06. 02	Antgalis	1	1	
11	A1	VM6. 06. 03. 00. 00 TE	Technologiniai eskizai	1	1	
Atsakinga žinyba Katedra		Vadovas D. Čikotienė	Dokumento tipas Projekto žiniaraštis		Dokumento statusas Mokomasis	
Savininkas ŠU TF		Bakalauras S.Kisieliūs	Antraštė	VM6. 06. 00. 00. 00		
		Recenzentas Z. Ramonas	Žiniaraštis	Laida	Data 2011.05.30	Kalba LT

TURINYS

IŽANGA.....	8
1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI	9
2. KONSTRUKTORINĖ DALIS	10
2.1. Gaminio paskirtis ir panaudojimas	10
2.2. Konstrukcijos variantų apžvalga	11
2.3. Techniniai skaičiavimai	15
2.3.1 Trapo pakėlimui reikalingos jėgos skaičiavimas	15
2.3.2 Spyruoklės darbinės apkrovos skaičiavimas	18
2.4. Medžiagų parinkimo pagrindimas	19
2.5. Suleidimų parinkimo pagrindimas	20
3. TECHNOLOGINĖ DALIS	21
3.1. Gaminamos detalės analizė	21
3.2. Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė	22
3.3. Detalės technologiškumo analizė	23
3.4. Gamybos tipo ir partijos dydžio nustatymas	24
3.5. Technologinio proceso projektavimas	27
3.5.1 Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams	27
3.5.2. Ruošinių parinkimo principai	27
3.5.3. Detalės ruošinio pagrindiniai gamybos tipai	27
3.5.4. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju	28
3.5.5. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju	28
3.6. Technologinių bazių parinkimas	32
3.7. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas.	35
3.8. Pjovimo režimų skaičiavimas	39
3.9. Technologinio proceso normavimas. Staklių parinkimas	46
4. ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA	53
4.1. Montavimo ir eksploatavimo reikalavimai	53
4.2. Trapo aptarnavimas darbo metu	53
4.3. Darbų saugos, darbo vietų ir sveikatos reikalavimai	53
4.4. Gaminio poveikis aplinkai	54
5. EKONOMINĖ DALIS	55
5.1. Projektavimo darbų sąnaudos	56
5.2. Technologinis gamybos paruošimas	57
5.3. Tiesioginės medžiagų sąnaudos	58
5.4. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas	59
5.5. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas	60
5.6. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas	61
5.7. Veiklos sąnaudos	62
IŠVADOS	64
LITERATŪRA	65
PRIEDAI	66
1 PRIEDAS	66
2PRIEDAS	67
3 PRIEDAS	68
4 PRIEDAS	69

LENTELĖS

3.1.1 Plieno 45 cheminė sudėtis.....	21
3.1.2 Plieno 45 mechaninės savybės.....	21
3.2.1 Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.....	22
3.3.1 Detalės konstrukcijos atitikimas pagrindiniams technologiškumo kriterijams.....	23
3.4.1 Gamybos tipo priklausomybė nuo išleidimo apimties ir detalės masės.....	25
3.5.5.1 Detalės sudėtingumo laipsnio nustatymas.....	31
3.5.5.2 Ruošinių užlaidų lentelė.....	32
3.6.1 Technologinės bazės.....	33
3.6.2 Bazavimo schemas.....	34
3.7.1 Detalės apdirbimo technologinis maršrutas.....	35
3.7.2 Užlaidų skaičiavimo lentelė.....	37
3.7.3 Užlaidų skaičiavimo lentelė.....	39
3.8.1 Detalės apdirbimo pjovimo režimai.....	45
3.9.1 Operacijų vienetinių laikų suvestinė.....	51
3.9.2 Įrengimų pagrindinės charakteristikos.....	51
3.9.3 Pagrindinių technologinių įrenginių suvestinė.....	52
5.1 Gaminio savikainos apskaičiavimas.....	55
5.1.1 Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	56
5.1.2 Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.....	56
5.1.3 Gaminio projektavimo sąnaudos.....	56
5.2.1 Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	57
5.2.2 Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	57
5.2.3 Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	57
5.2.4 Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	57
5.3.1 Pagrindinių medžiagų vertė.....	58
5.3.2 Grįžtamų atliekų vertės skaičiavimas.....	58
5.3.3 Pagalbinių medžiagų vertė.....	58
5.3.4 Įsigyjamų pusgaminių, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas.....	59
5.4.1 Įrengimų įsigyjimo ir montavimo darbų sąmata.....	59
5.4.2 Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	59
5.5.1 Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas.....	60
5.5.2 Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	60
5.5.3 Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	61
5.6.1 Vandens, sunaudoto gamybos tikslams išlaidos.....	61
5.6.2 Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	61
5.6.3 Patalpų apšvietimo išlaidos.....	62
5.7.1 Bendrosios ir administracinės sąnaudos.....	62
5.7.2 Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos.....	63
5.7.3 Patalpų nuomos sąnaudos.....	63

PAVEIKSLAI

2.1.1 Kėbulas žirgams transportuoti.....	10
2.1.2 Automobilio kėbulo trapas.....	11
2.1.3 Automobilio kėbulo trapas.....	11
2.2.1 Trapo mechanizmas horizontaliomis spyruolėmis.....	12
2.2.2 Trapo mechanizmas su hidrocilindru.....	13
2.2.3 Trapo mechanizmas su vertikaliomis spyruoklėmis.....	14
2.3.1.1 Skaičiavimų schema.....	15
2.3.1.2 Spyruoklės schema.....	17
2.3.1.3 Trapo svorio ir spyruoklių apkrovos priklausomybė nuo kampo α	19
3.5.5.1 Ruošinių masės.....	29
3.5.5.2 Ruošinių masės.....	30
3.5.5.3 Šampuoto ruošinio eskizas.....	32
3.6.1 Technologinės bazės.....	33
3.8.1 Gabaritinė galinė freza.....	40
3.8.2 Spiralinis grąžtas.....	42

UŽDUOTIS

IŽANGA

Pasaulinės ekonomikos globalizacija rinkos sąlygomis, įmonių, regionų, pramonės šakų ūkinių ryšių plėtojimas ir gilinimas reikalauja naujų santykių su rinkos dalyviais. Šalys su išvystyta ekonomika tiesiogiai arba netiesiogiai sudaro rinkos žaidimo taisykles tiesiogiai nustatydami, kas šioje situacijoje yra „pirmaujantis“, o kas „atsiliekančias“. Čia, žinoma, natūralu, kad šalis, pramonės šaka ar įmonė, gaminanti techniškai tobulą produktą, gali užimti pirmaujančias pozicijas. Jeigu rinkos subjektas tiekia gaminius, tai tiekėjas prisotintos rinkos sąlygomis tampa situacijos įkaitu, statistu negalėdamas jai daryti poveikio. Pastaruoju metu pastebima panaši situacija Lietuvos statybos pramonėje, mašinų techninio aptarnavimo aplinkoje. Kai kurių gaminių pardavimų paklausos sumažėjimas įmonei iškelia naujus kokybinius uždavinius. Įmonės veiklos ypatumas, jos ekonominių rodiklių struktūra pirmiausiai glaudžiai susieta ir priklausanti nuo kokybiškų žaliavų tiekimo, kuris tampa jos veiklos vystimosi pagrindu. Šiuolaikinė pasaulinė ekonomika reikalauja aukštos kokybės ir technologiškos produkcijos, kuri būtų labai paklausi. Įvairių įmonių veiklos sferoje tokia populiari produkcija yra automobilio galinis trapas. Todėl būtina sukurti sąlygas, kurios leistų naudoti iš principo naujos kartos šiuolaikinį produktą, kuris duotų didžiausią ekonominį efektą. Įvertinamus daugelio užsienio šalių patirtį, **darbo tikslas** – atlikti inžinerinius projektavimo darbus (skaičiavimus) ir pagaminti mechanizmą, t.y. kėbulo galinio trapo pakėlimo mechanizmą.

Projektuojant šiuolaikiškas mašinas ir mechanizmus ypač daug dėmesio skiriama svorio mažinimui, technologiškumui, patikimumo didinimui. Svarbu, kad suprojektuoti mechanizmai būtų kuo paprastesni, atitiktų Europos Sąjungos ir Lietuvos standartų reikalavimus. Visos mechanizmų detalės turi būti lengvai prieinamos ir remonto atveju lengvai ir paprastai pakeičiamos.

Šiame darbe suprojektuota automobilio kėbulo platforma, kurioje bus sumontuotas kompensatorius. Šio mechanizmo pagalba uždarant platformą žmogaus naudojama jėga būtų minimali. Projekte pateikti įvairūs mechanizmai, kurie naudojami specialiuose kėbuluose. Išanalizavus variantus, pasirenkamas tinkamiausias mechanizmas, kuris turi atitikti optimalius kriterijus: saugus naudojimas, maži aptarnavimo kaštai, paprastos konstrukcijos. Darbe aprašoma mechanizmo paskirtis, konstrukcija, techniniai skaičiavimai, bei mechanizmo eksploatacijos reikalavimai, padarytos išvados. Projektavimo metu pasinaudota įvairių gamintojų literatūra, katalogais, atlikta paieška internete.

1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI

Bakalauro darbo tema automobilio kėbulo galinio trapo pakėlimo mechanizmas. Suprojektuotas mechanizmas, trapas, stakta. Gaminio techniniai-ekonominiai rodikliai:

Stendo gabaritiniai matmenys:

Ilgis	250 mm;
Plotis	2540 mm;
Aukštis	2600 mm;
Gaminio masė	255 kg;
Gamybinis plotas	365 m^2 ;
Gamybos programa	8 <i>vnt</i> ;
Gamyboje naudojamų staklių kiekis	6 <i>vnt</i> ;
Gaminio projektavimo ir technologinio parengimo sąnaudos	25308,47 Lt;
Gamybos sąnaudos	103600,82 Lt;
Gaminio savikaina	12950,10 Lt.

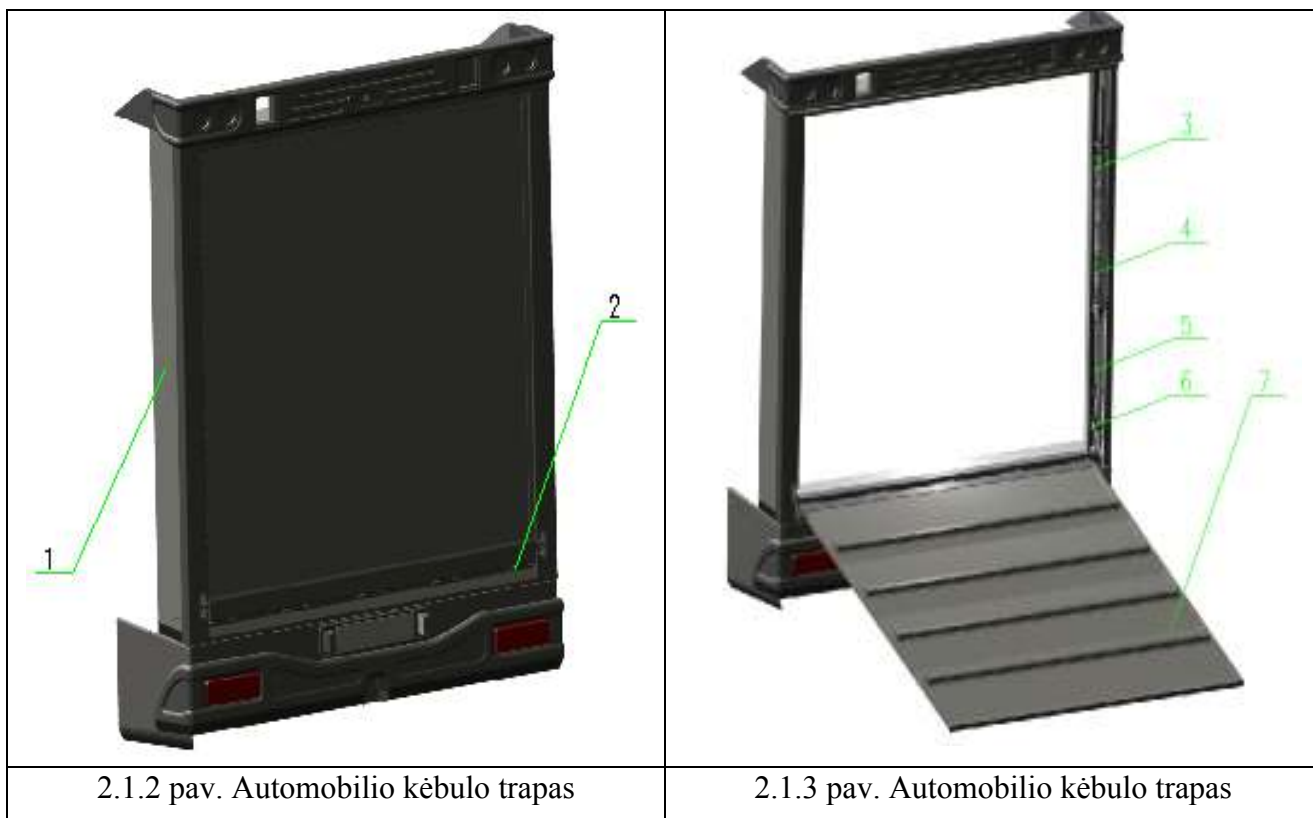
2. KONSTRUKTORINĖ DALIS

2.1. Gaminio paskirtis ir panaudojimas

Populiarėjant žirgų sportui ir besiplečiant žirgų ūkiams Lietuvoje atsiranda paklausa kėbulų, skirtų žirgų transportavimui, gamybai. Dalyvaujant žirgų sporto varžybose Europoje sportininkams reikalingas ir gyvenamasis plotas kėbule, kuris įrenginėjamas su visais patogumais, baldais, virtuve, dušu, miegamu plotu ir t.t. Tokie kėbulai projektuojami ir gaminami Šiauliuose esančioje įmonėje TŪB ŽAIBAS. Minėtoje įmonėje prieš keletą metų buvo gaminami paprasti kėbulai žirgams pervežti, bet šiandien esant įdiegtoms naujoms technologijoms įmonėje ir sukurtam konstruktorių biurui projektuojami ir gaminami VIP kėbulai. Toks kėbulas buvo pagamintas Lietuvoje esančiam žirgininkystės ūkiui. Šio kėbulo projekte buvo įgyvendintos idėjos, kurios įmonei padarė didžiulę reklamą ir galimybę konkuruoti su garsiais kėbulų gamintojais, tokiais kaip http://www.ketterer-trucks.de/relaunch/sites_php_e/a_news.php ir kt. Šiame darbe suprojektuotas automobilio kėbulo trapas, kurio staktoje bus įmontuotas mechanizmas palengvinantis trapo atidarymą ir uždarymą. Trapo paskirtis suvesti ir išvesti žirgus transportavimui. Tokių tipų trapai naudojami įvairios paskirties kėbuluose, kuriuose projektuojami ir montuojami šoniniai ir galiniai trapai. Šiuo atveju tokia konstrukcija reikalinga palengvinti žirgų išvedimą iš kėbulo.



2.1.1 pav. Kėbulas žirgams transportuoti



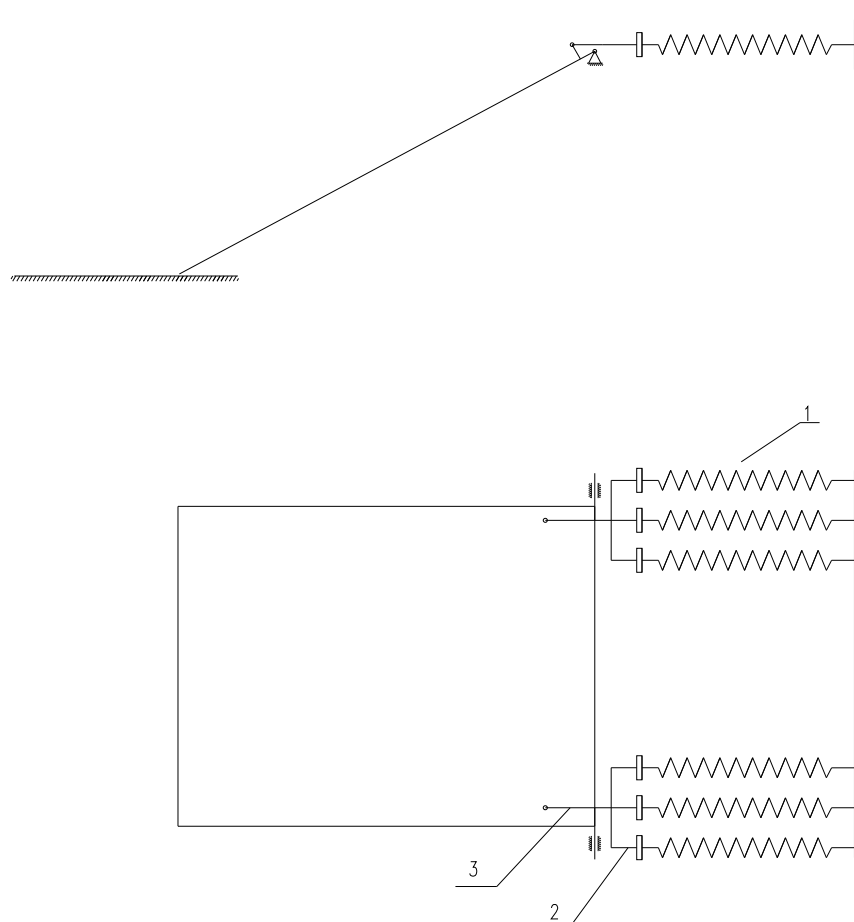
Kėbulo trapas, kurio bendro vaizdo schema pateikta (2.1.1 pav.) ir (2.1.2 pav.) sudaryta iš staktos (1), kuri pritvirtinta prie kėbulo šoninių sienų, lubų ir dugno. Prie staktos privirintos spec. įvorės (2), kurios skirtos trapo vyriams tvirtinti.

Trapas (7) pagamintas iš aliuminio profilių ir vyriais pritvirtintas prie staktos. Ant aliuminio profilių užklijuota guma, palengvinanti ir užtikrinanti saugumą žirgams juos įvedant ar išvedanti iš kėbulo. Trapo mechanizmas, kuris įtvirtintas staktoje tarnauja kaip jėgos kompensatorius, sudarytas iš lyno (5), kuris sujungtas su spyruoklėje (4) esančiu strypu (3) per ritinėlį (6). Teisingai parinkta spyruoklė puikiai tarnauja ir suteikia galimybę uždaryti trapą naudojant minimalią jėgą.

2.2. Konstrukcijos variantų apžvalga

Konstrukciniai variantai pateikti grafinėje projekto dalyje. Iš visų variantų pasirenkamas projektuoti vienas variantas, kuris technologiškas, patogiausiai aptarnaujamas, ekonomiškai pagaminamas, be to, atliks lengvai uždaromo trapo funkciją.

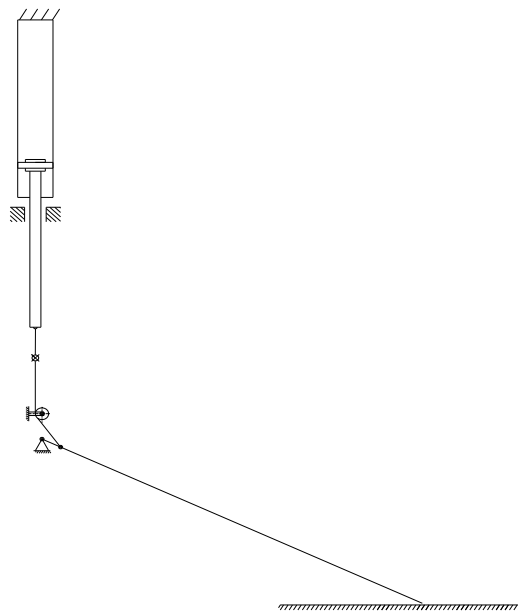
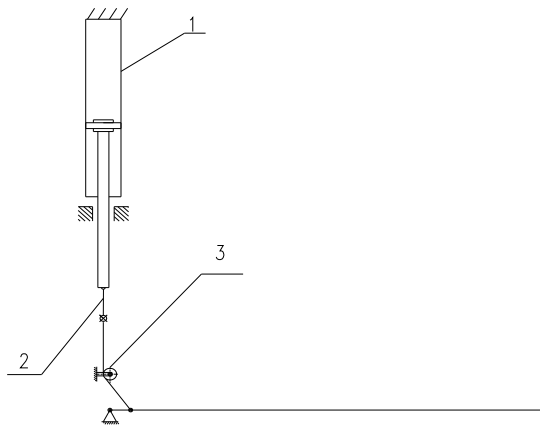
1. Variantas. Trapo mechanizmas (2.2.1 pav.) su horizontaliomis spyruoklėmis užima daug vietos po kėbulo dugnu. Tokio tipo mechanizmui reikia daugiau detalių, kurios sumažina įrenginio patikimumą. Šiam trapui iškyla spyruoklių nutrūkimo pavojus, nes atidarant trapą spyruoklė tempiama. Šiuo atveju mechanizmą veikia korozija, nes jis montuojamas po automobilio kėbulo dugnu. Veikimo principas: spyruoklės (1) įtvirtintos dvejose sekcijose (2) sujungtos lynu su trapo ausimi (3). Spyruoklės standumo jėga atidarant ar uždarant trapą veikia kaip kompensatorius.



2.2.1 pav. Trapo mechanizmas horizontaliomis spyruoklėmis

2 variantas. Trapo mechanizmas (2.2.2 pav.) su hidrocilindru yra brangus, reikalinga hidraulinė stotis. Sudėtinga sinchronizuoti du cilindrus, kad jie dirbtų vienodai. Norint sumontuoti cilindrą reikia daugiau vietos. Tai komplikuoja tolimesnį kėbulo projektavimą, detalių sumontavimą. Be to, naudojantis tokiu trapo pakėlimo mechanizmu gaisro atveju gali būti patirti dideli nuostoliai, nes sportiniai žirgai brangūs, o nelaimės atveju atjungus akumuliatorių atidaryti trapą tampa neįmanoma.

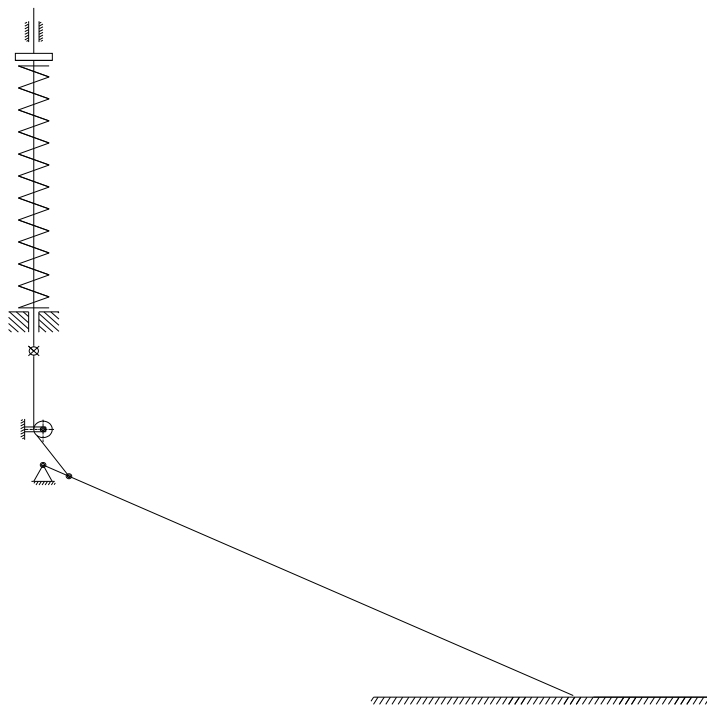
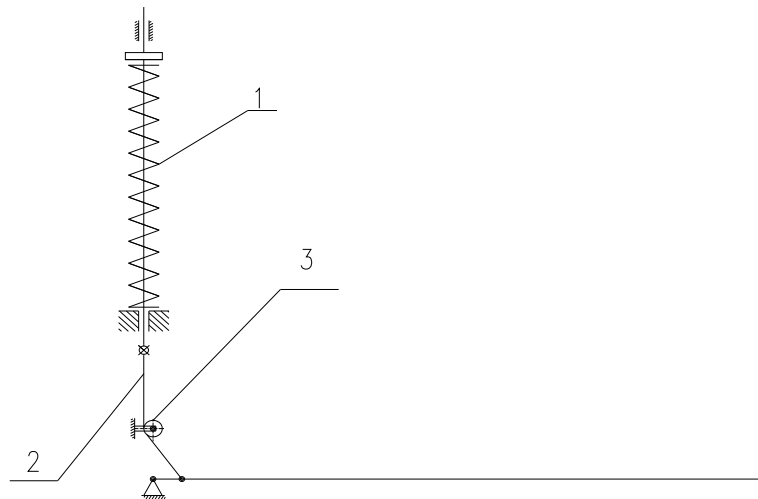
Veikimo principas: cilindrai (1) įtvirtinti staktoje. Prie hidraulinio cilindro koto pritvirtintas lynas, kuris sujungtas su trapo ausimi (2) per ritinėlį (3). Slėgio pagalba atliekama trapo atidarymo – uždarymo funkcija.



2.2.2pav. Trapo mechanizmas su hidrocilindru.

3 variantas. Trapo mechanizmas (2.2.3 pav.) su vertikaliomis spyruoklėmis. Jos kompaktiškai įmontuotos staktoje. Šis mechanizmas siekiant saugumo suprojektuotas taip, kad atidarant trapą spyruoklė yra spaudžiama, o ne tempiama. Toks trapo veiksmas yra saugus. Tai optimaliausias mechanizmas ekonominiu atžvilgiu, nes jam nereikia papildomų mechaninių sistemų, jis nereikalauja sudėtingo aptarnavimo, paprastas priėjimas prie mazgų.

Veikimo principas: spyruoklės su spec. strypu, skirtu spyruoklių reguliavimui (1), įtvirtintos staktoje. Prie spyruoklės su spec. strypu pritvirtintas lynas, sujungtas su trapo kilpa (2) per ritinėlį (3). Spyruoklės standumo jėga atidarant, uždarant trapą veikia kaip kompensatorius.



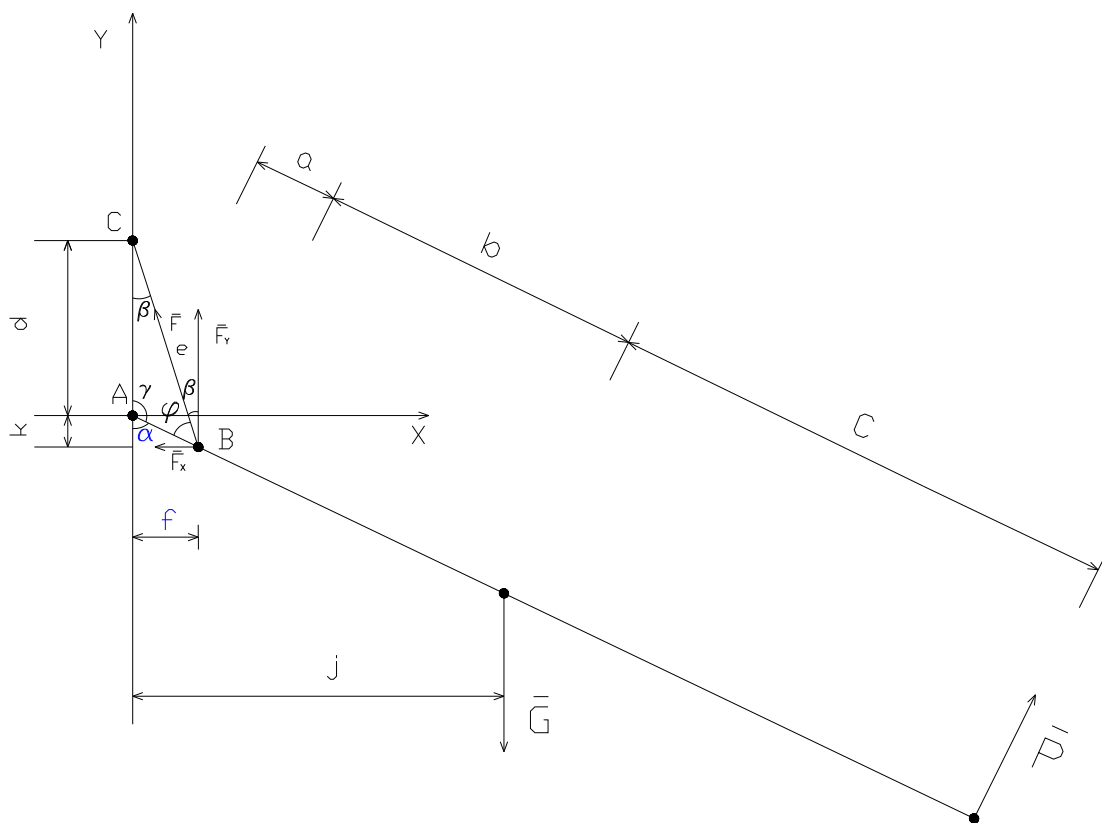
2.2.3 pav. Trapo mechanizmas su vertikaliomis spyruoklėmis

Išvada. Variantų analizėje išnagrinėjus pateiktus trapų mechanizmus, pasirenkamas trečias variantas dėl jo nesudėtingos konstrukcijos, eksploatacinio saugumo, patikimumo, dėl mažų gamybos sąnaudų. Šio tipo trapo mechanizmas kompaktiškai montuojamas automobilio staktoje, užima nedaug vietos bei suteikia galimybę lengvai prieiti sureguliuoti spyruoklės įtempimą.

2.3. Techniniai skaičiavimai

2.3.1 Trapo pakėlimui reikalingos jėgos skaičiavimas

Atliekant techninius skaičiavimus siekiama nustatyti jėgą, reikalingą trapo pakėlimo kompensacijai. Pagal šiuos skaičiavimus bus parenkama tinkamo standumo spyruoklė ir plieno lynas. Skaičiavimams reikalingi duomenys: $a = 0,106$ m; $b = 1,154$ m; $c = 1,26$ m; $d = 0,219$ m; $P = 50$ N; $G = 2800$ N; $\alpha = 64^\circ \div 180^\circ$. Skaičiavimų schema pateikta 2.3.1.1 paveiksle.



2.3.1.1 pav. Skaičiavimų schema

$$\sum M_A = 0$$

$$F \cdot \cos \beta \cdot f - F \cdot \sin \beta \cdot k - G \cdot j + P \cdot (a + b + c) = 0 \quad (2.3.1)$$

Iš (2.3.1) išreiškiamas F:

$$F(\cos \beta \cdot f - \sin \beta \cdot k) = G \cdot j - P \cdot (a + b + c)$$

$$F = \frac{G \cdot j - P \cdot (a + b + c)}{\cos \beta \cdot f - \sin \beta \cdot k} \quad (2.3.2)$$

Nustatomas kampas:

$$\gamma = 180^\circ - \alpha \quad (2.3.3)$$

Remiantis sinusų teorema:

$$\frac{e}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin \beta} = \frac{d}{\sin \varphi} \quad (2.3.4)$$

$$\sin \beta = \frac{a \cdot \sin \gamma}{e} \quad (2.3.5)$$

Remiantis kosinusų teorema:

$$e = BC = \sqrt{d^2 + a^2 - 2ad \cdot \cos \gamma} \quad (2.3.6)$$

(2.3.6) statoma į (2.3.5):

$$\sin \beta = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sqrt{d^2 + a^2 - 2ad \cdot \cos \gamma}} \quad (2.3.7)$$

$$\beta = \arcsin \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sqrt{d^2 + a^2 - 2ad \cdot \cos \gamma}} \quad (2.3.8)$$

Apskaičiuojamas atstumas:

$$f = a \cdot \sin \alpha \quad (2.3.9)$$

$$j = (a + b) \cdot \sin \alpha \quad (2.3.10)$$

$$k = a \cdot \cos \alpha \quad (2.3.11)$$

Skaičiavimui pasirenkamas kampas $\alpha=64^0$, nes t.y. padėtis automobiliui stovint lygiame paviršiuje ir esant nuleistam trapui, kuris su automobilio stakta sudaro 64 laipsnių kampą.

Nustatomas kampas γ (2.3.12):

$$\gamma = 180^0 - 64^0 = 116^0.$$

Randamas kampas β (2.3.13):

$$\beta = \arcsin \frac{0,106 \cdot \sin 116^0}{\sqrt{0,219^2 + 0,106^2 - 2 \cdot 0,106 \cdot 0,219 \cdot \cos 116^0}} = 19,742^0.$$

Apskaičiuojami atstumai (2.3.9), (2.3.10), (2.3.11):

$$f = 0,106 \cdot \sin 64^0 = 0,095m;$$

$$j = (0,106 + 1,154) \cdot \sin 64^0 = 1,132m;$$

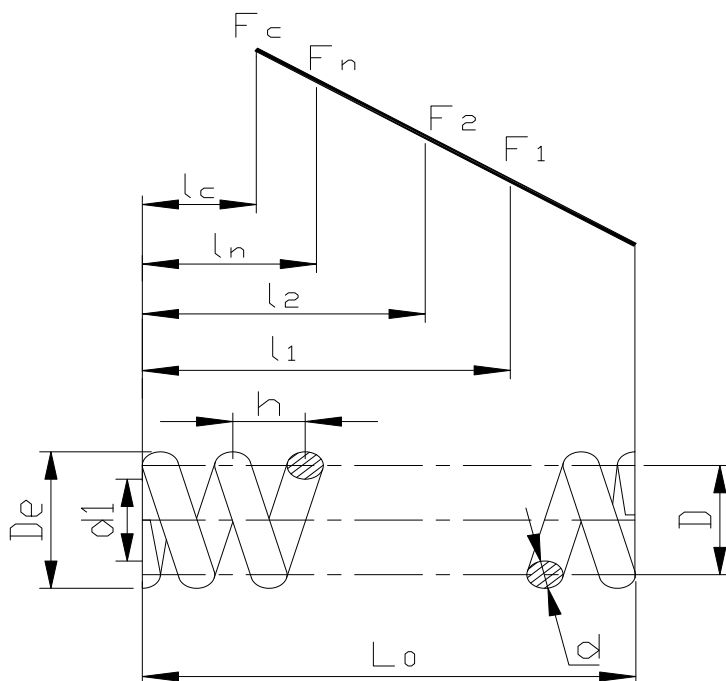
$$k = 0,106 \cdot \cos 64^0 = 0,046m.$$

Nustatoma jėga F (2.3.14):

$$F = \frac{2800 \cdot 1,132 - 50(0,106 + 1,154 + 1,26)}{\cos 19,742^\circ \cdot 0,095 - \sin 19,742^\circ \cdot 0,046} = 41161,3N.$$

Kampui α kintant nuo 64° iki 175° kiti jėgos F skaičiavimai pateikti 3 priede ir jėgos F kitimo priklausomybė nuo kampo α parodyta 2.3.11 pav. Iš atliktų skaičiavimų nustatyta, kad didžiausia jėga trapui pakelti reikalinga jam esant žemiausioje padėtyje. Paskaičiuota jėga dalijama pusiau, nes suprojektuotas mechanizmas yra su dviem spyruoklėmis.

Pagal paskaičiuotas jėgas parenkame reikiamą spyruoklę. Kadangi spyruoklė nestandartinė, ją užsakysime patirties nestandartinių gaminių srityje turinčioje Vokietijos įmonėje. Įmonė „Volker aueressing Spezialfeder“ <http://www.spezial-federn.de>. Spyruoklė užsakoma pagaminimui su jėgos atsarga pagal paskaičiuotas jėgas ir duotus parametrus. Pagamintos spyruoklės parametrai pateikti 2.3.1.2 pav.



$d1 = 45mm$
$De = 75mm$
$d = 15mm$
$h = 30mm$
$L_0 = 970mm$
$L_1 = 800mm$
$L_2 = 760mm$
$L_n = 623,15mm$
$L_c = 477,40mm$
$F_1 = 12819 \pm 1374N$
$F_2 = 15835 \pm 1422N$
$F_n = 33694N$
$F_c = 37144N$

2.3.1.2 pav. Spyruoklės schema

Žinant trapo pakėlimui reikalingą maksimalią jėgą (20580 N) parenkamas lynas ir lynžiedis. Lynas parenkamas su atsarga, tai bus 10mm diametro, jo minimali nutrūkimo jėga 5060 kg.

2.3.2 Spyruoklės darbinės apkrovos skaičiavimas

Apskaičiuosime parinktos spyruoklės darbinę apkrovą, nustatysime spyruoklės apkrovos priklausomybę nuo trapo pakėlimo padėties (kampas α). Kintant kampui α kinta spyruoklės suspaudimo eiga ir jos pasipriešinimo jėga. Iš trapo pakėlimui reikalingos jėgos skaičiavimų pasiimame jėgą, kuri reikalinga trapo atkėlimui iš nuleistos padėties (prie $\alpha = 64^\circ$) $F_{tr} = 20580,63 N$.

Apskaičiuojama prie kokios spyruoklės suspaudimo eigos $L_\alpha = L_{64}$ (kai $\alpha = 64^\circ$) pasiekiamą jėgą F_{tr} :

$$\frac{L_0 - L_2}{F_2} = \frac{L_0 - L_{64}}{F_{tr}} \quad (2.3.2.1)$$

$$(L_0 - L_{64}) \cdot F_2 = (L_0 - L_2) \cdot F_{tr}$$

$$L_{64} = \frac{L_0 \cdot F_2 - L_0 \cdot F_{tr} + L_2 \cdot F_{tr}}{F_2} \quad (2.3.2.2)$$

$$L_{64} = \frac{0,97 \cdot 15135 - 0,97 \cdot 20580,63 + 760 \cdot 20580,63}{15135} = 0,684 m$$

Prie tam tikro kampo α spyruoklės suspaudimas L_α apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L_\alpha = L_{\alpha-1} + e_{\alpha-1} - e_\alpha \quad (2.3.2.4)$$

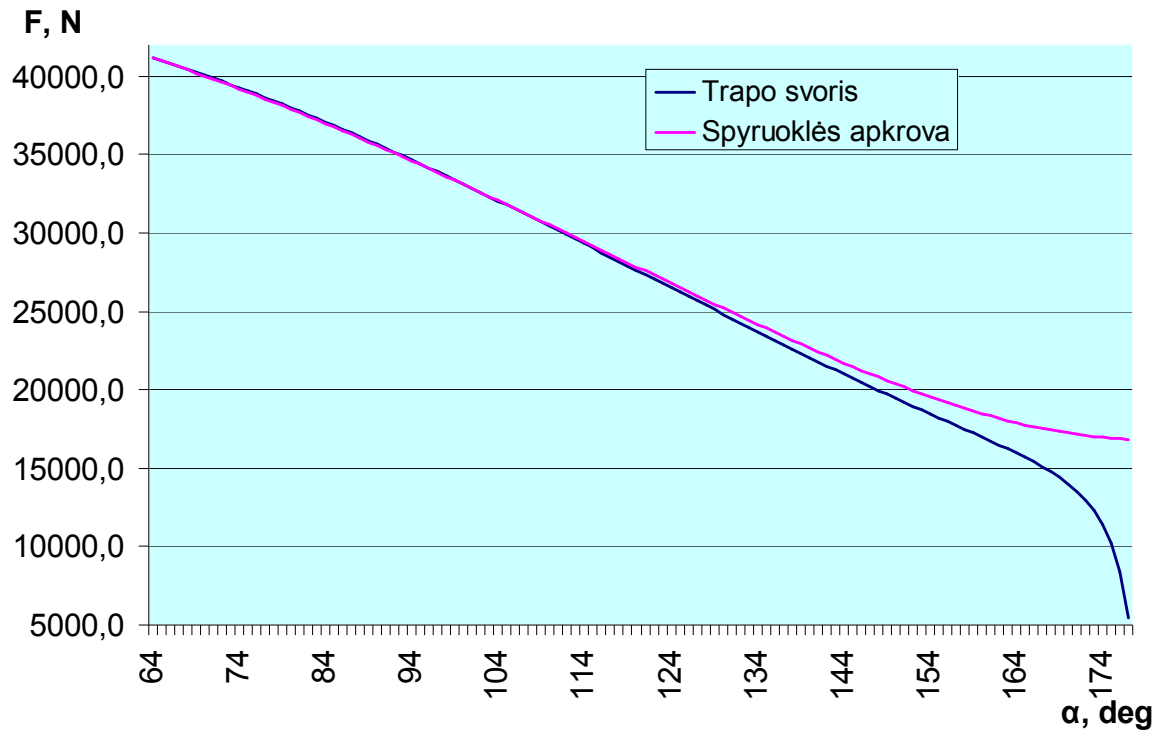
e apskaičiuojamas pagal formulę (2.3.6)

Spyruoklės pasipriešinimo jėga F_α prie tam tikro kampo α apskaičiuojama pagal formulę:

$$F_\alpha = \frac{(L_0 - L_\alpha) \cdot F_2}{L_0 - L_2} \quad (2.3.2.5)$$

Skaičiavimų rezultatai pateikti 4 priede.

Remiantis trapo pakėlimui reikalingos jėgos skaičiavimo ir spyruoklės darbinės apkrovos skaičiavimo rezultatais sudarome grafiką (2.3.1.3 pav.).



2.3.1.3 pav. Tarpo svorio ir spyruoklių apkrovos priklausomybė nuo kampo α

Grafike pavaizduota trapo pakėlimui reikalingos jėgos ir spyruoklės darbinės apkrovos priklausomybė nuo kampo α .

Iš grafiko matome, kad trapo svorio ir spyruoklės apkrovos kreivės išsiskiria. Tai nutinka todėl, kad spyruoklės apkrova priklauso nuo eigos. Kadangi eiga ties trapo viršutine pakėlimo padėtimi kinta labai nežymiai, o kampas kinta ir toliau tolygiai, todėl spyruoklės apkrovos priklausomybės nuo kampo α kreivės kritimas prieš užsidarant trapui sulėtėja. O trapo svorio jėgos priklausomybės nuo kampo α kreivė prieš užsidarant trapui krinta staigiai žemyn, nes kampas α kinta, bet trapo svoris labai žymiai mažėja dėl to, kad trapo svorio jėga pradeda veikti praktiškai į savo ašį.

2.4. Medžiagų parinkimo pagrindimas

Šio trapo gamyboje naudojamos plieno rūšys – tai nerūdyjantis plienas, plienas 45, aliuminis, spyruoklinis plienas.

Kokybiškasis konstrukcinis plienas 45 pasirinktas todėl, kad iš šio plieno gaminamos vidutinio stiprumo detalės. Konstrukciniai plienai gaminami su mažesniu žalingų priemaišų kiekiu, juose yra mažiau nemetalinių interpu, jų mikrostruktūra tolygesnė, negu paprastųjų konstrukcinių plienų, todėl jie naudojami gaminant svarbesnius gaminius. Nerūdyjančio plieno bendras apibūdinimas – metalas, kurio sudėtyje yra bent 12% chromo bei kintamas kiekis Ni, Mo, C, Ti. Šiuos plieno tipus lyginant su kitais, bendra yra tai, kad jie pasižymi itin aukštu atsparumu korozijai

oksiduojančioje terpėse. Šiandien nerūdijančio plieno pritaikymas yra labai platus - nuo įrankiams buityje iki pačių įvairiausių komponentų maisto pramonėje, tiksliojoje pramonėje, automobilių pramonėje ir t.t. Šiuo atveju naudojamas AISI 321(DIN 1,4541) nerūdyjantis plienas. Šiam gaminiui naudojami aukštos kokybės anoduoti aliuminiai profiliai, kurie pasižymi atsparumu lenkimui bei korozijai.

2.5. Suleidimų parinkimo pagrindimas

Detalių tarpusavio santykiams sujungimuose derinti yra sudaryta privaloma suleidimų ir tolerancijų sistema – tai standartu įforminta visuma instrukcijų – nurodymų apie tam tikrą mašinų detalių pritaikymą, priderinimą bei suleidimą. Daugumoje pasaulio šalių naudojama tarptautinė tolerancijų ir suleidimų sistema ISO.

Šiame bakalauro darbe, mechanizmo detalių suleidimai yra laisvi, nereikalaujantys tikslių suleidimų sąlygų. Tokiu atveju mechanizme naudosis suleidimą H11/d11. Šis suleidimas su labai dideliu tarpeliu naudojamas jungiant inkarą 6 (VM6 06.02.000SB) su įvore 11. Pasirinktas toks suleidimas, nes jis garantuoja didelį tarpelį tarp jungiamų detalių, kuris kompensuoja detalių netikslumą.

3. TECHNOLOGINĖ DALIS

3.1. Gaminamos detalės analizė

Gaminama detalė - strypo apkaba. Tai automobilio kėbulo trapo pakėlimo mechanizmo detalė. Ji tvirtinama prie kėbulo staktos ir atlieka strypo, kurio pagalba reguliuojamas spyruoklės įtempimas fiksaciją staktoje. Strypo apkaba tvirtinama prie kėbulo staktos dviem M10 varžtais. strypo apkaba nėra grūdinama, nes jos paskirtis mechanizme tik strypo tvirtinimas.

Detalės konstrukcijos technologiskumas yra labai svarbus technologinio pasiruošimo etapas. Detalė yra technologiška, pagaminti reikia minimalių medžiagų ir darbo laiko sąnaudų.

Strypo apkaba gaminama iš plieno C45 LST EN 10083-1. Išorinių paviršių konfigūracija leidžia ruošinį parinkti iš karštai valcuotos plieno juostos. Detalė simetriška, nėra paviršių, kuriuos būtų sudėtingai mechaniškai apdirbti ar naudoti specialias technologines priemones, įrankius ar prietaisus.

Strypo apkabos brėžinyje pavaizduotas dvi projekcijos su reikiamais matmenimis ir vaizdais. Detalei bus galima taikyti didelius pjovimo režimus, paviršiaus šiurkštumas Ra1,6. Šio paviršiaus šiurkštumo pakankamai užtenka, kad detalė galėtų glaudžiai jungtis su kita detale. Lentelėse 3.1.1 ir 3.1.2 pateikiama medžiagos, iš kurios bus gaminama apkaba, techninės charakteristikos.

3.1.1 lentelė

Plieno 45 (LST EN 10083-1) cheminė sudėtis

Priedas Nr. 1 (2014 m. rugsis 1 d.) cheminis sudėtis						
C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %	Ni, %	Cr, %
			Ne daugiau			
0.40-0.50	0.17-0.37	0.50-0.80	0.045	0.045	0.30	0.30

3.1.2 lentelė

Plieno 45 (LST EN 10083-1) mechaninės savybės:

σ_y , MPa	σ_u , MPa	δ_s , %	Z, %	KCU J/cm ²	HB ne daugiau	
ne mažiau					karštai valcuotas	atkaitintas
360	610	16	40	49	241	197

σ_y - takumo riba; σ_u - stiprumo riba; δ_s - bandinio santykinis ištysimas; Z - santykinis bandinio skerspjūvio susitraukimas; KCU - smūginis tūsumas; HB - kietumas pagal Briunelį.

Pagrindinės gaminamos detalės charakteristikos yra šios:

- stiprumas - medžiagos savybė priešintis deformavimui ar suardymui veikiant statinei arba dinaminei apkrovai;

- tamprumas - medžiagos savybė atgauti pradinį matmenį ir formą nesuyrant, kai veikia apkrova, ir ją išsaugoti pašalinus apkrovą;

- plastiškumas - medžiagos savybė negrįžtamai keisti matmenį ir formą nesuyrant, kai veikia apkrova, ir ją išsaugoti pašalinus apkrovą;

Medžiaga detalei parinkta teisingai. Esant reikalui ją galima pakeisti panašaus plieno markėmis (plienas 40, plienas 35).

3.2. Detalės brėžinio techninių sąlygų analizė

Siekiant užtikrinti kokybišką detalių gamybą būtina pagamintų detalių kontrolė (matmenų tikrinimas ir kontrolė). Šiuo atveju atsakingi darbuotojai, atliekantys detalių gamybos kontrolę, privalo patikrinti pagaminto veleno apkabos matmenis. Toliau žiūrint į techninių reikalavimų ir papildomų sąlygų formulavimo tinkamumą, matmeninių ryšių tarp detalės paviršių nustatymo tikslumą, leistinų nuokrypų žymėjimo formas galima teigti, kad matmenys frezuotojui išdėstyti patogiai tvarka ir jokie kiti papildomi matmenų skaičiavimai gamybos proceso metu nebus reikalingi. Matavimai atliekami specialiai šiai detalei sukonstruotu tarpašiniu skylių atstumo matavimo prietaisu.

3.2.1 lentelė

Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė

Eil. Nr.	Technologiskumo kriterijus	Atitikimas technologiskumo kriterijui
1.	Reikalingi matmenys	Visi reikalingi matmenys yra
2.	Atitikimas tarp matmenų tikslumo ir paviršių glotnumo	1. $60^{+0.1}_{-0.1}$ 12H Ra 6,3 2. 45 8H Ra 1,6
3.	Vaizdai ir pjūviai	Visi vaizdai ir pjūviai nurodyti
4.	Matmenų atitikimas standartinei eilutei	Ra 5 – 4;10 Ra 10 – 20 Ra 20 – Ra 40 – 9,5; 10,5 ;60 Papildomi matmenys- 18,5;49 Matmenys neatitinka jokiai standartinei eil.- 45 ; 77
5.	Matmenų išdėstymas pagal koordinačių ašis	Matmenys išdėstyti pagal tris koordinačių ašis
6.	Techninės sąlygos	1.LST EN 22768 mK. 2.* informaciniai matmenys 3. Nenurodytos nuokrypos: H12,h12 IT 12/2
7.	Matmenų matavimas	Sudėtingiau išmatuoti tarpašinių skylių atstumą $60^{+0.1}_{-0.1}$

3.3. Detalės technologiškumo analizė

3.3.1 lentelė

Detalės konstrukcijos atitikimas pagrindiniams technologiškumo kriterijams

Eil. Nr.	Technologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijui
1.	Metalo rūšies parinkimas	C45 LSTEN 100083-1
2.	Pasvirę paviršiai	Nuožulos 4×45^0
3.	Bazės	Bazavimas nesudėtingas
4.	Detalės standumas	Detalė standi
5.	Terminio apdirbimo rūšys	Detalė termiškai neapdirbama
6.	Specialių technologinių operacijų reikalingumas	Nereikia
7.	Simetrijos ašys ir plokštumos	Detalė turi dvi simetrijos plokštumas
8.	Sunkumai išskylantys dėl elementų išdėstymo, mechaniškai apdirbant detalę	Sunkumų nesudarys

Apskaičiuojamas medžiagos išnaudojimo koeficientas.

Koeficiento nustatymui reikia žinoti detalės ir ruošinio mases.

Detalės masė:

$$M_{\text{det}} = V_{\text{det}} \cdot \rho; \quad (3.3.1)$$

čia: $\rho = 7,82 \text{ g/cm}^3$.

$$M_{\text{det}} = 16,917 \cdot 7,82 = 132,29 \text{ g} = 0,132 \text{ kg}.$$

Figūros, apibrėžtos apie detalę masė:

$$M_f = V_f \cdot \rho; \quad (3.3.2)$$

$$M_f = 7,7 \cdot 2 \cdot 4,9 \cdot 7,8 = 488,588 \text{ g} = 0,489 \text{ kg}.$$

$$K_m = \frac{M_{\text{det}}}{M_{\text{rūoš}}}; \quad (3.3.3)$$

$$K_m = \frac{0,132}{0,489} = 0,22.$$

Unifikacijos koeficientas.

$$K_u = \frac{D_u}{D}; \quad (3.3.4)$$

D_u - unifikuotų paviršių kiekis; D – bendras paviršių kiekis.

$$K_u = \frac{14}{16} = 0,875.$$

Apdirbimo tikslumo koeficientas.

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{vid}}; \quad A_{vid} = \frac{\sum A_i n_i}{\sum n_i}; \quad (3.3.5)$$

A – paviršiaus tikslumo kokybės lygis, n- paviršių skaičius su nenurodytu tikslumo kokybe.

$$A_{vid} = \frac{12 \cdot 15 + 1 \cdot 8}{16} = 11,75;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,75} = 0,91.$$

Paviršių glotnumo koeficientas.

$$K_g = 1 - \frac{1}{B_{vid}}; \quad (3.3.6)$$

$$B_{vid} = \frac{\sum B_i n_i}{\sum n_i}; \quad (3.3.7)$$

B_i - glotnumas skaitine reikšme n_i - paviršių skaičius su nenurodytu glotnumu;

$$B_{vid} = \frac{6,3 \cdot 15 + 1,6 \cdot 1}{16} = 6;$$

$$K_g = 1 - \frac{1}{6} = 0,83.$$

3.4 Gamybos tipo ir partijos dydžio nustatymas

Technologinio proceso projektavimo pradžioje nėra žinomas operacijų kiekis ir darbo vietų skaičius, todėl apytiksliai gamybos tipą nustatome pagal metinę išleidimo programą ir detalės masę. Gamybos tipas charakterizuojamas operacijų priskyrimo vienai darbo vietai arba įrengimui koeficientu $K_{o.p.}$. Šis koeficientas skaičiuojamas vieno mėnesio planiniam periodui, pagal formulę:

$$K_{o.p.} = \frac{O}{P}, \quad (3.4.1)$$

O – įvairių operacijų kiekis; P – darbo vietų skaičius, kuriose atliekamos šios operacijos.

Gamybos tipas charakterizuojamas tokiomis koeficiento $K_{o.p.}$ reikšmėmis:

- masinė gamyba $K_{o.p.} = 1$;
- stambiaserijinė gamyba $K_{o.p.} = 1-10$;
- vidutinio serijškumo gamyba $K_{o.p.} = 10-20$;
- smulkiaserijinė gamyba $K_{o.p.} = 24-40$;
- vienetinė gamyba $K_{o.p.} > 40$.

Gamybos tipo priklausomybė nuo išleidimo apimtys (vnt.) ir detalės masės

Detalės masė, kg	Gamybos tipas				
	Vienuotinė	Smulkiaserijinė	Vidutinio serijiskumo	Stambiaserijinė	Masinė
<1,0	<10	10...2000	1500...100000	75000...200000	>200000
1,0...2,5	<10	10...1000	1000...50000	50000...100000	>100000
2,5...5,0	<10	10...500	500...35000	35000...75000	>75000
5,0...10	<10	10...300	300...25000	25000...50000	>50000
>10	<10	10...200	200...10000	10000...25000	>25000

Naudojantis lentelėmis ir pagal užduotą metinį planą apytiksliai parenkamas gamybos tipas. Metinė gamybos programa – 3000 vnt., nagrinėjamos detalės masė iki 1 kilogramo. Pagal 3.4.1 lentelę pasirenkamas vidutinio serijiskumo gamybos tipas [1000-50000].

Vidutinio serijiskumo gamyboje detalių skaičius partijoje apskaičiuojame pagal formulę [3.4.2]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{3000 \cdot 4}{250} = 48 \text{ vnt}; \quad (3.4.2)$$

čia N – metinė detalių išleidimo programa, vnt.;
a – dienų skaičius kuriam reikia turėti detalių atsargą (padavimo-išleidimo periodiškumas, atitinkantis surinkimo poreikius);
F – darbo dienų skaičius metuose.

Pageidautina, kad per mėnesį būtų išleidžiamos ne daugiau kaip trys, keturios detalių partijos. Šiai sąlygai geriausiai atitinka 4 ir 10 dienų periodas. Dienų skaičių, kuriam reikia turėti detalių atsargą pasirenkame $a = 4$.

Nustatant įrengimų ir darbininkų darbo laiko fondą, priimti tokie pradiniai duomenys:

Dienų skaičius per metus	365
Poilsio dienų skaičius	103
Šventinių dienų skaičius	10
Dienų, per kurias darbas sutrumpėja viena valanda, skaičius (prieš šventines dienas)	8
Darbo dienų skaičius metuose: $365 - (103 + 10) = 250$	

Takto nustatymas:

$$t = \frac{F \cdot 60}{N} \text{ min/vnt.}; \quad (3.4.3)$$

čia F – realus metinis įrengimų darbo laikas dirbant dviem pamainomis $F = 4200$ val.;
N – detalių metinė išleidimo programa vienetais.

$$t = \frac{4200 \cdot 60}{3000} = 84 \text{ min/vnt.}$$

Mėnesinė užduotis:

$$n_{men.} = \frac{N}{12} = \frac{3000}{12} = 250 \text{ vnt} \quad (3.4.4)$$

Užleidimų skaičius per mėnesį

$$m_{men.} = \frac{n_{men}}{n} = \frac{250}{48} = 5,2 \quad (3.4.5)$$

priimame, kad per mėnesį išleidžiamos 4 partijos.

Patikslintas detalių skaičius partijoje:

$$n = \frac{n_{men}}{m_{men}} = \frac{250}{4} = 62 \text{ vnt.} \quad (3.4.6)$$

Per metus išleidžiamų partijų skaičius:

$$n_{part.} = \frac{N}{n} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ partijos} \quad (3.4.7)$$

3.5 Technologinio proceso projektavimas

3.5.1 Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams

Detalių ruošinių gavimo metodas priklauso nuo detalės paskirties, konstrukcijos, techninių reikalavimų, metinės gamybos programos ir gamybinio tipo. Nuo to, koks ruošinys bus pasirinktas, priklauso projektuojamo technologijos proceso našumas, ekonomiškumas, taip pat ir detalės kokybė.

Svarbu, kad ruošinys pavidalu ir matmenimis būtų artimas išbaigtai detalei. Tai leidžia sumažinti brangų mechaninį apdirbimą pjovimu.

Tikslūs ruošinius svarbu turėti, jei planuojama automatizuota gamyba, nes svarbu, kad įrengimų apkrovimas būtų tolygus. Tai sumažina įrankių pirkimo kaštus, ilgėja staklių tarnavimo laikas, išlieka jų tikslumas. Taikant tokią gamybą užlaidos turi būti 10-30% mažesnės negu apdirbant rankomis.

Didelę reikšmę pasirenkamam ruošinio gamybos būdui turi gaminamos detalės medžiaga ir pavidalas. Jeigu medžiaga – ketus, tai reikėtų rinktis kurį nors liejimo būdą. Išlieti galima sudėtingos konfigūracijos detalių ruošinius, kurie reikalauja tik tikslų detalės apdirbimo operacijų.

3.5.2. Ruošinių parinkimo principai

Detalių ruošinių gavimo metodas priklauso nuo detalės paskirties, konstrukcijos, techninių reikalavimų, metinės gamybos programos ir gamybinio tipo. Parenkant ruošinio gavimo būdą atsižvelgiama į ekonominį kriterijų, t.y. į ruošinio pagaminimo savikainą. Detalių ruošiniai gali būti šampuojami, liejami, kalami, valcuojami. Ruošiniai parenkami tuomet, kai išanalizuotas detalės konstrukcijos technologiškumas. Ruošiniai turi būti racionalaus tipo ir racionalios formos. Kokybė turi būti tikrinama pagal standartus, t.y. nustatomos mechaninės savybės, forma, masė, matmenys ir paviršiaus kokybė. Visi ruošiniai turi būti apdoroti termiškai. Pagal nesudėtingą detalės formą galimi tokie ruošinio gavimo tipai: kalimas arba karštas šampavimas.

3.5.3. Detalės ruošinio pagrindiniai gamybos tipai

Pagal nesudėtingą detalės formą galimi tokie ruošinio gavimo tipai:

Kalimas- ruošiniai laisvuju kalimu gaminami esant vienetinei ir serijinei gamybai. Kalimas yra labai paplitęs mašinų gamyboje. Smulkūs ruošiniai laisvuju kalimu kalami siekiant jų formą apytikriai priartinti prie detalės formos, matmenų, bei sutaupyti metalo. Tokių ruošinių kokybė priklauso nuo ruošinių kokybės, nuo gamybos technologijos proceso. Dažniausiai kalami plieniniai ruošiniai. Neretai pasitaiko ir spalvotųjų metalų kalimu apdirbimo būdas, tai leidžia sumažinti metalų grūdelių dydį.

Kaltiniai ruošiniai būna netikslūs. Tiksliesni ruošiniai gaunami kalant su padedamaisiais šampais. Tokiu būdu yra galimybė kalti ruošinius iki 150 kg. Dažniausiai kalami smulkūs iki 5 kg ruošiniai.

Apdirbimo spaudimu būdai paremti medžiagos plastinio deformavimo principu, kai ruošinio forma keičiama perstumiant ruošinio dalis viena kitos atžvilgiu, nesudarant medžiagos vienalytiškumo. Plastinės deformacijos mechanizmas yra sudėtingas, nes jo esmė yra atomų perstūmimas į naują padėtį nekeičiant atstumų tarp atomų. Tokiu būdu apdirbti ruošiniai išlaiko vientisumą.

Štampavimas pasižymi tuo, kad pirminis ruošinys deformuojamas šampo lizde. Lyginamoji deformacija štampuojant yra didesnė negu kalant. Karšto štampavimo būdu gaminami nedidelių detalių ruošiniai, esant serijinei ir masinei gamybai. Lyginant su kalimu, štampavimas yra našesnis ir tiksliesnis. Štampuoti galima sudėtingų formų ruošinius, štampuojant būna mažai metalo atliekų.

Valcuoti ruošiniai gaminami metalurgijos gamyklose įkaitinus lietus metalo gabalus daug kartų apspaudžiant valcavimo staklynuose. Apdirbti ruošiniai būna sutankinti ir stiprūs.

Ruošiniai gali būti valcuoti strypai, profiliai. Jie gaminami įvairių formų – apvalūs, kvadratiniai, šešiakampiai, loviniai ir kt.

3.5.4. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju

Kalimu gaminami ruošiniai naudojami vienetinėje ir smulkiaserijinėje gamyboje, kadangi gaminti ruošiniams liejimo formas ar sudėtingus ir brangius šampus ekonomiškai neapsimoka. Šiam gaminamam ruošiniui liejimas būtų ekonomiškasis ruošinio pagaminimo būdas, kadangi detalė nedidelių gabaritų, todėl padaryti liejimo formas ruošinio gamybai nėra sudėtinga.

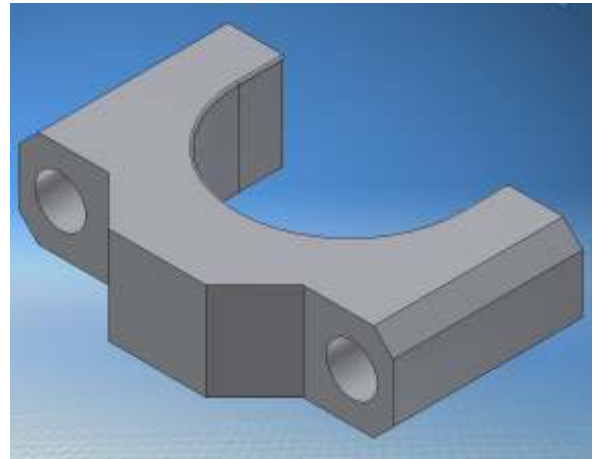
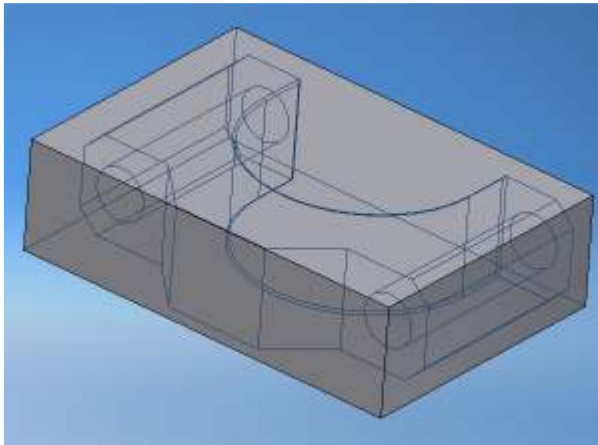
Vienetinei gamybai naudojami valcuoti ruošiniai, tai gali būti karšto valcavimo juostos loviai, ar kitokios formos ruošiniai. Gaminant detales iš tokių ruošinių lieka daug atliekų, bet esant vienetinei gamybai yra tinkamas ruošinio pasirinkimas. Konstruojant detales ir renkantis ruošinius svarbu, kad detalė būtų artima savo gabaritiniams matmenims gatavai detalei. Svarbu pritaikyti detalę prie standartinių ruošinių matmenų, tai leis sumažinti detalės kainą.

3.5.5. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju

Serijinės ir stambiaserijinėms gamyboms ruošiniai štampuojami šampuose, nes juose gaunami tiksliesni ruošiniai. Ruošinys bus gaunamas karšto štampavimo būdu, uždaruose šampuose. Toks būdas gamyboje vis plačiau naudojamas. Štampuojant uždaruose šampuose, šampas deformavimo metu lieka uždarys, nebūna išlajų, todėl pagerėja metalo sunaudojimas ir nereikalinga išlajų atkirtimo operacija. Štampavimą atliksime štampavimo kūjais. Štampuojant kūjais dėl didelių įrankio judėjimo greičių (6,0 – 7,5 m/s) metalas gerai užpildo šampo ertmę, ypač

viršutinio šampo. Paprastai šampuojama keliais smūgiais. Toks šampavimo būdas pasižymi gana aukštu našumu. Užlaidų dydis priklauso nuo ruošinio svorio ir matmenų, tikslumo klasės, plieno grupės, ruošinio sudėtingumo laipsnio.

Ruošinį parenkame atsižvelgiant į detalės paskirtį ir konstrukciją, medžiagos technologinius reikalavimus ir gamybos ekonomiškumą.



Apkabs ruošinys iProperties

General | Summary | Project | Status | Custom | Save | Physical

Solids
The Part [Update]

Material
Steel [Clipboard]

Density
7,850 g/cm³

Requested Accuracy
Low

General Properties

Center of Gravity	
Mass	0,760 kg (Relative)
Area	14740,000 mm ²
Volume	96800,000 mm ³
X	12,794 mm (Relative)
Y	-20,753 mm (Relative)
Z	11,000 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal | Global | Center of Gravity

Principal Moments

I1	435,918 kg mm ²	I2	222,202 kg mm ²	I3	596,822 kg mm ²
----	----------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------

Rotation to Principal

Rx	0,00 deg (Relative)	Ry	0,00 deg (Relative)	Rz	0,00 deg (Relative)
----	---------------------	----	---------------------	----	---------------------

[?] [Close] [Cancel] [Apply]

Ruošinys iš valcuotos juostos

Apkaba iProperties

General | Summary | Project | Status | Custom | Save | Physical

Solids
The Part [Update]

Material
Steel [Clipboard]

Density
7,850 g/cm³

Requested Accuracy
Low

General Properties

Center of Gravity	
Mass	0,260 kg (Relative)
Area	11570,268 mm ²
Volume	33141,419 mm ³
X	0,000 mm (Relative)
Y	-18,350 mm (Relative)
Z	10,000 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal | Global | Center of Gravity

Principal Moments

I1	50,788 kg mm ²	I2	156,642 kg mm ²	I3	188,128 kg mm ²
----	---------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------

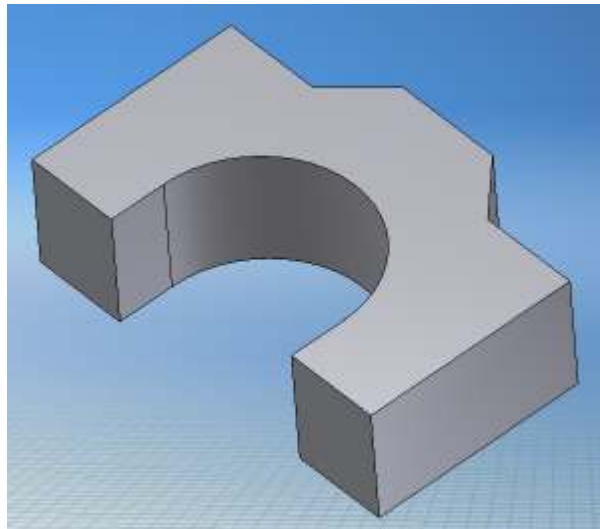
Rotation to Principal

Rx	0,00 deg (Relative)	Ry	0,00 deg (Relative)	Rz	0,00 deg (Relative)
----	---------------------	----	---------------------	----	---------------------

[?] [Close] [Cancel] [Apply]

Detalė

3.5.5.1 pav. Ruošinio masės



Apkaba Stampuota iProperties

General | Summary | Project | Status | Custom | Save | Physical

Solids
The Part [Update]

Material
Steel [Clipboard]

Density
7,850 g/cm³

Requested Accuracy
Low

General Properties

		Center of Gravity	
Mass	0,451 kg (Relative)	X	0,000 mm (Relative)
Area	11857,719 mm ²	Y	-16,369 mm (Relative)
Volume	57399,115 mm ³	Z	10,000 mm (Relative)

Inertial Properties

Principal | Global | Center of Gravity

Principal Moments

I1	102,519 kg mm ²	I2	321,305 kg mm ²	I3	384,098 kg mm ²
----	----------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------

Rotation to Principal

Rx	0,00 deg (Relative)	Ry	0,00 deg (Relative)	Rz	0,00 deg (Relative)
----	---------------------	----	---------------------	----	---------------------

[?] [Close] [Cancel] [Apply]

Štampuotas ruošinys
3.5.5.2 pav. Ruošinio masė

Metinė detalių gamybos apimtis yra 3000 vnt. Pasirinkus ruošinį iš valcuotos juostos 3.5.5.1 pav. plieno reikėtų 2280kg, piniginė išraiška 7068 lt. Vieno detalės ruošinio svoris 760g. Detalės kainą išaugins ruošinio pjovimas juostiniu pjūklų. Įvertinus darbo vietos kainą įmonėje, ruošinių pjaustymas įvertintas 13500 lt. Paruoštų ruošinių kaina 20568lt. Parinkus tokius ruošinius, atliekos sieks 1500 kg. Įvertinus drožlės kainą ruošiniai atpigti iki 19368 lt.

Pasirinkus šampuotus ruošinius 3.5.5.2 pav. reikėtų gaminti šampą kuris nėra sudėtingos konstrukcijos. Šampas kainuotų apie 8000 lt. Šampuoto ruošinio svoris yra 450g. Piniginė ruošinių išraiška pagal metinę detalių programą 4185 lt. Įvertinus detalių šampavimą įmonėje 3000 vnt. detalių kainuotų apie 3000lt. Susumavus išlaidas, ruošiniai kainuotų 15185 lt. Įvertinus drožles kurios siektų 570 kg ruošinius atpigintų iki 14729lt.

Išvada. Preliminariai įvertinus detalės ruošinių gavimo būdus ekonomiškai efektyviau yra šampuoti ruošiniai. Be to apdirbant šampuotus ruošinius sutrumpės jų apdirbimo laikas, tai dar padidins ekonominį efektą. Pagal metinę detalių programą investicija į šampą atsiperka per vienerių metų gamybos laikotarpį.

Todėl šiame bakalauro darbe pasirenkamas ruošinių šampavimas.

Nustatoma figūros masė. Iš šios figūros bus šampuojamas ruošinys.

$$M_f = V_f \cdot \rho; \quad (3.5.5.1)$$

$p = 7,82 \text{ g/cm}^3$ plieno tankis; V_f – figūros tūris; $M_f = 7,7 \cdot 2 \cdot 4,9 \cdot 7,8 = 588,588 \text{ g} = 0,589 \text{ kg}$.

Nustatomas detalės sudėtingumo laipsnis:

$$C = \frac{M_{\text{det}}}{M_f} = \frac{0,132}{0,589} = 0,22.$$

0,22 atitinka C3 sudėtingumo laipsnį. Plieno grupės sąlyginai žymimos M1 ir M2. M1 grupei priklauso angliniai ir legiruoti plienai, kuriuose anglies kiekis neviršija 0,45% ir legiruotų elementų yra iki 2%. M2 grupei priklauso visi kiti angliniai ir legiruoti plienai. Šiuo atveju plienas, pagal anglies kiekį jame, priskiriamas M1 klasei.

Šampuoti ruošiniai pagal tikslumą skirstomi į padidinto (I klasė) ir normalaus tikslumo (II klasė). Ruošinio tikslumas nustatomas atsižvelgiant į tikslumo reikalavimus, keliamus ruošinio matmenims, taip pat į gamybos sąlygas ir charakterį (serijinė ar masinė gamyba). Be to, leidžiamos skirtingos tikslumo klasės atskiriems vieno ruošinio matmenims. Šampavimo nuolydžiai parenkami iš literatūros [12]. Pagal anglies kiekį pliene nustatoma M1 plieno grupė. Parenkamas normalaus tikslumo ruošinys – 2 klasė, kurio užlaidos pateiktos 3.5.5.1 lentelėje. Karšto šampavimo ruošinių užlaidos mechaniniam apdirbimui ir normalaus tikslumo šampuotų ruošinių tolerancijos parenkamos pagal LST EN 7505-99, literatūrą [12].

3.5.5.1 lentelė

Sudėtingumo laipsnis	C3
Plieno grupė	M1
Pagaminimo tikslumas	II klasė
Šampavimo nuolydžiai	7^0 ir 10^0

Ruošinio užlaidų lentelė

Eil.Nr.	Detalės matmuo	Užlaidos dydis	Užlaidos dydis	Ruošinio matmuo
1	49	1,5	$+1,3$ $-0,7$	$52^{+1,3}$ $-0,7$
2	77	1,6	$+1,3$ $-0,7$	$80^{+1,3}$ $-0,7$
3	20	1,5	$+1,2$ $-0,6$	$23^{+1,2}$ $-0,6$
4	R22,5	1,5	$+1,2$ $-0,6$	$R\ 22,5^{+1,2}$ $-0,6$
5	9,5	1,5	$+1,2$ $-0,6$	$11^{+1,2}$ $-0,6$

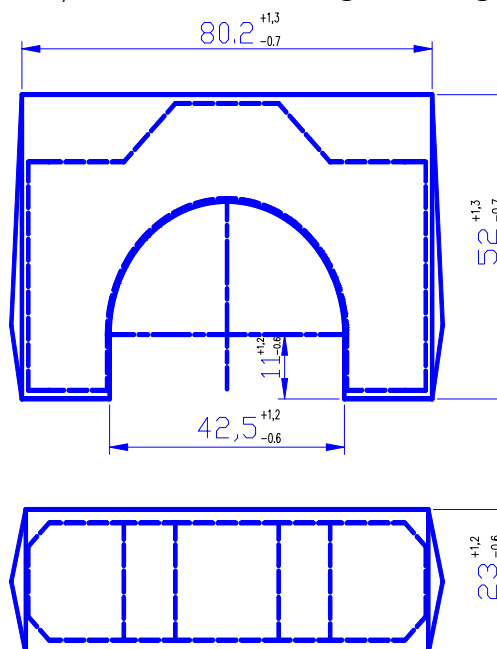
Pagal turimus duomenis apskaičiuojama ruošinio masė:

$$M_r = V_r \cdot \rho; \quad (3.5.5.2)$$

$$V_r = V_1 - V_2 - V_3 \quad (3.5.5.3)$$

$$V_r = 8,2 \cdot 2,3 \cdot 4,2 - 4,25 \cdot 2,3 \cdot 1,1 - \frac{3,14 \cdot 4,25^2 \cdot 2,3}{4 \cdot 2} = 52,154 \text{ cm}^3;$$

$$M_r = 52,154 \cdot 7,82 = 408 \text{ g} = 0,408 \text{ kg}.$$



3.5.5.3 pav. Šampuoto ruošinio eskizas

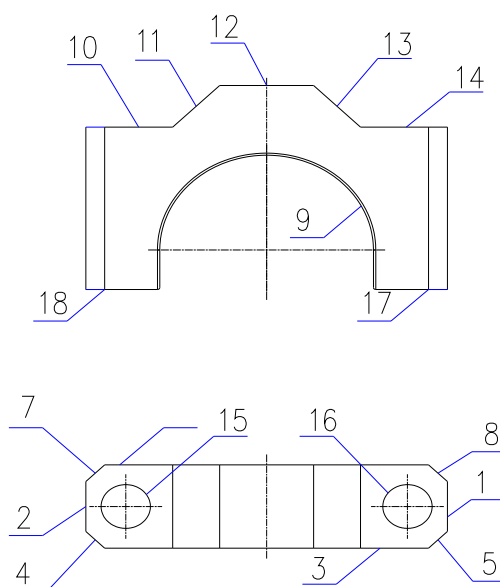
3.6. Technologinių bazių parinkimas

Technologinio proceso metu svarbu teisingai parinkti technologines bazes, kurios užtikrintų matmenų ir paviršių tarpusavio padėties tikslumą. Ruošinio bazavimo ir tvirtinimo schema turi užtikrinti jo patikimą užtvirtinimą ir padėties stabilumą viso mechanizmo apdirbimo metu numatytoje operacijoje. Bazavimo paviršiai turi būti parinkti taip, kad būtų užtikrintas matmenų ir paviršių tarpusavio padėties reikiamas tikslumas, kad įtaiso konstrukcija būtų kiek galima paprastesnė ir patikimesnė, kad būtų patogų ruošinį įdėti į įtaisą, užspausti ir po apdirbimo išimti, kad būtų galima laisvai pristatyti pjovimo įrankius prie apdirbamų paviršių. Detalės apdirbimo proceso metu numatomos technologinės bazės pateiktos 3.6.1 lentelėje.

Technologinės bazės

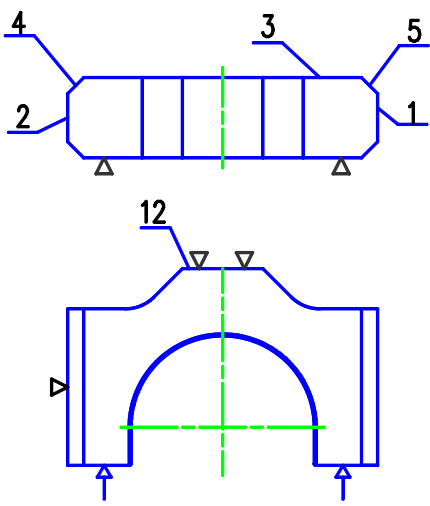
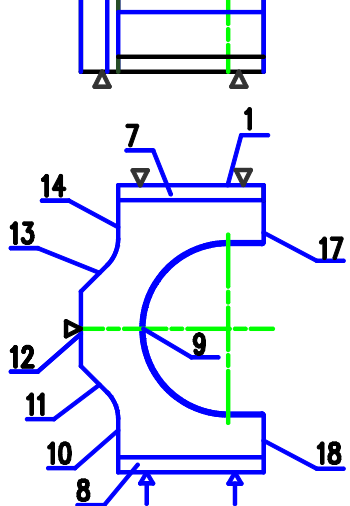
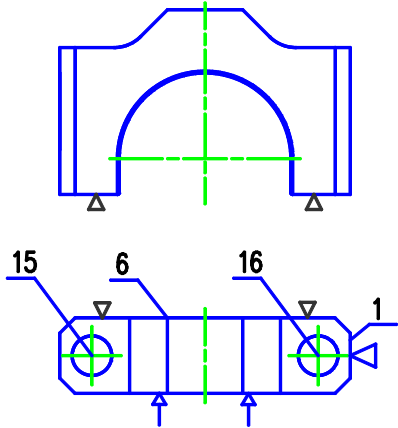
Paviršiaus Nr.	Paviršiaus charakteristika	Apdirbimo maršrutas	Paviršiaus tikslumas, kokybės, (μm)	Paviršiaus glotnumas Ra, μm
1.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
2.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
3.	Plokštuma	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
4.	Nuožula	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
5.	Nuožula	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
6.	Plokštuma	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
7.	Nuožula	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
8.	Nuožula	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
9.	Paviršius ir radiusas	Frezavimas glotnus	8 (0027)	1,6
10.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
11.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
12.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
13.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
14.	Paviršius	Frezavimas grubus	10 (120)	6,3
15.	Kiaurymė	Gręžimas	10 (160)	6,3
16.	Kiaurymė	Gręžimas	10 (160)	6,3

Frezavimo operacijoms atlikti parenkamos HAAS VF-4 vertikalios frezavimo staklės su programiniu valdymu (CNC) ir 24 vietų įrankių dėtuve. Šios staklės gali būti naudojamos serijinei ir smulkiaserijinei gamyboms.



3.6.1 pav. Technologinės bazės

Bazavimo schemas

	Pirmo detalės pastatymo metu atremiamas paviršius 12 prie spaustuvų lūpų. Paviršius 1 atremiamas prie spaustuvų reguliuojamos atramos. Paviršiai 17 ir 18 prispaudžiami pneumatinių spaustuvų lūpomis. Apdirbami paviršiai 1, 2, 3, 4, 5.
	Antro detalės pastatymo metu atremiamas apdirbtas paviršius 1 prie spaustuvų lūpų. Paviršius 17 prie šoninės spaustuvų reguliuojamos atramos. Apdirbami paviršiai 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 9, 18, 7, 8.
	Trečiu detalės pastatymo metu bazuojami apdirbti paviršiai 6 ir 1. Apdirbamos kiaurymės 15, 16.

3.7 Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas.

Užlaidų analitinis skaičiavimas

Sudaromas detalės apdirbimo technologinis maršrutas, kuriame pateikiamos visos operacijos pagal jų atlikimo tvarką. Operacijos išskaidomos į perėjimus. Taip pat parenkami nustatytoms operacijoms įrengimai. Bazavimo schemos tam tikroms operacijoms pateiktos grafinėje dalyje VM6 .06.03.00 00 TE

3.7.1 lentelė

Detalės apdirbimo technologinis maršrutas

Numeriai		Įrankis	Operacijos pavadinimas ir turinys	Staklės
Operacijos	Perėjimo			
005 frezavimas	1	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 1 frezavimas	HAAS VF-4
	2	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 2 frezavimas	
	3	Galinė 63 mm freza	Plokštumos 3 frezavimas	
	4	16mm 90 L freza	Nuožulos 4 frezavimas	
	5	16mm 90 L freza	Nuožulos 5 frezavimas	
010 frezavimas	1	Galinė 63 mm freza	Plokštumos 6 frezavimas	HAAS VF-4
	2	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 10 frezavimas	
	3	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 11 frezavimas	
	4	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 12 frezavimas	
	5	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 13 frezavimas	
	6	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 14 frezavimas	
	7	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 17 frezavimas	
	8	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 9 frezavimas	
	9	Pirštinė 20mm freza	Paviršiaus 18 frezavimas	
	10	16mm 90 L freza	Nuožulos 7 frezavimas	
	11	16mm 90 L freza	Nuožulos 8 frezavimas	
015 gręžimas	1	3,15mm centravimo grąžtas	Paviršiaus 15 centravimas	HAAS VF-4
	2	3,15mm centravimo grąžtas	Paviršiaus 16 centravimas	
	3	Spiralinis grąžtas 10,5 mm	Paviršiaus 15gręžimas	
	4	Spiralinis grąžtas 10,5 mm	Paviršiaus 16 gręžimas	

Apskaičiuojamos bendroji ir tarpinė užlaidos 3 ir 6 paviršiams, kurių matmuo 20.

Naudojantis literatūra nustatoma [9]:

Ruošinio $R_z 160 \mu m$; $h 200 \mu m$;

Nustatomos erdvinės nuokrypos kiekvienam perėjimui:

Ruošinio dviem paviršiams

$$\rho_{ruoš} = \Delta_k \cdot l = 1 \cdot 80,2 = 80,2 \mu m ; \quad (3.7.1)$$

čia: Δ_k – ruošinio lyginamasis kreivumas $\mu m / mm$.

Nustatoma paklaida ε grubiam frezavimui:

$$\varepsilon = 90 \mu m .$$

Apskaičiuojamos minimalios skaičiuojamos užlaidos grubiam frezavimui:

$$z_{\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i ; \quad (3.7.2)$$

$$z_{\min} = 160 + 200 + 80,2 + 90 = 530,2 \mu m .$$

Skačiuojamas matmuo 3 ir 6 paviršiui grubiai frezuojant:

$$20 - 0,280 = 19,720 \text{ mm.}$$

Skačiuojamas matmuo 3 paviršiaus ruošiniui:

$$19,720 + 0,530 = 20,25 \text{ mm.}$$

Skačiuojamas matmuo 6 paviršiaus grubiam frezavimui 20,25 mm.

Skačiuojamas matmuo 3 paviršiaus ruošiniui:

$$20,25 + 0,53 = 20,78 \text{ mm.}$$

Nustatomos tolerancijos kiekvienam perėjimui:

4 paviršiaus ruošiniui $1800 \mu\text{m}$;

8 paviršiaus frezavimui $280 \mu\text{m}$.

3 paviršiaus grubiam frezavimui ir 6 paviršiaus ruošiniui tolerancija apskaičiuojama:

$$T = \frac{T_{ruoš} + T_{apd}}{2} = \frac{1800 + 280}{2} = 1040 \mu\text{m}. \quad (3.7.3)$$

Ribiniai matmenys ruošiniui 3:

$$L_{\min} = 20,78 \text{ mm};$$

$$L_{\max} = 20,78 + 1,8 = 22,58 \text{ mm}.$$

Ribiniai matmenys grubiam paviršiaus 3 frezavimui:

$$L_{\min} = 20,25 \text{ mm};$$

$$L_{\max} = 20,25 + 1,04 = 21,29 \text{ mm}.$$

Ribiniai matmenys ruošiniui 6:

$$L_{\min} = 20,25 \text{ mm};$$

$$L_{\max} = 20,25 + 1,04 = 21,29 \text{ mm}.$$

Ribiniai matmenys grubiam 6 paviršiaus frezavimui:

$$L_{\min} = 19,72 \text{ mm};$$

$$L_{\max} = 19,72 + 0,28 = 20,00 \text{ mm}.$$

Apskaičiuojamos ribinės užlaidos grubiam frezavimui, paviršiui 6:

$$Z_{\min} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 20,25 - 19,72 = 0,53 \text{ mm}; \quad (3.7.4)$$

$$Z_{\max} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 21,29 - 20,00 = 1,29 \text{ mm}. \quad (3.7.5)$$

Paviršiui 3:

$$Z_{\min} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 20,78 - 20,25 = 0,53 \text{ mm};$$

$$Z_{\max} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 22,58 - 21,29 = 1,29 \text{ mm}.$$

Apskaičiuoti duomenys surašomi į 3.7.2 lentelę.

3.7.2 lentelė

Užlaidų skaičiavimo lentelė

Paviršiaus apdirbimo technologiniai perėjimai	Užlaidos elementai, μm				Skaiciuojama užlaida	Skaiciuojamas matmuo	Tolerancija	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidų reikšmės, μm	
	R_z	h	ρ	ε	μm $z_{i \min}$	mm $L_{\min}$	μm T	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$z_{\min}$	$z_{\max}$
20 _{-0,28}											
Ruošinys 4	160	200	80,2	-	-	20,78	1800	20,78	22,58	-	-
Frezavimas grubus 4	-	-	-	90	530,2	20,25	1040	20,25	21,29	530	1290
Ruošinys 8	160	200	80,2	-	-	20,25	1040	20,25	21,29	-	-
Frezavimas grubus 8	-	-	-	90	530,2	19,72	280	19,72	20,0	530	1290

Apskaičiuojamos bendroji ir tarpinė užlaidos 1 ir 2 paviršiams, kurių matmuo 77 mm.

Naudojantis lentelėmis nustatoma [9]:

$$\text{Ruošinio } R_z \ 160 \mu\text{m}; \ h \ 200 \mu\text{m};$$

Nustatomos erdvinės nuokrypos kiekvienam perėjimui:

$$\rho_{\text{ruoš}} = \Delta_k \cdot l = 2 \cdot 20 = 40 \mu\text{m}.$$

Nustatoma paklaida ε grubiam frezavimui:

$$\varepsilon = 70 \mu\text{m};$$

Apskaičiuojamos minimalios skaičiuojamos užlaidos grubiam frezavimui:

$$z_{\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i ;$$

$$z_{\min} = 160 + 200 + 40 + 70 = 470 \text{ } \mu m;$$

Skaiciuojamas matmuo 1 paviršiaus grubiam frezavimui:

$$77-0,300=76,700mm.$$

Skaiciuojamas matmuo 1 paviršiaus ruošiniui:

$$76,700+0,470=77,17mm.$$

Skaiciuojamas matmuo 2 paviršiaus ruošiniui 77,17 mm.

Skaiciuojamas matmuo 2 paviršiaus ruošiniui:

$$77,17+0,470=77,64 \text{ mm}.$$

Nustatomos tolerancijos kiekvienam perėjimui:

1 paviršiaus ruošiniui 2000 μm ;

2 paviršiaus grubiam frezavimui 300 μm ;

1 paviršiaus grubiam frezavimui ir 6 paviršiaus ruošiniui tolerancija apskaičiuojama:

$$T = \frac{T_{ruoš} + T_{apd}}{2} = \frac{2000 + 300}{2} = 1050 \text{ } \mu m . \quad (3.7.6)$$

Ribiniai matmenys 1 ruošiniui:

$$L_{\min} = 77,64mm ;$$

$$L_{\max} = 77,64 + 2 = 79,64mm .$$

Ribiniai matmenys grubiam paviršiaus 1 frezavimui:

$$L_{\min} = 77,17mm ;$$

$$L_{\max} = 77,17 + 1,15 = 78,32mm .$$

Ribiniai matmenys ruošiniui 2:

$$L_{\min} = 77,17mm ;$$

$$L_{\max} = 77,17 + 1,15 = 78,32mm .$$

Ribiniai matmenys grubiam 2 paviršiaus frezavimui:

$$L_{\min} = 76,70 \text{ mm};$$

$$L_{\max} = 76,70 + 0,3 = 77,0 \text{ mm}.$$

Apskaičiuojamos ribinės užlaidos grubiam frezavimui, paviršiui 2:

$$Z_{\min} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 77,17 - 76,70 = 0,47 \text{ mm};$$

$$Z_{\max} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 78,32 - 77 = 1,32 \text{ mm}.$$

Paviršiui 1:

$$Z_{\min} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 77,64 - 77,17 = 0,47 \text{ mm};$$

$$Z_{\max} = L_{\min i+1} - L_{\min i} = 79,64 - 78,32 = 1,32 \text{ mm}.$$

Gauti duomenys surašomi į 3.7.3 lentelę.

3.7.3 lentelė

Užlaidų skaičiavimo lentelė

Paviršiaus apdirbimo technologiniai perėjimai	Užlaidos elementai, μm				Skačiuojama užlaida	Skačiuojamas matmuo	Tolerancija	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidų reikšmės, μm	
	Rz	h	ρ	ϵ	μm $z_{i \min}$	mm $L_{\min}$	μm T	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$z_{\min}$	$z_{\max}$
$77_{-0,3}$											
Ruošiny 2	160	200	40	-	-	77,64	2000	77,64	79,64	-	-
Frezavimas grubus 2	-	-	-	70	470	77,17	1050	77,17	78,32	470	1320
Ruošiny 6	160	200	40	-	-	77,17	1050	77,17	78,32	-	-
Frezavimas grubus 6	-	-	-	70	470	76,70	300	76,70	77,0	470	1320

3.8 Pjovimo režimų skaičiavimas

Operacija yra pagrindinis technologinio proceso elementas. Jos projektavimo procese sprendžiami svarbūs techniniai ir ekonominiai uždaviniai, užtikrinantys racionalias detalės nustatytų reikalavimų gavimo sąlygas.

Operacija 005. Plokštumos 3 grubus fezavimas gabaritinė galine freza (pav. 3.5.1) su kietmetalio plokštelėmis. Plokštelės medžiaga HB 7720 (feed fz 0,15) Apdirbama plokštuma Ra = 6.3 μm . Dirbama CNC frezavimo centru Haas VF-4.



3.8.1. pav. Gabaritinė galinė freza

Frezavimo plotis $B=49$ mm;

frezavimo ilgis $l=77$ mm;

pjovimo gylis $t=1,5$ mm.

Pagal frezavimo plotį B parenkamas galinės frezos skersmuo $D=63$ mm, frezos dantų skaičius $Z=6$.

Frezos geometriniai elementai:

Frezos konstrukcinių ir geometrinių elementų parinkimas

$$\gamma = -5^\circ; \quad \alpha_1 = 7^\circ; \quad \varphi = 15^\circ; \quad \varphi_0 = 0,5\varphi^\circ; \quad \varphi_1 = 5^\circ; \quad \lambda = 12^\circ.$$

Frezavimo režimų nustatymas

Parenkama pastūma dančiui:

$$s_z = 0,15 \text{ mm/danč.}$$

Pjovimo greitis:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v; = \frac{332 \cdot 63^{0,2}}{260^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 49^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,48 = 189 \text{ m/min.}$$

(3.8.1.1)

D – frezos skersmuo, mm;

$C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$;

$T = 260$ min frezos patvarumas;

B – frezavimo plotis, mm;

z – frezos dantų skaičius;

K_v – bendras pataisos koeficientas

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,48 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48 \quad (3.8.1.2)$$

$K_{mv} = 0,48$ – koef. įvertinantis medžiagos paviršiaus būklę;

$K_{nv} = 1$ – koef. įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką greičiui;

$K_{uv} = 1$ – koef. įvertinantis apdirbamosios medžiagos pjovimo greitį.

Frezos sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 189}{3,14 \cdot 63} = 995 \text{ r/min.} \quad (3.8.1.3)$$

Sukimosi dažnio suderinimas su staklių paso duomenimis:

$$n_{st} \leq n; \quad n_{st} = 950 \text{ r/min.}$$

Tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 950}{1000} = 188 \text{ m/min.} \quad (3.8.1.4)$$

Minutinė pastūma:

$$s_m = s_t \cdot n_{st} = 0,15 \cdot 6 \cdot 950 = 855 \text{ mm/min.} \quad (3.8.1.5)$$

Tangentinė (apskritiminė) pjovimo jėgos dedamoji:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 49^{1,1} \cdot 6}{63^{1,3} \cdot 950^{0,2}} \cdot 0,71 = 1068 \text{ N}; \quad (3.8.1.6)$$

čia $C_v = 825$; $q = 1,3$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $w = 0,2$;

n – frezos sukimosi dažnis, r / min;

D – frezos skersmuo, mm;

K_{mp} – koef. įvertinantis apdirbamąją medžiagą;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^{0,3} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,71. \quad (3.8.1.7)$$

Frezos sukimo momentas:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{1068 \cdot 63}{2000} = 33,6 \text{ Nm.} \quad (3.8.1.8)$$

Pjovimui reikalinga galia:

$$N = \frac{P_z v_t}{60 \cdot 1020} = \frac{1068 \cdot 188}{60 \cdot 1020} = 3,28 \text{ kW.} \quad (3.8.1.9)$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \cdot \eta,$$

$$3,28kW \leq 7,5kW \cdot 0,8;$$

$$3,28kW \leq 6kW;$$

čia N_v – pagrindinio elektros variklio galia;

$\eta = 0,8$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

Frezavimo mašininis laikas

$$T_m = \frac{L}{S_m} = \frac{93,7}{855} = 0,11 \text{ min}; \quad (3.8.1.10)$$

čia $L = l + l_1 + l_2 = 77 + 11,7 + 5 = 93,7 \text{ mm};$

$l = 77 \text{ mm}$ – apdirbamojo paviršiaus ilgis;

l_1 – frezos įsipjovimo ilgis;

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \left(63 - \sqrt{63^2 - 49^2} \right) = 11,7 \text{ mm},$$

l_2 – frezos praėjimo ilgis (2-5 mm).

Operacija 0.15 Paviršiaus 15,16 gręžimas. Dirbama CNC frezavimo staklėmis Haas VF-4. Apdirbama medžiaga $\sigma_u = 235 \text{ MPa}$; HB=131.

Parenkamas spiralinis grąžtas (pav.3.5.2.) su cilindrinio kotu (DIN 338).



3.8.2 pav. spiralinis grąžtas

Grąžto skersmuo $D = 10,5 \text{ mm}$.

Grąžto medžiaga – greitapjovis plienas HSS-Roll [13] – 224p., 3,21 lent.).

Prenkama normali pjovimo dalies forma su pagalasta skerse ir juostele [13]–166p.

Kampai: $2\phi = 118^\circ$; $\alpha = 12^\circ$; $\psi = 55^\circ$; $\omega = 30^\circ$ [13] – 180p., 3.5 lent.

Pjovimo gylis $t = 0,5D = 0,5 \cdot 10,5 = 5,25 \text{ mm}$.

Gręžimo pastūma vienam apsisukimui $s = 0,17 \text{ mm/aps}$ [13]–224p. 3.21 lent.

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis gręžiant:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7,0 \cdot 10,5^{0,4} \cdot 0,35}{45^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} = 11,6 \text{ m/min};$$

čia $C_v = 7,0$; $q = 0.4$; $y = 0.7$; $m = 0.2$ - konstanta ir laipsnių rodikliai;
 D – gręžimo skersmuo, mm;
 $T=45$ min – grąžto patvarumas;
 K_v - pataisos koeficientas;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0,35 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,35$$

čia K_{mv} - koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui;

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_u} \right)^n = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{-0.9} = 0,35;$$

čia $K_r=1.0$ – koeficientas, apibūdinantis apdirbamojo plieno grupę;

$n = -0.9$ – laipsnio rodiklis;

$K_{uv}=1.0$ – koeficientas, įvertinantis grąžto medžiagos įtaką;

$K_{lv} = 1.0$ – koeficientas, įvertinantis gręžimo gylio įtaką;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,48$$

Apskaičiuojamas grąžto sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,6}{3,14 \cdot 10,5} = 352 \text{ r/min};$$

Sukimosi dažnio suderinimas su staklių paso duomenimis:

$$n_{st} \leq n; \quad n_{st} = 350 \text{ r/min.}$$

Gręžimo minutinė pastūma: $s_m = s_{n_{st}} = 0,14 \cdot 350 = 49 \text{ mm/min}$;

Tikslinama pastūma vienam apsisukimui (kai s_m derinama su staklių paso duomenimis)

$$s = \frac{s_m}{n_{st}} = \frac{49}{350} = 0,14 \text{ mm/aps.}$$

Tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,5 \cdot 350}{1000} = 11,5 \text{ m/min};$$

Apskaičiuojamas sukimo momentas:

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,5^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,42 = 3,3 Nm;$$

čia $C_M = 0,0345; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8;$

K_p - koeficientas, naudojamas taip pat ašinei jėgai apskaičiuoti;

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,42;$$

Apskaičiuojama ašinė pjovimo jėga:

$$P_0 = 10 C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 10,5^{1,0} \cdot 0,14^{0,7} \cdot 0,42 = 757,2 N;$$

čia $C_P = 68; \quad q = 1,0; \quad y = 0,7;$

Grąžtui sukti reikalinga pjovimo galia:

$$N = \frac{M \cdot n_{st}}{9750} = \frac{3,3 \cdot 350}{9750} = 0,12 kW;$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \eta;$$

$$0,12 \leq 6 \text{ (sąlyga tenkinama)}$$

čia $N_v = 7,5 kW$ – pagrindinio elektros variklio galia;

$\eta = 0,8$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas;

Paskaičiuojamas gręžimo mašininis laikas:

$$T_{m1} = \frac{L}{s_m} = \frac{55}{49} = 1,1 \text{ min};$$

čia L – darbo eigos ilgis, mm.;

s_m - minutinė pastūma, mm/min

$$L = l + l_1 + l_2 = 49 + 6 = 55 mm;$$

$l = 49 \text{ mm}$ – apdirbamos detalės aukštis;

$l_1 + l_2 = 6 \text{ mm}$ – grąžto įsipjovimo gylis ir praėjimo ilgis.

Apskaičiuotus pjovimo režimus surašome i lentelę. Likusius pjovimo režimus parenkame pasinaudodami Garant katalogu 2010m.

Detalēs apdirbimo pjovimo režimai

Operācijas apzīmējums Nr.	Operācija	Stakļu tips	Pjovimo gylis t, mm	Pastūma s, mm/danč.	Apsisukumu skaičius n, aps/min	Pjovimo greitis v, m/min	Minutinē pastūma, mm/min
005	Operācija						
1	Paviršius 1 frezavimas	Programinės frezavimo staklės HAAS VF-4	1,6	0,1	640	25	260
2	Paviršius 2 frezavimas		1,6	0,1	640	25	260
3	Plokštumos 3 frezavimas		1,5	0,15	950	188	855
4	Paviršius 4 nuožulos frezavimas		4x45	0,18	796	40/150	143
5	Paviršius 5 nuožulos frezavimas		4x45	0,18	796	40/150	143
010	Operācija						
1	Plokštumos 6 frezavimas	Programinės frezavimo staklės HAAS VF-4	1,5	0,15	950	188	855
2	Paviršius 10 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
3	Paviršius 11 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
4	Paviršius 12 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
5	Paviršius 13 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
5	Paviršius 14 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
2	Paviršius 17 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
3	Paviršius 9 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
4	Paviršius 18 frezavimas		1,5	0,1	640	25	260
5	Paviršius 7 frezavimas		4x45	0,18	796	40/150	143
5	Paviršius 8 frezavimas		4x45	0,18	796	40/150	143
015	Operācija						
1	Paviršius 15 gręžimas	Programinės frezavimo staklės HAAS VF-4	Kiaurymė 10,5	0,14 mm/aps.	350	11,5	49
2	Paviršius 16 gręžimas		Kiaurymė 10,5	0,14 mm/aps.	350	11,5	49

3.9 Technologinio proceso normavimas. Staklių parinkimas

Bet kokia technologinė operacija užtrunka tam tikrą laiko tarpą. Vienetinis laikas tai - laiko tarpas, lygus operacijos ciklo ir vienu metu gaminamų ar remontuojamų gaminių kiekio santykiui. Darbo normavimą atliekame kiekvienai operacijai. Vienetinis laikas detalės gamybai nustatomas pagal formulę.

$$t_v = t_o + t_p + t_{ap} + t_{pl}; \quad (3.9.1)$$

- čia t_o – pagrindinis laikas;
 t_p – pagalbinis laikas;
 t_{ap} – darbo vietos aptarnavimo laikas;
 t_{pl} – laikas darbuotojo asmeniniams poreikiams (poilsio laikas).

Pagrindinis laikas t_o – tai laikas, per kurį vyksta technologinis poveikis gaminiui. Pagrindinis laikas t_o skaičiuojamas kiekvienam perėjimui pagal formulę :

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{L \cdot i}{s_m}; \quad (3.9.2)$$

- čia L – įrankio persislinkimo skaičiuojamas ilgis apdirbimo metu, mm;
 i – darbo eigų skaičius atliekamame perėjime;
 s_m – minutinė įrankio pastūma, mm / min;
 s – pastūma vienam apsisukimui, mm/aps;
 n – suklio arba įrankio apsisukimų skaičius per minutę, aps/min.

$$L = l + l_{is} + l_{iš} + l_{pr} \quad (3.9.3)$$

- čia l – apdirbamo paviršiaus ilgis, mm;
 l_{is} – įrankio įsipjovimo dydis;
 $l_{iš}$ – įrankio išėjimo dydis;
 l_{pr} – įrankio privedimo prie ruošinio ilgis, mm.

Įrankio įsipjovimo dydis:

$$\text{gręžiant} \quad l_{is} = 0,3d_{gr}; \quad (3.9.4)$$

$$\text{frezuojant} \quad l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)}; \quad (3.9.5)$$

- čia d_{gr} – grąžto skersmuo, mm;
 t – pjovimo gylis, mm;

d_{fr} – frezos skersmuo, mm.

Pagalbinis laikas t_p - tai vienetinio laiko dalis, skirta pagalbiniais darbo veiksniais atlikti: detalei įtvirtinti ir nuimti, pavaroms įjungti, išjungti, ruošiniui matuoti.

Pagalbinis laikas apskaičiuojamas pagal formulę [11]:

$$t_p = t_{pu} + t_{pv} + t_{pm}; \quad (3.9.6)$$

čia t_{pu} – detalės uždėjimo ir įtvirtinimo bei atleidimo ir nuėmimo laikas, min;
 t_{pv} – staklių valdymo laikas, min;
 t_{pm} – detalių matavimo laikas, min.

Pagrindinio ir pagalbinio laiko suma vadinama operatyviniu laiku. Į šį laiką įeina tik to pagalbinio laiko dalis, kuri neperdengiama mašininiu laiku.

Darbo vietos aptarnavimo laikas – tai vienetinio laiko dalis, skirta technologinių įrenginių darbingumui palaikyti, jų darbo vietai aptarnauti. Jis apskaičiuojamas pagal formulę.

$$t_{ap} = \frac{t_0 \cdot a_{ap}}{100}; \quad (3.9.7)$$

$$t_{poil} = \frac{(t_0 + t_{pag}) \cdot a_{poil}}{100}; \quad (3.9.8)$$

čia a_{ap} ; t_{ap} - nuo pagrindinio laiko, %;
 a_{poil} ; t_{poil} - nuo pagrindinio laiko, %.

Techninio aptarnavimo laikas skirtas nudilusiam įrankiui pakeisti, įrenginiui paderinti, įrankiui reguliuoti. Skaičiavimuose jis įvertinamas procentais (iki 6%) nuo operatyvinio laiko arba skaičiuojamas pagal normatyvus atsižvelgiant į atliekamus darbus. Organizacinio aptarnavimo laikas, sugaištas paruošiant darbo vietą darbo pradžiai, sutvarkant darbo vietą pasibaigus pamainai, tepant ir valant stakles ir kt., nustatomas procentais nuo operatyvinio laiko (0,6-8%). Laikas asmeniniams poreikiams taip pat įvertinamas procentais nuo operatyvinio laiko (apie 2,5%).

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **005** operacijai: frezavimas.

Pirmas perėjimas. Frezuojamas paviršius (1):

$$L = l + l_{is} + l_{is'} + l_{pr} = 49 + 5,4 + 1 + 1 = 56,4 \text{ mm};$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{1,6(20 - 1,6)} = 5,4 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{56,4 \cdot 1}{260} = 0,22 \text{ min}.$$

Antras perėjimas. Frezuojamas paviršius (2):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 49 + 5,4 + 1 + 1 = 56,4mm;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{1,6(20 - 1,6)} = 5,4mm;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{56,4 \cdot 1}{260} = 0,22 \text{ min}$$

Trečias perėjimas. Frezuojamas paviršius (3):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 77 + 9,6 + 1 + 1 = 88,6mm;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{88,6 \cdot 1}{855} = 0,10 \text{ min};$$

Ketvirtas perėjimas. Frezuojamas paviršius (4):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 39 + 7 + 1 + 1 = 48mm;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{4(16 - 4)} = 7mm;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{48 \cdot 1}{143} = 0,34 \text{ min}$$

Penktas perėjimas. Frezuojamas paviršius (5):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 39 + 7 + 1 + 1 = 48mm;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{4(16 - 4)} = 7mm;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{48 \cdot 1}{143} = 0,34 \text{ min}$$

Pagrindinis laikas: $\sum t_o = 0,22 + 0,22 + 0,10 + 0,34 + 0,34 = 1,2 \text{ min};$

Pagalbinis laikas: $t_{pa} = 0,14 + 0,04 + 0,18 = 0,36 \text{ min};$

Aptarnavimo laikas: $t_{ap} = \frac{t_o \cdot a_{ap}}{100} = \frac{1,2 \cdot 3}{100} = 0,036 \text{ min};$

Poilsio laikas: $t_{poil} = \frac{(t_o + t_{pa}) \cdot a_{poil}}{100} = \frac{(1,2 + 0,36) \cdot 2}{100} = 0,013 \text{ min};$

Programinėmis frezavimo staklėmis *Haas VF-4* atliekamos operacijos vienetinis laikas:

$$t_v = 1,2 + 0,36 + 0,036 + 0,013 = 1,61 \text{ min} .$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **010** operacijai: frezavimas.

Pirmas perėjimas. Frezuojamas paviršius (6):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 77 + 9,6 + 1 + 1 = 88,6 \text{ mm}$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{1,5(63 - 1,5)} = 9,6 \text{ mm}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{88,6 \cdot 1}{855} = 0,10 \text{ min}$$

Antras perėjimas. Frezuojami paviršiai (10,11,12,13,14,):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 77 + 5,3 + 1 + 1 = 84,3 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{1,5(20 - 1,5)} = 5,3 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{84,3 \cdot 1}{260} = 0,32 \text{ min} .$$

Trečias perėjimas. Frezuojami paviršiai (17,9,18):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 122 + 5,3 + 1 + 1 = 129,3 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{1,5(20 - 1,5)} = 5,3 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{129,3 \cdot 1}{260} = 0,50 \text{ min}$$

Ketvirtas perėjimas. Frezuojamas paviršius (7):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 39 + 7 + 1 + 1 = 48 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{4(16 - 4)} = 7 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{48 \cdot 1}{143} = 0,34 \text{ min}$$

Penktas perėjimas. Frezuojamas paviršius (8):

$$L = l + l_{is} + l_{i\check{s}} + l_{pr} = 39 + 7 + 1 + 1 = 48 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = \sqrt{t(d_{fr} - t)} = \sqrt{4(16 - 4)} = 7 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{48 \cdot 1}{143} = 0,34 \text{ min}$$

Pagrindinis laikas: $\sum t_0 = 0,10 + 0,32 + 0,50 + 0,34 + 0,34 = 1,6 \text{ min};$

Pagalbinis laikas: $t_{pa} = 0,14 + 0,04 + 0,18 = 0,36 \text{ min};$

Aptarnavimo laikas: $t_{ap} = \frac{t_0 \cdot a_{ap}}{100} = \frac{1,6 \cdot 3}{100} = 0,048 \text{ min};$

Poilsio laikas: $t_{poil} = \frac{(t_0 + t_{pa}) \cdot a_{poil}}{100} = \frac{(1,6 + 0,36) \cdot 2}{100} = 0,04 \text{ min};$

Programinėmis frezavimo staklėmis *Haas VF-4* atliekamos operacijos vienetinis laikas:

$$t_v = 1,6 + 0,36 + 0,048 + 0,04 = 2,05 \text{ min} .$$

Nagrinėjame vienetinio laiko normą **015** operacijai: gręžimas.

Pirmas perėjimas. Gręžiamas paviršius (15):

$$L = l + l_{is} + l_{is} + l_{pr} = 39 + 3,15 + 1 + 1 = 44,15 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = 0,3d_{gr} = 0,3 \cdot 10,5 = 3,15 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{44,15 \cdot 1}{49} = 0,90 \text{ min} .$$

Pirmas perėjimas. Gręžiamas paviršius (16):

$$L = l + l_{is} + l_{is} + l_{pr} = 39 + 3,15 + 1 + 1 = 44,15 \text{ mm} ;$$

$$l_{is} = 0,3d_{gr} = 0,3 \cdot 10,5 = 3,15 \text{ mm} ;$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m} = \frac{44,15 \cdot 1}{49} = 0,90 \text{ min} .$$

Pagrindinis laikas: $\sum t_0 = 0,90 + 0,90 = 1,8 \text{ min};$

Pagalbinis laikas: $t_{pa} = 0,14 + 0,04 + 0,18 = 0,36 \text{ min};$

Aptarnavimo laikas: $t_{ap} = \frac{t_0 \cdot a_{ap}}{100} = \frac{0,90 \cdot 3}{100} = 0,027 \text{ min};$

Poilsio laikas:
$$t_{poil} = \frac{(t_0 + t_{pa}) \cdot a_{poil}}{100} = \frac{(0,90 + 0,36) \cdot 2}{100} = 0,025 \text{ min};$$

Programinėmis frezavimo staklėmis *Haas VF-4* atliekamos operacijos vienetinis laikas:

$$t_v = 0,90 + 0,90 + 0,36 + 0,025 = 2,2 \text{ min}.$$

3.9.1 lentelė

Operacijų vienetinių laikų suvestinė lentelė

Operacijos		Staklių modelis	Vienetinis laikas, min
Nr.	Pavadinimas		
005	Frezavimas	<i>Haas VF-4</i>	1,61
010	Frezavimas		2,05
015	Gręžimas		2,18

3.9.2 lentelė

Įrenginių pagrindinės charakteristikos

S taklių modelis	Staklių tipas	Suklio sukimosi dažniai, rad/s	Pagrindinio elektros variklio galingumas, kW	Staklių masė, kg	Staklių gabaritai, mm
<i>Haas VF-4</i>	CNC	10-7500	7,5	3600	3500x2200x2500

Pagrindinių technologinių įrengimų kiekis konkrečiai operacijai skaičiuojamas pagal formulę:

$$C_{st} = \frac{t_v}{t_t} \quad (3.9.9)$$

čia t_v – vienetinis operacijos laikas, min;
 t_t – gaminių išleidimo taktas (4.3 formulė), vnt/min; 11,7

Staklių apkrovimo koeficientas paskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_{ap} = \frac{C_s}{C_{pr}} \quad (3.9.10)$$

čia C_{pr} - priimtų staklių kiekis.

005 operacija

$$C_{st} = \frac{t_v}{t_t} = \frac{1,61}{12,6} = 0,13; \quad \text{Priimama } C_{pr} = 1; \quad K_{ap} = \frac{C_{st}}{C_{pr}} = \frac{0,13}{1} = 0,13.$$

010 operacija

$$C_{st} = \frac{t_v}{t_t} = \frac{2,05}{12,6} = 0,16; \quad \text{Priimama } C_{pr} = 1; \quad K_{ap} = \frac{C_{st}}{C_{pr}} = \frac{0,16}{1} = 0,16.$$

015 operacija

$$C_{st} = \frac{t_v}{t_t} = \frac{2,18}{12,6} = 0,17; \quad \text{Priimama } C_{pr} = 1; \quad K_{ap} = \frac{C_{st}}{C_{pr}} = \frac{0,17}{1} = 0,17.$$

Pagrindinių technologinių įrenginių suvestinė

Įrengimų, staklių pavadinimas	Įrengimų kiekis	Apkrovos koeficientas
Programinės frezavimo staklės <i>HAAS VF-4</i>	1	0,15

Išvada. Esant tokiai gamybos apimčiai, staklės yra apkrautos 15%. Staklių apkrovimo koeficientas yra nedidelis, todėl staklės bus apkraunamos apdirbant kitas detales, kurios bus tiekiamos iš kitų cechų, barų arba teikiant paslaugas įvairioms įmonėms. Todėl staklių apkrovimo koeficiento reikšmė padidės iki 0,7-0,8.

4. ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA

4.1 Montavimo ir eksplotavimo reikalavimai

Visų automobilių ir mechanizmų, įrengimų valdymo įtaisai išdėstomi tokia tvarka, kokia yra atliekamos tam tikros operacijos. Įtaisai, įrengimai sudėlioti taip, kad juos greitai būtų galima pastebėti ir pasiekti iš bet kurios darbo padėties. Visi naudojami įrankiai turi būti tvarkingi ir naudojami tik pagal paskirtį. Elektriniai ir pneumatiniai įrankiai prieš darbo pradžią turi būti išbandyti tuščiaja eiga. Prieš pradėdamas darbą kėbulo surinkėjas turi apsirengti darbo drabužiais ir apsiauti darbinius batus. Susipažinęs su darbo brėžiniais ir užduotimi, jis pasiruošia visus reikalingus įrankius, individualias apsaugos priemones bei pagalbines priemones, elektrifikuotus instrumentus, kilnojamus šviestuvus ir būtinai patikrina jų techninę būklę. Iš darbo vietos pašalina nereikalingus daiktus. Neleistina, kad gamybinėse patalpose susikauptų daug eksploatacijai netinkamų automobilių detalių. Neturi būti užkrauti praėjimai. Baro grindys turi būti lygios, tvirto pagrindo ir neslidžios.

4.2 Trapo aptarnavimas darbo metu

Pagrindiniai trapo eksploatacijos reikalavimai:

1. Automobilio vairuotojas turi būti supažindintas su trapo mechanizmu, jo veikimo principu.
2. Jis taip pat turi būti instrukuotas, kaip saugiai elgtis, tai yra nestovėti po trapu, kad atsitikus mechaniniam gedimui nebūtų sužalotas.
3. Prieš atidarant trapą vairuotojas privalo patikrinti automobilio važiuoklės oro pagalvių slėgį. Tai svarbu, nes pilnos pagalvės keičia automobilio posvyrio kampą.
4. Svarbu laiku apsilankyti pas gamintoją, dėl visų mechaninių mazgų patikrinimo.
5. Spyruoklė turi būti sutepta antikoroziniais silikonais ar kt. medžiagomis pvz., WURTH gamintojo sausu teflonu PTFE, kuris skirtas paviršių tepimui ir antikorozijai. Jis nepalieka dėmių, patogų suteptus mazgus ir mechanizmus aptarnauti, nereikia jų papildomai plauti ir valyti.
6. Iškilus klausimams kreiptis į gamintoją.

4.3. Darbų saugos, darbo vietų ir sveikatos reikalavimai

Minimalūs saugos ir sveikatos darbe reikalavimai darbo įrenginiams ir jų naudojimui yra nustatomi pagal nuostatus t.y. pagal Europos Bendrijos Tarybos direktyvą 89/655/EEC ir ją papildančias direktyvas 95/63/EC ir 2001/45/EB [16]. Darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybų nuostatai reglamentuoja įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos steigimo tvarką, funkcijas, teises, pareigas ir kvalifikacinius reikalavimus.

Aptarnaujantis personalas turi būti supažindintas su darbų saugos ir eksploatacijos instrukcijų keliama reikalavimais ir pasirašyti instruktažų žurnale. Darbo vietoje turi būti

iškabintos trumpos ištraukos iš darbų saugos ir sveikatos instrukcijų arba darbų saugos atmintinės, įspėjantys plakatai, kuriuose turi būti nurodyti pagrindiniai saugaus darbo ir sveikatos reikalavimai.

Darbo vieta turi būti įrengta taip, kad joje dirbantys darbuotojai būtų apsaugoti nuo galimų traumų, darbo aplinkoje neturi būti sveikatai kenksmingų ar pavojingų rizikos veiksnių. Turi būti geras darbo vietos apšvietimas, ventiliacija, nes tai yra labai svarbus darbo ir poilsio komforto faktorius. Šviesa veikia ne tik žmogaus regos organus, bet ir bendrą jo psichinę būseną bei darbingumą.

4.4. Gaminio poveikis aplinkai

Ekspluatuojant spec. kėbulą ir jame esamiems mechanizmams nenaudojamos jokios ypatingai kenksmingos medžiagos, kurios kenktų žmogaus organizmui. Mechanizmo judančios dalies sutepimui naudojamas tepalas nekelia grėsmės aplinkai.

5. EKONOMINĖ DALIS

Projektuojamojo gaminio savikainos kalkuliacija.

5.1 lentelėje pateiktas gaminio savikainos apskaičiavimas, kuris pildomas, kai atlikti visi tarpiniai skaičiavimai.

5.1 lentelė

Gaminio savikainos apskaičiavimas		
	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, Lt
I.	Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos:	
a)	projektavimo darbai	14 599,22
b)	technologijos paruošimo darbai	10 709,25
	Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų	25 308,47
II.	Tiesioginės gamybos išlaidos:	
1.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos:	
a)	medžiagų ir žaliavų išlaidos	3 169,85
b)	grįžamosios atliekos	– 405,00
c)	pagalbinių medžiagų išlaidos	1 350,00
d)	pusgaminių, komplektuojamų gaminių, atsarginių detalių išlaidos	14 635,68
2.	Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams):	
a)	darbo užmokestis	5 918,0
b)	socialinis draudimas	1 242,78
	Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų	20 511,31
III.	Netiesioginės gamybos išlaidos:	
a)	energijos išlaidos technologiniams tikslams	653,05
b)	vandens išlaidos	38,01
c)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	13 550,9
	Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų	14 241,96
	Gamybos savikaina	60 061,74
IV.	Veiklos sąnaudos	43 539,08
V.	Iš viso išlaidų	103 600,82
	Gamybos programa, vnt.	8
	Vieno gaminio išlaidos	12 950,10
	Gaminio pardavimo kaina, Lt	14 000

5.1. Projektavimo darbų sąnaudos

5.1.1 lentelė

Projektavimo darbų laiko sąnaudos

Eil. Nr.	Projektavimo darbų charakteristika	Vienos detalės laiko sąnaudos, val.	Brėžinių skaičius	Visų detalių laiko sąnaudos, val.
1.	Techninė užduotis	0,8–1,4	10	14
2.	Techninis projektas	2,0–7,0	100	400
3.	Darbo brėžiniai	2,0–4,0	29	116
4.	Surinkimo brėžiniai	0,8–1,2	4	4,8
5.	Brėžinių kontrolė	0,8–1,4	33	46,2
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	2,0–4,0	4	16
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	0,3–4,0	29	116
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	0,5–4,0	33	132
9.	Darbų apiforminimas	0,3–4,0	33	99
10.	Kopijavimo darbai	0,1–1,0	33	3,3
	Iš viso			947,3

Apskaičiavus projektavimo darbų laiko sąnaudas, skaičiuojamos projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.

5.1.2 lentelė

Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos

Eil. Nr.	Projektavimo darbai	Visų detalių laiko sąnaudos, val.	Visų detalių laiko sąnaudos, (dienomis)	Vidutinis dienos darbo užmokestis, Lt	Apmokėjimo suma, Lt
1.	Techninė užduotis	14	1,75	100,0	175,0
2.	Techninis projektas	400	50	100,0	5000,0
3.	Darbo brėžiniai	116	14,5	95,0	1377,5
4.	Surinkimo brėžiniai	4,8	0,60	95,0	57,0
5.	Brėžinių kontrolė	46,2	5,78	85,0	491,3
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	16	2,0	80,0	160,0
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	116	14,5	95,0	1377,5
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	132	16,5	90,0	1485,0
9.	Darbų apiforminimas	99	12,38	80,0	990,4
10.	Kopijavimo darbai	3,3	0,41	75,0	30,75
	Iš viso	947,3	118,41		11 144,45

Gaminio projektavimo sąnaudos

5.1.3 lentelė

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	557,22
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	11 144,45
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	2 340,33
4.	Veiklos sąnaudos	557,22
	Iš viso	14 599,22

5.2. Technologinis gamybos paruošimas

5.2.1 lentelė

Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos

Eil. Nr.	Darbų rūšis	Ruošinių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Ruošinio gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
1.	Detalių technologiškumo analizė	29	2,0–7,0	15,0	2 610,0
2.	Technologijos ruošiniams pagaminti parengimas	29	2,0–4,0	15,0	1 305,0
	Iš viso				3 915,0

5.2.2 lentelė

Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos

Darbų rūšis	Detalių skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Detalių apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
Mechaninio apdirbimo technologijos parengimas	29	2,0–7,0	15,0	2 610,0
Iš viso				2 610,0

5.2.3 lentelė

Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos

Eil. Nr.	Darbų rūšis	Detalių (surinkimo vienetų) skaičius, vnt.	Darbų imlumas, val.	Valandinis įkainis, Lt	Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos, Lt
1.	Suvirinimo darbų technologijos parengimas	10	1,0–4,0	15,0	600,0
2.	Surinkimo ir šaltkalviškų darbų technologijos parengimas	10	1,0–3,5	15,0	525,0
3.	Kitų technologinių darbų technologijų paruošimas	10	1,0–3,0	15,0	525,0
	Iš viso				1 650,0

5.2.4 lentelė

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	408,75
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	8 175,0
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	1 716,75
4.	Veiklos sąnaudos	408,75
	Iš viso	10 709,25

5.3 Tiesioginės medžiagų sąnaudos

Atsižvelgiant į planuojamos gamybos programos apimtį, apskaičiuojamas medžiagų ir žaliavų poreikis, parenkamos konkrečios medžiagos.

Visos perkamos medžiagos nurodomos 5.3.1 lentelėje.

5.3.1 lentelė

Pagrindinių medžiagų vertė

Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt.	Medžiagų sunaudojimo kiekis	Medžiagų vertė, Lt.
Cinkuota skarda, s = 2 mm	kg	3,10	14,0	43,4
Aliuminis profilis, s = 25	m ²	380	4,0	1520
Aliumininis U profilis 30x40x3	m	8,1	5,0	40,5
Nerūdijančio plieno strypas, Ø50 mm	kg	11,90	18,0	214,2
Nerūdijančio plieno lakštas, s = 4 mm	kg	11,90	18,0	214,2
Nerūdijančio plieno lakštas, s = 3 mm	kg	11,90	14,5	172,55
Nerūdijančio plieno lakštas, s = 2 mm	kg	11,90	15,0	178,5
Nerūdijančio plieno apvalus strypas Ø30 mm	kg	11,90	14,5	172,55
Nerūdijančio plieno vamzdis, 50 x 40 mm	kg	11,90	18,0	214,2
Cr 45, lakštas, s = 8 mm	kg	3,10	16,5	51,15
Cr 45, lakštas, s = 10 mm	kg	3,10	16,0	49,6
Cr 45, lakštas, s = 18 mm	kg	3,10	14,5	44,95
Cr 45, lakštas, s = 25 mm	kg	3,10	15,0	46,5
Cr 3, lakštas, s = 20 mm	kg	3,10	28,0	86,6
Apvalaus skerspjūvio vamzdis 45 x 4 mm	kg	3,10	16,0	49,6
Cr 45 kalibruotas strypas Ø45 mm	kg	3,10	18,0	55,8
Šampuoti gaminiai Cr 45 mm	vnt	2,0	8	16,0
Iš viso				3 169,85

5.3.2 lentelė

Grįžtamų atliekų vertės skaičiavimas

Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, kg	Atliekų 1 kg. kaina, Lt.	Suma, Lt.
Nerūdyjantis plienas	150	1,50	225,0
Cr 45	200	0,90	180,0
Iš viso			405,0

5.3.3 lentelė

Pagalbinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, Lt
1.	Dažai	kg.	25,0	30	750,0
2.	Dujos suvirinimo darbams	m ³	10,0	20	200,0
3.	Suvirinimo viela	kg	40,0	10	400,0
	Iš viso				1 350,0

Išigijamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių pavadinimas	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių kiekis, vnt.	Pusgaminio, komplektuojamo gaminio kaina, Lt	Suma, Lt
1	Spyruoklė d47xD71xL970	8	1 725	13 800
2	Varžtai M10 x 55.01 DIN 912	16	0,08	1,28
3	Plokštelė vyriui 50x10xL100	8	4,30	34,4
	Iš viso			13 835,68

5.4. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas

Įrengimų įsigijimo ir montavimo darbų sąmata

	Įrengimų pavadinimas	Kiekis, vnt.	Vertė, tūkst. Lt.		Vieneto galingumas, <i>kW</i>	Galingumų suma, <i>kW</i>
			įrengimo	visų įrengimų		
Įrengimai						
1	HAAS VF4	1	241 500	241 500	7,5	7,5
I	Iš viso:	10		241 500		7,5
Kiti įrengimai						
1	HAAS VF4	1	241 500	241 500	7,5	7,5
2	Lankstymo staklės	1	234 600	234 600	8,0	8,0
II	Iš viso:	12		476 100		15,5
Transporto priemonės						
1	Autokaras	1	10 000	10 000	2,0	2,0
III	Iš viso:	1		10 000		2,0
	Iš viso: (I + II + III)			727 600		25,0
IV	Komplektavimo, pristatymo ir kitos išlaidos (10% nuo (I + II + III) sumos			72 760		
	Iš viso sąmatoje I+II+III + IV			800 360		
	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams, tūkst. Lt.					653,05

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialus ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, Lt	Likvidacinė vertė, Lt	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma per metus, Lt	Nusidėvėjimo suma per 2 mėn., Lt
1. Staklės	241 500	24 150	5	43 470	7245
2. Kiti įrengimai	476 100	47 610	5	85 698	1 4283
3. Transporto priemonės:	10 000,0	1 000	4	2 250,0	375
Iš viso	727 600	448 000		893 250	21 903

5.5 Darbo užmokesčio išlaidų planavimas

5.5.1 lentelė

Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas

Laiko struktūra	Planas
1. Kalendorinis darbo laiko fondas, dienomis	365
2. Poilsio ir švenčių dienos	112
2.1. Šventės	9
2.2. Poilsio dienos	103
3. Nominalusis darbo laiko fondas, dienomis	253
4. Neatvykimai į darbą (vidutiniškai žmogui), dienomis	49
4.1. Kasmetinės atostogos	28
4.2. Tikslinės atostogos:	21
4.2.1. Nėštumo ir gimdymo	10
4.2.2. Atostogos vaikui prižiūrėti, kol jam sueis treji metai	5
4.2.3. Mokymosi	2
4.2.4. Kūrybinės	1
4.2.5. Valstybinėms ar visuomeninėms pareigoms atlikti	1
4.2.6. Nemokamos	2
5. Efektyvus darbo laikas, dienomis	204
6. Darbo dienos trukmė, val.	8
7. Darbo dienos sutrumpinimai (vidutiniškai žmogui), val.	0,22
7.1. Už darbą kenksmingomis sąlygomis	0,2
7.2. Paaugliams	0,01
7.3. Maitinančioms motinoms	-
7.4. Prieššventinėmis dienomis	0,01
8. Vidutinė darbo dienos trukmė, val.	7,78
9. Efektyvus darbo laiko fondas, val.	1587

5.5.2. lentelė

Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas

Profesijos pavadinimas	Skaičius	Kvalifikacinė kategorija	Valandinis įkainis, Lt	Laikas vienai detalei apdirbti, val.	Gamybos programa	Dirbta valandų	Darbo užmokestis, Lt
1. Staklininkas	1	IV	25,0	0,075	8	0,6	120,0
Iš viso	1					0,6	120,0

Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas

Profesijos pavadinimas		Pagrindinis DU, Lt	Papildomas DU, Lt	Bendras DU, Lt	Atskaitymai soc. draudimui, Lt	Iš viso DU išlaidų, Lt
Detalei	1. Staklininkas	120	12,0	132,0	27,72	159,72
Kitoms detalėms	2. Staklininkas	560	56,0	616,0	129,36	745,36
Galvaniniai darbai		1000	100,0	1 100,0	231,0	1 331,0
Dažymo darbai		1500	150,0	1 650,0	346,5	1 996,5
Surinkimo darbai		1200	120,0	1 320,0	277,2	1 597,2
Kiti darbai		1000	100,0	1 100,0	231,0	1 331,0
Iš viso		9580,0	958,0	5 918,0	1 242,78	7 160,78

Pagrindinės gamybos darbininkai programą pagamina per 0,6 valandų, kitoms detalėms pagaminti imame 70 valandų, bendras valandų skaičius – 70.6, arba tai yra 9 dienos, arba 0,4 mėnesio. Taip pat reikia įvertinti kitų darbų atlikimo laiką – priimame, kad surinkimo, šaltkalviški, dažymo ir kiti darbai truko 2 mėnesius.

5.6 Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas**Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos**

Rodiklis	Staklių, detalių skaičius	Vandens kiekis staklėms, l / val.	Kubinio metro kaina, Lt	Staklių darbo laikas, val.	Išlaidos šaltam vandeniui, Lt
Aušinimo skysčiui	2	0,6	6,63	70,6	0,56
Detalėms plauti	8	10-15	6,63	70,6	37,45
Iš viso					38,01

Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos

Eil. Nr.	Profesijos pavadinimas	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, Lt	Papildomas DU, Lt	Atskaitymai soc. draudimui, Lt	Mėnesio DU išlaidos, Lt	Iš viso DU išlaidų, Lt*
1.	Elektrikas	1	1200	120,0	356,4	1676,4	3 352,8
2.	Įrengimų prižiūrėtojas	1	1200	120,0	356,4	1676,4	3 352,8
3.	Sandėlininkas	1	950	95,0	282,15	1 327,15	2 654,3
4.	Vairuotojas	1	1500	150,0	445,5	2 095,5	4 191,0
	Iš viso					6 775,45	13 550,9

Patalpų apšvietimo išlaidos

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Patalpų plotas, kv. m	Apšvietimo norma, W / kv. m	Apšvietimo laikas, val.	Elektros energijos sąnaudos, kWh	1 kWh kaina, Lt	Išlaidos už elektros energiją, Lt
1.	Administracinės patalpos	80	60	704	3379,2	0,45	1 520,64
2.	Gamybinės patalpos	180	40	70,6	508,32	0,45	228,74
3.	Sandėlių patalpos	60	20	50	60,0	0,45	27,0
4.	Kitos patalpos	45	40	50	90,0	0,45	40,5
	Iš viso	365					1 816,88

5.7 Veiklos sąnaudos

Bendrujų, administracinių ir veiklos mokesčių sąnaudos straipsniai nurodyti

Bendrosios ir administracinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, Lt	Pastabos
1.	Atlyginimų sąnaudos ir socialinio draudimo sąnaudos	12 100	5.6.2 lentelė
2.	Nuomos sąnaudos	6325	5.6.3 lentelė
4.	Ilgalaikio turto nusidėvėjimo sąnaudos	21 903	5.3.3 lentelė
5.	Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	952,20	2–5% nuo įrengimų vertės
6.	Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	100	70–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 5.6.2 lentelę)
7.	Draudimo sąnaudos	-	1% nuo nekilnojamojo turto vertės
8.	Telefoninių pokalbių sąnaudos	100	50–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 5.6.2 lentelę)
9.	Elektros energijos ir šildymo sąnaudos	1 816,88	5.4 ir 5.5 lentelių reikšmių suma
10.	Veiklos mokesčių sąnaudos:		
10.1	Laikinojo socialinio mokesčio sąnaudos	-	4% už 2006 m. (3% už 2007 m.) nuo įmonės apmokestinamojo pelno
10.2	Nekilnojamojo turto mokesčio sąnaudos	-	(1% nuo pastatų vertės)
10.3	Žemės mokesčio sąnaudos	-	(1,5% žemės vertės)
10.4	Garantinio fondo sąnaudos	242	(0,2% nuo darbo užmokesčio)
	Iš viso	43 539,08	

Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos

Eil. Nr.	Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, Lt	Atsiskaitymai soc. draudimui, Lt	Mėnesio DU išlaidos, Lt	Iš viso išlaidų Lt
1.	Meistras	1	3 000,0	630,0	3 630,0	7260
2.	Buhalteris	1	2 000,0	420,0	2 420,0	4840
	Iš viso	2	5 000,0	3 618,0	6 050,0	12 100

Patalpų nuomos sąnaudos

* Nuomojamosios patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, Lt	Nuomos vertė, Lt
Patalpų rūšis	Patalpų plotas, m ²		
Administracinės patalpos	80	50	4 000
Gamybinės patalpos	180	10	1 800
Sandėlių patalpos	60	5	300
Kitos patalpos	45	5	225
Iš viso	365		6 325

IŠVADOS

1. Konstruojamas *Automobilio kėbulo galinio trapo pakėlimo mechanizmas* yra reikalingas mechanizmas, užtikrinantis saugų ir patikimą trapo veikimą kėbule.
2. Bakalauro darbo procese nustatyti projektuojamo gaminio techniniai-ekonominiai rodikliai, kurie patvirtina pasirinktos užduoties aktualumą.
3. Atlikta galimų mechanizmų konstrukcinių variantų analizė. Išskirti jų trūkumai ir privalumai. Dabartiniu metu, gamybiniame procese tinkamiausias pasirinkimas yra bakalauro darbe konstruojamas trapo pakėlimo mehanizmas su vertikaliomis spyruoklėmis
4. Darbo procese atlikti techniniai skaičiavimai. Apskaičiuotaos reikalingos spyruoklių jėgos, pakelti trapą. Rezultatai atsižvelgiant į neišvengiamus teorinio ir praktinio bandymų netikslumus pakankamai panašūs.
5. Atlikta detalės *apkaba* technologiškumo analizė, nustatytas gamybos tipas, partijos dydis, parinktas ruošinys, paskaičiuotos ir parinktos užlaidos, parinkti įrengimai mechaniniam apdirbimui, paskaičiuoti ir parinkti pjovimo režimai, parašytos staklių valdymo programos, su EdgeCam programa atliktas technologinio proceso normavimas.
6. Konstruojamo gaminio poveikis, žmonių saugai ir aplinkai nustatytas, kaip nekeliantis jokio rimto pavojaus.
7. Ekonominėje dalyje, nustatyta teorinė mechanizmo savikaina (~12950Lt.).

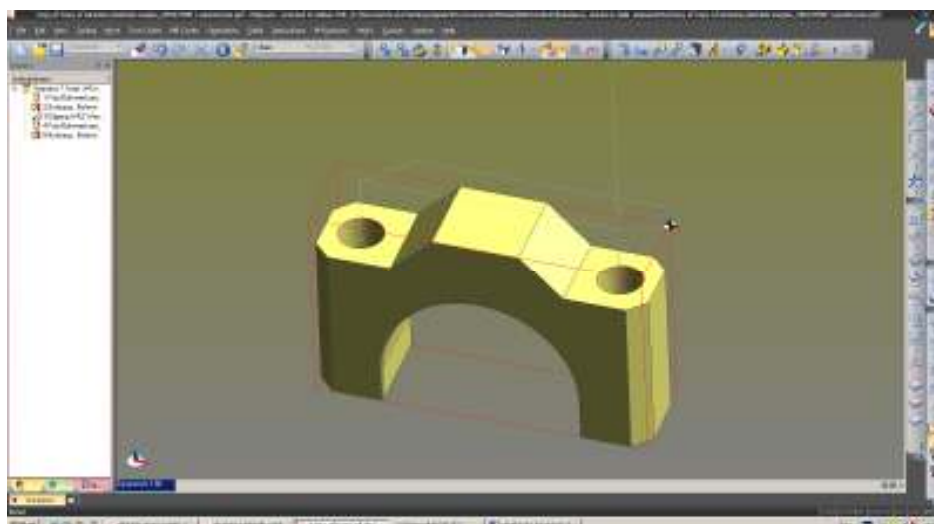
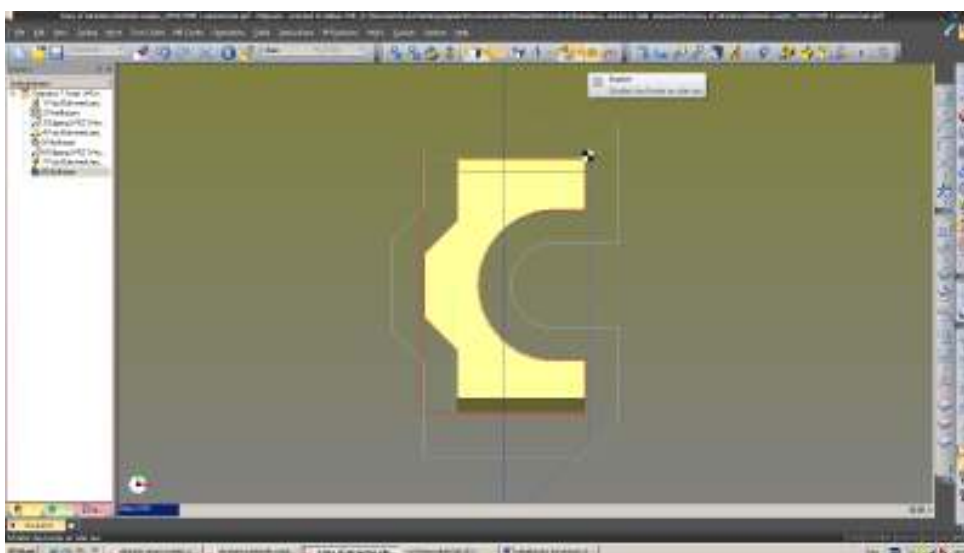
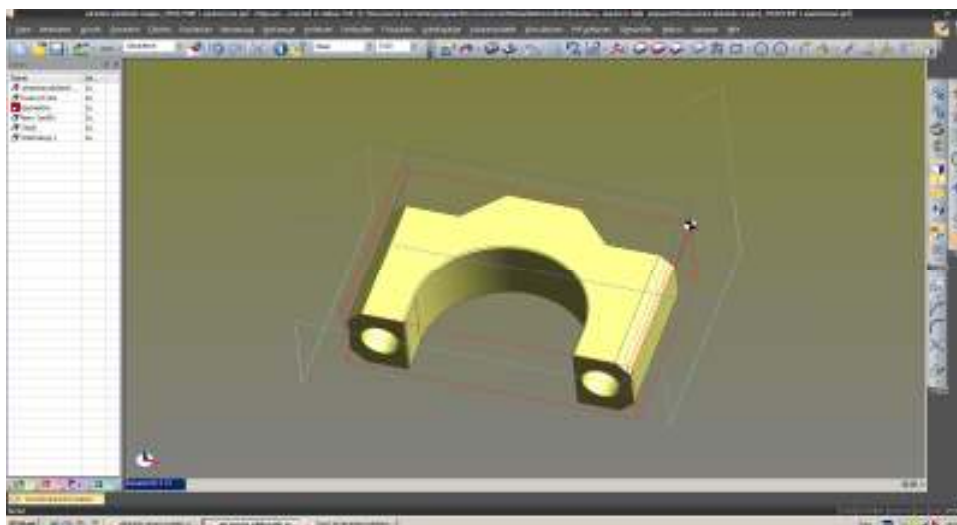
LITERATŪRA

1. Konstrukcinių medžiagų technologija ir medžiagotyra. L.Kulikauskas ir kt. V.: Mokslas, 1991.
2. Stasiūnas A. Ir kt. Tekintojo vadovas V.: Mokslas, 1979.
3. Dragūnas B. Inžinieriaus mechaniko žinynas/B.Dragūnas, K.Pilkauskas.; Vilnius: Mokslas, 1988. ISBN 5-420-00028-8.
4. Ramonas Z. Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka/Z.Ramonas, V.Petronis, D.Čikotienė. Šiauliai, 2004.
5. Ramonas Z. Tekinimas programinėmis staklėmis. Metodiniai nurodymai/Z.Ramonas, A.Bražėnas. Kaunas: Technologija, 1991.
6. Rimkus J. Mašinų gamybos technologija. Kursinis projektavimas. Šiauliai, 2003. ISBN 9955-564-49-0.
7. Rudzianskas J. Žinynas mechanikams. Kaunas, 1994.
8. Šnuolis R. Pjovimo režimų nustatymas mokomoji knyga. Šiauliai, 2003. ISBN 9986-38-380-3.
9. Горбацевича А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Высшая школа, 1975.
10. Орлова. П. Н. Краткий справочник металлиста. М: Машиностроение, 1987.
11. Косиловой А.Г. Справочник технолога - машиностроителя. Т. 2, М: Машиностроение. 1986.
12. Панова А.А. Обработка металлов резанием - справочник технолога. М: Машиностроение. 1988. ISBN 5 Косиловой А.Г. Справочник технолога - машиностроителя. Т. 2, М: Машиностроение. 1986.
13. GARANT Hoffmann Group 2010 ISBN 3-00-016882-6
14. Gutauskas M. Techninė kūryba. Kaunas, 2009. ISBN 978-9955-25-667-0.
15. Ramonas Z. Mašinų braižyba/Z. Ramonas, V. Petronis, A. Ramonienė. Šiauliai, 2006.
16. Ramonas Z. Žmonių sauga. Z. Ramonas, D. Čikonienė. 2003, Šiauliai.
17. Kovierienė A. Mašinų gamybos įmonių produkcijos savikainos skaičiavimas/ A. Kovierienė, S. Žičkienė, Z. Ramonas. Šiauliai, 2006
17. <http://www.spezial-federn.de/html/druckfedern.html>
18. <http://forankra.lt/docs/6-1.pdf>
19. <http://forankra.lt/?id=5&cat=4>

PRIEDAI

1 PRIEDAS

Detalės apdirbimas trimatėje aplinkoje CNC staklėmis



Detalės NC programos

(Machine Tool:HAAS Multi-plan /4 Axis
 (* Part Name : apkaba)
 (* Programmed By : Sigitas)
 (* Date : 04/21/11)
 (* Time : 14:09:07)
 (* Total Machining Time : 1.710 Minutes)
 O0001(Pirmas detales pastatymas)
 N10 G91 G28 G00 Z0.
 N20 T01 M06(Pirstine freza 20 mm)
 N30 G0 G90 G54
 N40 G00 X9.0 Y9.79 S640 M3
 N50 G43 Z5.0 H01 M8
 N60 Z2.0
 N70 G01 Z-21.0 F1000.0
 N80 Y-51.58 F260.0
 N90 G00 Z5.0
 N100 X-88.0 Y-61.31
 N110 Z2.0
 N120 G01 Z-21.0 F1000.0
 N130 Y1.23 F260.0
 N140 G00 Z5.0
 N150 T02 M06(Gabaritine freza 63 mm)
 N160 G0 G90 G54
 N170 G00 X33.0 Y-25.5 S950 M3
 N180 G43 Z2.0 H02 M8
 N190 G01 Z0.0 F500.0
 N200 X0.0 F855.0
 N210 X-79.0
 N220 X-112.0
 N230 G00 Z5.0
 N240 T03 M06(90 laipsniu 16 mm)
 N250 G0 G90 G54
 N260 G00 X-1.0 Y-52.0 S796 M3
 N270 G43 Z2.0 H03 M8
 N280 G01 Z-5.0 F500.0
 N290 Y2.96 F150.0
 N300 G00 Z5.0
 N310 X-78.0 Y2.81
 N320 Z2.0
 N330 G01 Z-5.0 F500.0
 N340 Y-52.62 F150.0
 N350 G00 Z5.0
 N360 M9
 N370 G28 G91 Z0.
 N380 G90 M30
 (*Machine Tool : HAAS Multi-plane / 4
 (* Part Name : apkaba)
 (* Programmed By : Sigitas)
 (* Date : 04/21/11)
 (* Time : 14:23:45)
 (* Total Machining Time : 2.080 Minutes)
 O0002(detales 2 pastatymas)
 N10 G91 G28 G00 Z0.
 N20 T01 M06(Pirstine freza 20 mm)
 N30 G0 G90 G55
 N40 G00 X9.0 Y9.06 S640 M3
 N50 G43 Z5.0 H01 M8
 N60 Z2.0

N70 G01 Z-21.0 F1000.0
 N80 Y-26.25 F260.0
 N90 X-10.5
 N100 G17 G03 Y-52.75 R13.25
 N110 G01 X9.0
 N120 Y-80.44
 N130 G00 Z5.0
 N140 X-50.0 Y-91.84
 N150 Z2.0
 N160 G01 Z-21.0 F1000.0
 N170 Y-63.642 F260.0
 N180 X-60.0 Y-53.642
 N190 Y-25.358
 N200 X-50.0 Y-15.358
 N210 Y1.25
 N220 G00 Z5.0
 N230 T02 M06(gabaritine 63 mm)
 N240 G0 G90 G55
 N250 G00 X-25.5 Y33.0 S950 M3
 N260 G43 Z2.0 H02 M8
 N270 G01 Z0.0 F500.0
 N280 Y0.0 F855.0
 N290 Y-79.0
 N300 Y-112.0
 N310 G00 Z5.0
 N320 T03 M06(90 laipsniu 16 mm)
 N330 G0 G90 G55
 N340 G00 X-41.18 Y-78.0 S796 M3
 N350 G43 Z2.0 H03 M8
 N360 G01 Z-4.0 F100.0
 N370 X-0.1 F150.0
 N380 G00 Z5.0
 N390 X0.29 Y-1.0
 N400 Z2.0
 N410 G01 Z-4.0 F100.0
 N420 X-41.31 F150.0
 N430 G00 Z5.0
 N440 M9
 N450 G28 G91 Z0.
 N460 G90 M30
 (Machine Tool : HAAS Multi-plane / 4 Axis
 (* Part Name : Apkaba)
 (* Programmed By : Sigitas)
 (* Date : 04/21/11)
 (* Time : 14:28:18)
 (* Total Machining Time : 2.262 Minutes)
 O0003(Detales pastatymas 3)
 N10 G91 G28 G00 Z0.
 N20 T04 M06(Graztas 10.5)
 N30 G0 G90 G56
 N40 G00 X-8.5 Y-10.0 S390 M3
 N50 G43 Z5.0 H04 M8
 N60 G81 G98 Z-58.155 R-8.0 F49.0
 N70 X-68.5
 N80 G80
 N90 M9
 N100 G28 G91 Z0.
 N110 G90 M30

Trapo pakėlimui reikalingos jėgos skaičiavimų rezultatai

$\alpha, ^\circ$	$\gamma, ^\circ$	f, m	j, m	k, m	$\sin\beta$	β	F, N
64	116	0,095	1,132	0,046	0,338	19,742	41161,3
65	115	0,096	1,142	0,045	0,342	20,010	40985,7
66	114	0,097	1,151	0,043	0,347	20,276	40806,8
67	113	0,098	1,160	0,041	0,351	20,540	40624,6
68	112	0,098	1,168	0,040	0,355	20,801	40439,3
69	111	0,099	1,176	0,038	0,359	21,060	40250,8
70	110	0,100	1,184	0,036	0,364	21,317	40059,2
71	109	0,100	1,191	0,035	0,368	21,571	39864,6
72	108	0,101	1,198	0,033	0,372	21,823	39667,0
73	107	0,101	1,205	0,031	0,376	22,072	39466,5
74	106	0,102	1,211	0,029	0,380	22,318	39263,1
75	105	0,102	1,217	0,027	0,384	22,562	39056,9
76	104	0,103	1,223	0,026	0,388	22,803	38847,9
77	103	0,103	1,228	0,024	0,391	23,040	38636,1
78	102	0,104	1,232	0,022	0,395	23,275	38421,7
79	101	0,104	1,237	0,020	0,399	23,507	38204,6
80	100	0,104	1,241	0,018	0,403	23,735	37985,0
81	99	0,105	1,244	0,017	0,406	23,961	37762,8
82	98	0,105	1,248	0,015	0,410	24,183	37538,1
83	97	0,105	1,251	0,013	0,413	24,401	37310,9
84	96	0,105	1,253	0,011	0,417	24,617	37081,3
85	95	0,106	1,255	0,009	0,420	24,828	36849,4
86	94	0,106	1,257	0,007	0,423	25,036	36615,2
87	93	0,106	1,258	0,006	0,426	25,240	36378,7
88	92	0,106	1,259	0,004	0,430	25,440	36140,0
89	91	0,106	1,260	0,002	0,433	25,636	35899,1
90	90	0,106	1,260	0,000	0,436	25,828	35656,1
91	89	0,106	1,260	-0,002	0,439	26,015	35411,1
92	88	0,106	1,259	-0,004	0,441	26,199	35164,0
93	87	0,106	1,258	-0,006	0,444	26,378	34914,9
94	86	0,106	1,257	-0,007	0,447	26,552	34663,9
95	85	0,106	1,255	-0,009	0,450	26,721	34411,0
96	84	0,105	1,253	-0,011	0,452	26,886	34156,3
97	83	0,105	1,251	-0,013	0,455	27,045	33899,9
98	82	0,105	1,248	-0,015	0,457	27,200	33641,7
99	81	0,105	1,244	-0,017	0,459	27,349	33381,8
100	80	0,104	1,241	-0,018	0,462	27,493	33120,3
101	79	0,104	1,237	-0,020	0,464	27,631	32857,3
102	78	0,104	1,232	-0,022	0,466	27,763	32592,7
103	77	0,103	1,228	-0,024	0,468	27,889	32326,7
104	76	0,103	1,223	-0,026	0,470	28,010	32059,3
105	75	0,102	1,217	-0,027	0,471	28,124	31790,5
106	74	0,102	1,211	-0,029	0,473	28,231	31520,5
107	73	0,101	1,205	-0,031	0,475	28,332	31249,2
108	72	0,101	1,198	-0,033	0,476	28,426	30976,8
109	71	0,100	1,191	-0,035	0,477	28,513	30703,3
110	70	0,100	1,184	-0,036	0,479	28,593	30428,7
111	69	0,099	1,176	-0,038	0,480	28,665	30153,1
112	68	0,098	1,168	-0,040	0,481	28,730	29876,7
113	67	0,098	1,160	-0,041	0,482	28,787	29599,3
114	66	0,097	1,151	-0,043	0,482	28,835	29321,2
115	65	0,096	1,142	-0,045	0,483	28,876	29042,4
116	64	0,095	1,132	-0,046	0,483	28,907	28762,9
117	63	0,094	1,123	-0,048	0,484	28,930	28482,9
118	62	0,094	1,113	-0,050	0,484	28,944	28202,3
119	61	0,093	1,102	-0,051	0,484	28,948	27921,3
120	60	0,092	1,091	-0,053	0,484	28,943	27640,0
121	59	0,091	1,080	-0,055	0,484	28,927	27358,3
122	58	0,090	1,069	-0,056	0,483	28,902	27076,5
123	57	0,089	1,057	-0,058	0,483	28,866	26794,5
124	56	0,088	1,045	-0,059	0,482	28,819	26512,5
125	55	0,087	1,032	-0,061	0,481	28,761	26230,6
126	54	0,086	1,019	-0,062	0,480	28,691	25948,7
127	53	0,085	1,006	-0,064	0,479	28,610	25667,0
128	52	0,084	0,993	-0,065	0,477	28,516	25385,7
129	51	0,082	0,979	-0,067	0,476	28,410	25104,7
130	50	0,081	0,965	-0,068	0,474	28,291	24824,2
131	49	0,080	0,951	-0,070	0,472	28,159	24544,2
132	48	0,079	0,936	-0,071	0,470	28,013	24264,9
133	47	0,078	0,922	-0,072	0,467	27,853	23986,3
134	46	0,076	0,906	-0,074	0,465	27,679	23708,6
135	45	0,075	0,891	-0,075	0,462	27,490	23431,7
136	44	0,074	0,875	-0,076	0,458	27,286	23155,9
137	43	0,072	0,859	-0,078	0,455	27,066	22881,2
138	42	0,071	0,843	-0,079	0,451	26,831	22607,6
139	41	0,070	0,827	-0,080	0,447	26,579	22335,4
140	40	0,068	0,810	-0,081	0,443	26,310	22064,5
141	39	0,067	0,793	-0,082	0,439	26,025	21795,1
142	38	0,065	0,776	-0,084	0,434	25,721	21527,2
143	37	0,064	0,758	-0,085	0,429	25,400	21260,9
144	36	0,062	0,741	-0,086	0,424	25,061	20996,3
145	35	0,061	0,723	-0,087	0,418	24,703	20733,5
146	34	0,059	0,705	-0,088	0,412	24,326	20472,4
147	33	0,058	0,686	-0,089	0,406	23,929	20213,2
148	32	0,056	0,668	-0,090	0,399	23,513	19955,8
149	31	0,055	0,649	-0,091	0,392	23,076	19700,4
150	30	0,053	0,630	-0,092	0,385	22,620	19446,7
151	29	0,051	0,611	-0,093	0,377	22,142	19195,0
152	28	0,050	0,592	-0,094	0,369	21,644	18945,0
153	27	0,048	0,572	-0,094	0,360	21,125	18696,6
154	26	0,046	0,552	-0,095	0,352	20,584	18449,8
155	25	0,045	0,532	-0,096	0,342	20,022	18204,2
156	24	0,043	0,512	-0,097	0,333	19,439	17959,7
157	23	0,041	0,492	-0,098	0,323	18,834	17715,8
158	22	0,040	0,472	-0,098	0,312	18,208	17472,2
159	21	0,038	0,452	-0,099	0,302	17,560	17228,1
160	20	0,036	0,431	-0,100	0,291	16,891	16982,9
161	19	0,035	0,410	-0,100	0,279	16,201	16735,5
162	18	0,033	0,389	-0,101	0,267	15,491	16484,8
163	17	0,031	0,368	-0,101	0,255	14,760	16229,1
164	16	0,029	0,347	-0,102	0,242	14,009	15966,4
165	15	0,027	0,326	-0,102	0,229	13,239	15693,9
166	14	0,026	0,305	-0,103	0,216	12,450	15408,4
167	13	0,024	0,283	-0,103	0,202	11,643	15105,1
168	12	0,022	0,262	-0,104	0,188	10,820	14777,7
169	11	0,020	0,240	-0,104	0,173	9,979	14417,7
170	10	0,018	0,219	-0,104	0,159	9,124	14013,1
171	9	0,017	0,197	-0,105	0,144	8,254	13546,1
172	8	0,015	0,175	-0,105	0,128	7,371	12990,3
173	7	0,013	0,154	-0,105	0,113	6,477	12304,1
174	6	0,011	0,132	-0,105	0,097	5,572	11417,8
175	5	0,009	0,110	-0,106	0,081	4,657	10206,1
176	4	0,007	0,088	-0,106	0,065	3,735	8417,9
177	3	0,006	0,066	-0,106	0,049	2,807	5467,8

Spiruoklės darbinės apkrovos skaičiavimų rezultatai

L_{α} , m	F_{α} , N	e_{α} , m						
0,684441	20580,63	0,282046	0,743902	16295,22	0,222585	0,814448	11210,82	0,152038
0,685741	20486,97	0,280746	0,745686	16166,63	0,220801	0,816116	11090,61	0,15037
0,687057	20392,1	0,27943	0,747478	16037,51	0,219009	0,817766	10971,74	0,148721
0,68839	20296,04	0,278097	0,749276	15907,9	0,217211	0,819395	10854,31	0,147092
0,689739	20198,8	0,276748	0,751081	15777,81	0,215406	0,821003	10738,39	0,145483
0,691105	20100,38	0,275382	0,752892	15647,29	0,213595	0,822589	10624,09	0,143897
0,692486	20000,81	0,274001	0,754709	15516,35	0,211778	0,824152	10511,48	0,142335
0,693884	19900,1	0,272603	0,756531	15385,03	0,209956	0,82569	10400,65	0,140797
0,695297	19798,26	0,27119	0,758358	15253,36	0,208129	0,827201	10291,7	0,139285
0,696725	19695,29	0,269761	0,760189	15121,36	0,206298	0,828686	10184,73	0,137801
0,698169	19591,23	0,268318	0,762025	14989,08	0,204462	0,830141	10079,83	0,136346
0,699628	19486,07	0,266858	0,763864	14856,54	0,202623	0,831566	9977,106	0,13492
0,701102	19379,84	0,265385	0,765706	14723,78	0,200781	0,83296	9876,653	0,133527
0,702591	19272,55	0,263896	0,76755	14590,83	0,198936	0,834321	9778,577	0,132166
0,704094	19164,22	0,262393	0,769397	14457,73	0,19709	0,835647	9682,982	0,130839
0,705612	19054,85	0,260875	0,771246	14324,51	0,195241	0,836938	9589,974	0,129549
0,707143	18944,47	0,259344	0,773095	14191,22	0,193392	0,838191	9499,659	0,128296
0,708689	18833,09	0,257798	0,774945	14057,89	0,191542	0,839405	9412,146	0,127082
0,710248	18720,73	0,256239	0,776795	13924,56	0,189692	0,840579	9327,543	0,125908
0,71182	18607,4	0,254667	0,778644	13791,28	0,187843	0,841711	9245,957	0,124776
0,713406	18493,12	0,253081	0,780492	13658,08	0,185994	0,8428	9167,497	0,123687
0,715004	18377,91	0,251483	0,782339	13525,01	0,184148	0,843844	9092,27	0,122643
0,716616	18261,78	0,249871	0,784183	13392,12	0,182304	0,844841	9020,382	0,121646
0,718239	18144,76	0,248248	0,786024	13259,45	0,180463	0,845791	8951,94	0,120696
0,719875	18026,86	0,246612	0,787861	13127,04	0,178626	0,846691	8887,044	0,119796
0,721523	17908,09	0,244964	0,789693	12994,96	0,176793	0,847541	8825,797	0,118946
0,723182	17788,49	0,243304	0,791521	12863,24	0,174966	0,848339	8768,295	0,118148
0,724853	17668,07	0,241633	0,793343	12731,95	0,173144	0,849083	8714,633	0,117403
0,726535	17546,84	0,239951	0,795158	12601,13	0,171329	0,849773	8664,901	0,116713
0,728228	17424,84	0,238259	0,796965	12470,85	0,169521	0,850408	8619,184	0,116079
0,729932	17302,07	0,236555	0,798765	12341,15	0,167722	0,850985	8577,562	0,115502
0,731645	17178,56	0,234842	0,800556	12212,1	0,165931	0,851505	8540,11	0,114982
0,733369	17054,34	0,233118	0,802336	12083,77	0,164151	0,851966	8506,896	0,114521
0,735102	16929,42	0,231385	0,804106	11956,2	0,162381	0,852367	8477,981	0,11412
0,736845	16803,83	0,229642	0,805865	11829,47	0,160622	0,852708	8453,42	0,113779
0,738596	16677,59	0,22789	0,80761	11703,65	0,158876	0,852987	8433,259	0,113499
0,740357	16550,73	0,22613	0,809343	11578,8	0,157144	0,853206	8417,538	0,113281
0,742125	16423,26	0,224362	0,81106	11455	0,155426			
			0,812763	11332,31	0,153724			