

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Gražvydas Lukša

Dviračių rėmų bandymo stendo modernizavimas
Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Vadovas

doc. dr. A. Sabaliauskas

ŠIAULIAI, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. A. Sabaliauskas

2014 06

Dviračių rėmų bandymo stendo modernizavimas

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Konsultantė

ŠU Technologijos fakulteto

Mechanikos inžinerijos katedros

doc. dr. A. Kovierienė

2014 06

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto

Mechanikos inžinerijos katedros

lekt. Z. Ramonas

2014 06

Vadovas

doc. dr. A. Sabaliauskas

2014 06

Atliko

M-10 gr. stud.

G. Lukša

2014 06

ŠIAULIAI, 2014

Lukša G. *Modernization of Bicycle Frame Testing Machine*: Bachelor's Work in Mechanical Engineering / supervisor dr. assoc. A. Sabaliauskas; Šiauliai University, Faculty of Technology and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 2014.

SUMMARY

The theme of bachelor project of Mechanical Engineering is actual because bicycle frame testing machine are used in bicycle industry for bicycle frame control. This bachelor project was carried frame testing machine modernization.

In this project examined various options of power transmission methods in frame test stand and decided that pneumatic cylinder would be the best option for this project.

Workability analysis was also carried out in this project, like other calculations required for the modernization of this stand.

Manufacturing costs would be 21222,11 LTL, cost of single device – 5305,52 LTL. This price can be reduced by manufacturing more than four devices and by reducing administration staff in the factory.

ŽINIARAŠTIS

Eilės Nr.	Formatas	Žymėjimas	Pavadinimas	Lapų sk.	Egz.nr.	Pastabos
1			<u>Aiškinamasis raštas</u>	70	1	
			<u>Brėžiniai</u>			
2	A1	M.04.01VA	Variantų analizė	1	1	
3	A1	M.04.02.00.00SB	Surinkimo brėžinys	1	1	
4	A4	M.04.02.00.00	Specifikacija	1	1	
5	A1	M.04.00.0X	Detalių darbo brėžiniai	1	1	
6	A1	M.04.03TE	Technologiniai eskizai	1	1	
ŠU TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS		Studentas	M-10 gr. stud. G. Lukša		ŽINIARAŠTIS	
		Vadovas	doc. dr. A. Sabaliauskas			
		Recenzentas	lekt. Z. Ramonas			
2014	Lapas	Lapų			M04.00.00	
	4	70				

TURINYS

IŽANGA.....	10
1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI	11
2. KONSTRUKTORINĖ DALIS	12
2.1. Gaminio paskirtis ir panaudojimas	12
2.2. Konstrukcijos variantų apžvalga	16
2.2.1. Suspaustą oro paduodant į pneumatinį cilindrą.....	16
2.2.2. Pneumatinio raumens panaudojimas	16
2.2.3. Hidraulinio cilindro panaudojimas	17
2.2.4. Sraigtinė pavara sukama elektros variklio.....	17
2.3. Techniniai skaičiavimai.....	20
2.3.1. Kinematiniai skaičiavimai	20
Pneumatinio cilindro parinkimas.....	20
2.4. Medžiagų parinkimo pagrindimas	22
2.5. Mechatronikos sistemos	23
3. TECHNOLOGINĖ DALIS	25
3.1. Detalės technologiškumo analizė	25
3.2. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams	29
3.2.1. Ruošinių parinkimo principai	29
3.2.2. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju.....	30
3.2.3. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju.....	31
3.3. Detalės mechaninio apdirbimo maršruto sudarymas.....	33
3.4. Įrenginių ir įrangos parinkimas.....	35
3.5. Užlaidų nustatymas	36
3.6. Pjovimo režimų nustatymas.....	42
3.7. Techninis normavimas.....	49
4. ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA.....	54
4.1. Gaminio ergonominė charakteristika.....	54
4.2. Gaminio eksplotavimo saugumas	54
4.3. Gaminio poveikis aplinkai.....	55
5. EKONOMINĖ DALIS	56
5.1. Projektuojamojo gaminio savikainos kalkuliacija.....	56
5.1.1. Projektavimo darbų sąnaudos.....	57

5.1.2. Technologinis gamybos paruošimas.....	58
5.2. Tiesioginės medžiagų sąnaudos	60
5.3. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas	62
5.4. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas	63
5.5. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas.....	65
5.6. Veiklos sąnaudos	67
6. IŠVADOS	69
LITERATŪRA	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.2.1 lentelė. Technologiniai rodikliai.....	18
2.2.2 lentelė. Pagrindinių pramoninių energetinių sistemų charakteristikų palyginimas.....	19
2.3.1.1 lentelė. Standartinis cillindras DNG-160-200-PPV-A-S2.....	21
2.4.1 lentelė. Anglinio konstrukcinio plieno C45 cheminė sudėtis, %.....	22
2.4.2 lentelė. Anglinio konstrukcinio plieno C45 mechaninės savybės, %.....	22
3.1.1 lentelė. Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.....	25
3.1.2 lentelė. Detalės konstrukcijos atitikimas pagal technologiškumo kriterijus.....	26
3.3.1 lentelė. Svorio ašies mechaninio apdirbimo technologinis maršrutas	33
3.5.1 lentelė. Užlaidų parinkimas.....	36
3.5.2 lentelė. Ribiniai matmenys.....	39
3.5.3 lentelė. Užlaidų ir ribinių matmenų apskaičiavimas plokšties paviršiams	41
3.6.1 lentelė. Jėgų dedamųjų pjaunant duomenų lentelė	44
3.6.2 lentelė. Jėgų dedamųjų pjaunant duomenų lentelė.....	47
3.6.3 lentelė. Pjovimo režimai.....	48
3.7.1 lentelė. Techninio normavimo rezultatai.....	53
5.1.1 lentelė. Gaminio savikainos apskaičiavimas.....	56
5.1.1.1 lentelė. Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	57
5.1.1.2 lentelė. Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.....	57
5.1.1.3 lentelė. Gaminio projektavimo sąnaudos.....	58
5.1.2.1 lentelė. Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	58
5.1.2.2 lentelė. Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	59
5.1.2.3 lentelė. Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	59
5.1.2.4 lentelė. Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	59
5.2.1 lentelė. Pagrindinių medžiagų vertė.....	60
5.2.2 lentelė. Grįžtamųjų atliekų vertės skaičiavimas.....	60
5.2.3 lentelė. Pagalbinių medžiagų vertė.....	60
5.2.4 lentelė. Įsigyjamų pusgaminių, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas.....	61
5.3.1 lentelė. Įrengimų poreikio ir jų galimumo skaičiavimas.....	62
5.3.2 lentelė. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	62
5.4.1 lentelė. Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas.....	63
5.4.2 lentelė. Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	63

5.4.3 lentelė. Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	64
5.5.1 lentelė. Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos.....	65
5.5.2 lentelė. Suslėgto oro, panaudoto detalių gamybai, išlaidos	65
5.5.3 lentelė. Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	65
5.5.4 lentelė. Patalpų apšvietimo išlaidos	66
5.6.1 lentelė. Bendrosios ir administracinės sąnaudos.....	67
5.6.2 lentelė. Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos.....	67
5.6.3 lentelė. Patalpų nuomos sąnaudos.....	68

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1.1 pav. Liekamoji deformacija.....	12
2.1.2 pav. Jėgos veikimo schema.....	12
2.1.3 pav. Šakė - rėmas.....	13
2.1.4 pav. Rėmas - sedynė.....	13
2.1.5 pav. Rėmas - pedalų ašis.....	14
2.1.6 pav. Rėmas - galinė ašis.....	14
2.1.7 pav. Dviračių rėmų bandymo stendas.....	15
2.2.1 pav. Dvikotis pneumatinis cilindras.....	16
2.2.2 pav. Pneumatinis raumuo.....	16
2.2.3 pav. Hidraulinis cilindras	17
2.2.4 pav. Sraigtinė pavara.....	17
2.3.1 pav. Dvikočio pneumatinio cilindro veikimas.....	21
2.5.1 pav. Stendo pneumatinė dalis.....	23
3.1.1 pav. Svorio ašies eskizas su paviršių numeracija.....	27
3.2.2.1 pav. Ruošinio eskizas vienetiniai gamybai.....	30
3.2.3.1 pav. Ruošinio eskizas serijiniai gamybai.....	29
3.5.1 pav. Ruošinio eskizas.....	36
3.6.1 pav. Tekinimo peilis.....	42
3.6.2 pav. Sriegimo peilis.....	45

IŽANGA

Dviratis – tai dviratė bemotorė ekologiška transporto priemonė, naudojama daugelyje pasaulio šalių. Ši transporto priemonė naudojama laisvalaikio praleidimui, pramogai, susisiekimui, turizmui, sportavimui, varžyboms ir t.t. Pagrindinė dviračio struktūra: du ratai (rečiau 3 ar 4), rėmas, balnelis, vairas ir perdavimo mechanizmas, verčiantis sukis ratus važiuojančio (važiuojančių) asmens raumenų jėga

Dviračių įvairovė didelė. Jie būna skirti įvairiom trasom, skirtingiems važiavimo stiliams. Vienaip važiuojama miesto gatvėmis, kitaip miško takeliais, dar kitaip – lenktyniaujant. Universalaus dviračio, tinkamo visiems važiavimo stiliams, nėra. Skirtumai tarp skirtingų stilių dviračių taip pat nėra labai ryškūs. Tačiau pačių įvairiausių dviračių tipams keliama specifiniai saugumo ir patikimumo reikalavimai, kurie aprašyti standartuose. Labai didelis dėmesys skiriamas apkrovoms, kuriomis dviratis veikiamas eksploatacijos metu. Standartai reglamentuoja statines bei dinamines šių apkrovų reikšmes, jų poveikio ribas visai dviračio konstrukcijai ar atskiriems jo elementams.

Dviračio konstrukcijos patikimumas ir kitos eksploatacinės savybės gali būti įvertinamos tik atliekant bandymus. Tačiau atsakyti į daugelį klausimų galima ir taikant įvairias analitinių tyrimų metodikas. Dviračių stiprumo, ilgaamžiškumo savybės gali būti įvertinamos analitiškai. Labai svarbi yra bet kokio gaminio projektavimo stadija, kurioje be skaičiavimų neapsieinama. Projektavimo stadijoje lengviausia daryti būtinus pakeitimus ir konstrukcijos bei atskirų jos elementų patobulinimus.

Šiaulių universiteto Technologinių bandymų centre, kuriame dirba technologijos fakulteto dėstytojai ir darbuotojai, vykdomi technologiniai dviračių bandymai, detalių bei mazgų linijiniai ir kampiniai matavimai, medžiagų mechaniniai bandymai, cheminės sudėties nustatymas.

Centre siekiant įkurti akredituotą dviračių bei vaikų žaislų bandymo laboratoriją reikalinga naudojamuose dviračių, jų mazgų ir detalių technologinių bandymų stenduose atlikti standartinių testų automatizavimo galimybių analizę.

Tyrimo objektas. Dviračių rėmų bandymo stendo modernizavimas.

1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI

Dviračio rėmo bandymo stendas skirtas išbandyti dviračių rėmų patvarumą veikiant dinaminei apkrovai ir nustatyti nuolatinę liekamąją deformaciją tarp dviračio ašių. Įrenginys gaminamas iš paprastų medžiagų, kurias lengvai galima įsigyti metalu prekiaujančiose įmonėse. Naudojamos medžiagos – konstrukcinis plienas S235, plienas 45. Įrenginio gamybai naudojami standartinių skerspjūvių strypai, standartinių matmenų kampuočiai ir kvadratiniai plienai.

Ekonominiai rodikliai:

- Gamybos programa – 4 vnt;
- Gamybos laikas – 0,25 mėnesio;
- Gamybinių patalpų plotas – 100 m^2 ;
- Gaminio savikaina – 5305,32 Lt;
- Preliminari gaminio pardavimo kaina – 7500 Lt.

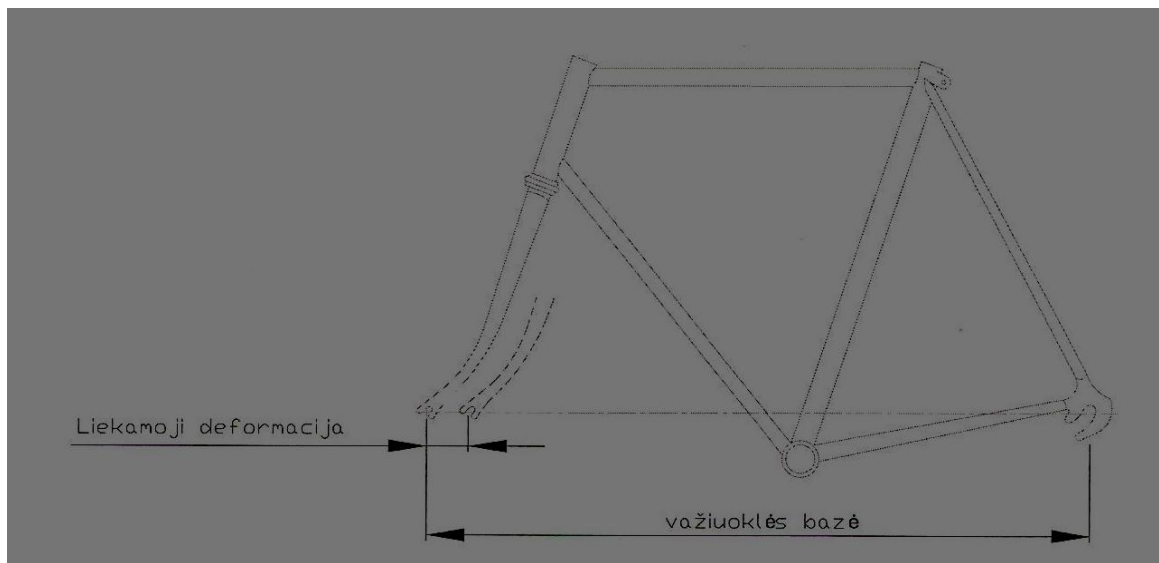
Techniniai rodikliai:

- Slėgis – 2,4 ir 5 bar.
- Jėga – 600 ir 1200 N.
- Dažnis – 3 Hz;
- Ciklai – 100000 kartų ;

2. KONSTRUKTORINĖ DALIS

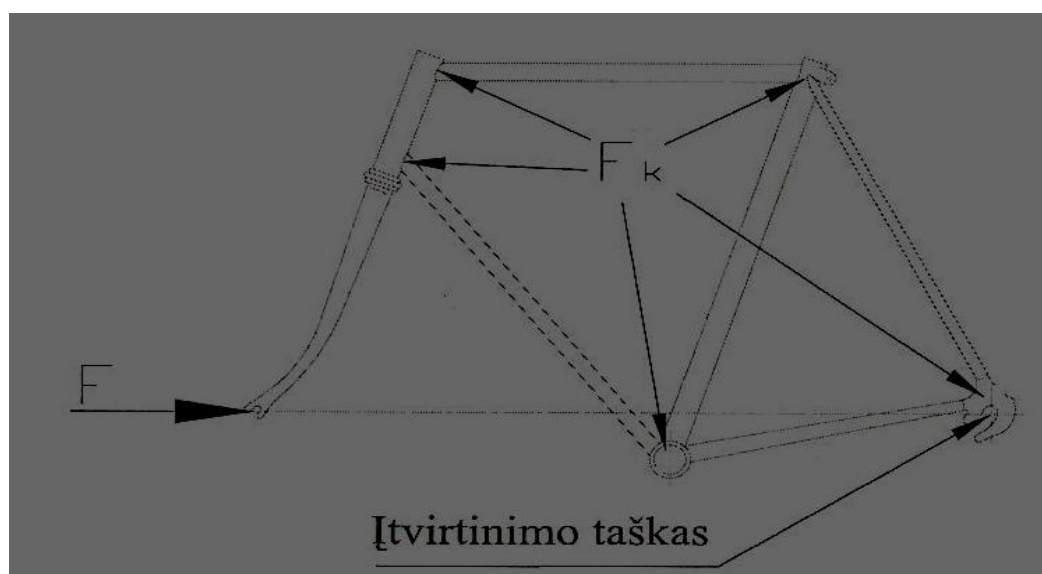
2.1. Gaminio paskirtis ir panaudojimas

Dviračio rėmo bandymo stendas skirtas išbandyti dviračių rėmų patvarumą veikiant dinaminei apkrovai ir nustatyti nuolatinę liekamąją deformaciją tarp dviračio ašių, t.y. važiuoklės bazės (1.1 pav.). Šį bandymą reglamentuoja LST EN 14764, LST EN 14765, LST EN 14766 ir LST EN 14781 standartai.



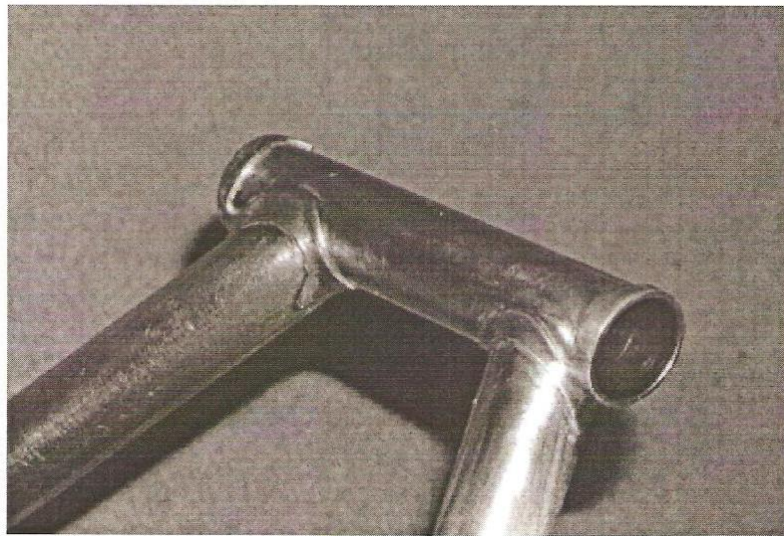
2.1.1 pav. Liekamoji deformacija

Atliekant bandymą pagrindinė koncentruota jėga F veikia priekinės šakės ašį (1.2 pav.).

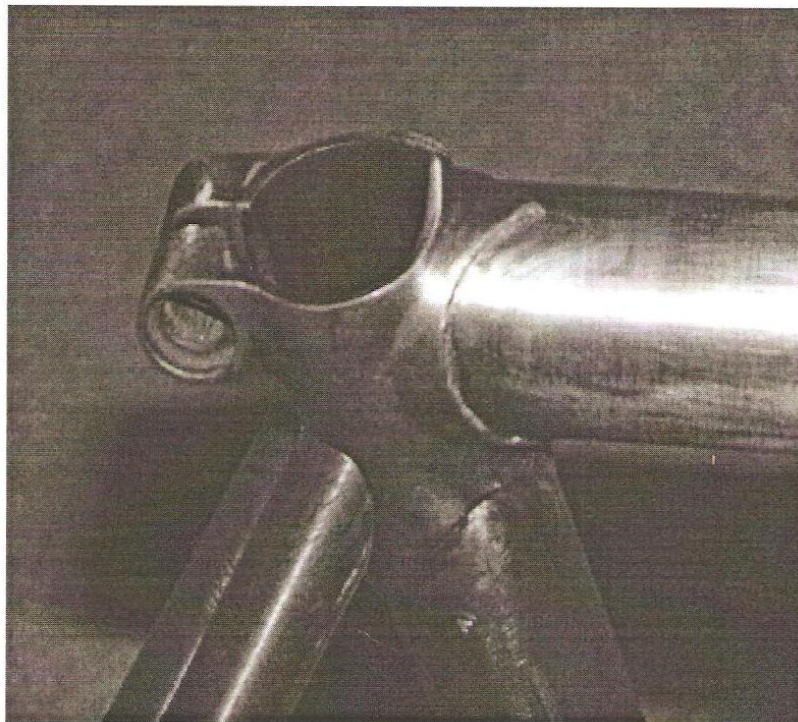


2.1.2 pav. Jėgos veikimo schema

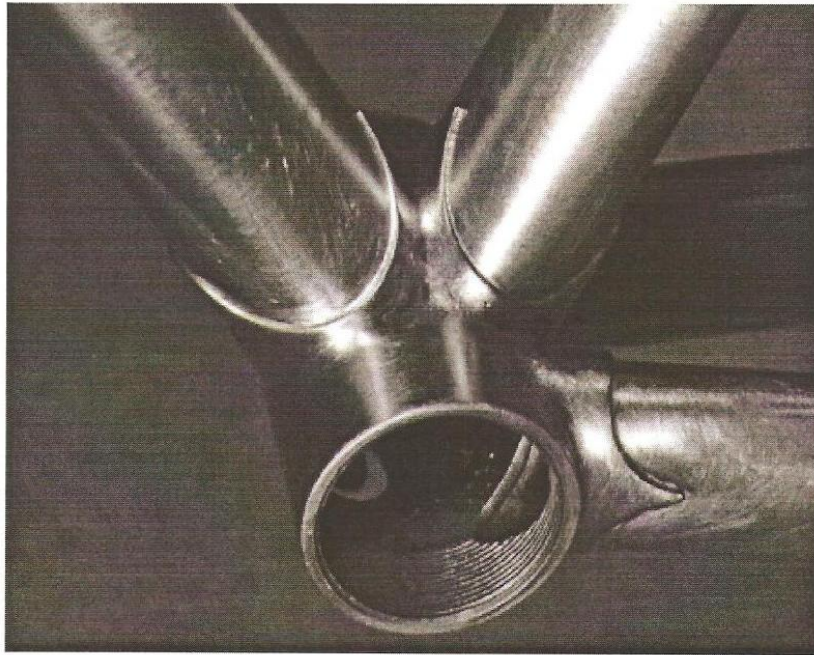
Bandymui reikiama dinaminė jėga F gaunama horizontaliai per važiuoklės bazės ašį pridedant stūmoklio jėgą. Ši jėga per šakę persiduoda rėmui ir jo konstrukciniams mazgams F_k (šakė-rėmas 1.3 pav., rėmas-sėdynė 1.4 pav., rėmas-pedalų ašis 1.5 pav., rėmas-galinė ašis 1.6 pav.), kurie dėl nepakankamo stiprumo deformuojasi ir taip sumažėja dviračio važiuoklės bazė. Važiuoklės bazės sutrumpėjimas nustatomas iš skirtumo bazės ilgio prieš bandymą ir po bandymo (liekamoji deformacija 1.1 pav.). Norint sumažinti šių mazgų ir atskirų dviračio rėmo dalių deformaciją jie sutvirtinami arba gaminami iš tvirtesnių medžiagų.



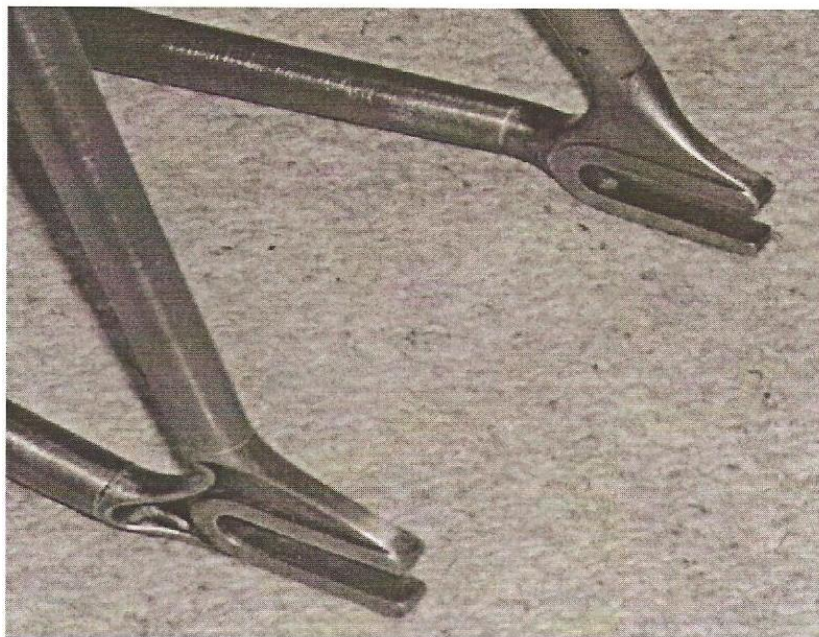
2.1.3 pav. Šakė-rėmas



2.1.4 pav. Rėmas-sėdynė



2.1.5 pav. Rėmas-pedalų ašis



2.1.6 pav. Rėmas-galinė ašis

Atlikus bandymą ant bet kurios rėmo agregato dalies neturi būti matomų įtrūkimų ar lūžių, jokia pakabos sistemos dalis neturi atsiskirti. Leidžiamas didžiausias bazės sutrumpėjimas kalnų, lenktyniniams, ir miesto dviračiams yra 30 mm, vaikiškiems dviračiams 20 mm. Jei pastebimi lūžiai, įtrūkimai, atsiskyrusios pakabos dalys, ar važiuoklės bazės sutrumpėjimas viršija leistinas ribas daroma išvada, jog dviračio rėmo konstrukcija neužtikrina reikalaujamo patvarumo pagal LST EN 14764, LST EN 14765, LST EN 14766 ir LST EN 14781 reikalavimus. Turi būti iš naujo atliekami dviračio rėmo techniniai skaičiavimai, tobulinama rėmo konstrukcija ir t.t

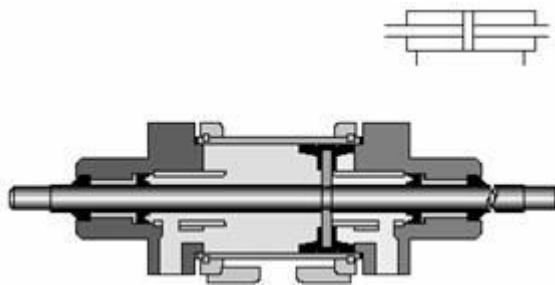


2.1.7 pav. Dviračių rėmų bandymo stendas

2.2. Konstruktijos variantų apžvalga

2.2.1. Suspaustą oro paduodant į pneumatinį cilindrą

Šis būdas yra geras tuo, kad jis tinka tiek statiniams tiek dinaminiam dviračio rėmo bandymams atlikti. Suspaustas oras eksploataavimo prasme yra paprastesnė ir patvaresnė technologija negu su hidrauline sistema, kurioje naudojama alyva. Standartiniam dinaminiam testams atlikti reikalingas 14 valandų ciklas, todėl reikalingas pastovus suspausto oro tiekimas į bandymų stende esančius pneumatinius cilindrų; nutūkus suspausto oro padavimui būtina turėti įsijungti rezervinis kompresorius. Reikalingas geras kompresorių aušinimas atliekant testus ilgą laiko tarpą.



2.2.1. pav. Dvikotis pneumatinis cilindras

2.2.2. Pneumatinio raumens panaudojimas

Festo Fluidic Muscle yra naujos naujos rūšies tempiamasis mechanizmas imituojantis natūralius raumenų judesius. Lyginant su paprastais pneumatiniiais cilindrais, juo galima gauti žymiai didesnes pradinio tempimo jėgas. Fluidic Muscle sandara ypatingai paprasta - tai stiklo pluoštu. Privalumai:

1. Iki 10 kartų pradinė jėga yra didesnė palyginus su tokio pat diametro cilindru;
2. Dinaminiai judesiai;
3. Be slydimo;
4. Tarpinės padėties pasiekiamos reguliuojant slėgį.

Tūkumas, kad šio pneumatinio raumens sukuriama jėga priklauso nuo paduodamo slėgio nėra tiesinė, todėl nėra užtikrinamas užduoto dydžio palaikymas.



2.2.2. pav. Pneumatinis raumuo

2.2.3. Hidraulinio cilindro panaudojimas

Reikalinga prie stendo pastatyti hidraulinę stotį. Sudėtingesnė eksploatacija, nei pneumatinių cilindų, nes reikia periodiškai keisti alyvą. Skystis nėra spūdis, todėl gauname tikslesnius matavimus. Dinaminiams testams imituoti tokį būdą sunku panaudoti, nes reikalingas testo atlikimo greitaeigiškumas, o ši sistema yra lėto veikimo.



2.2.3. pav. Hidraulinis cilindras

2.2.4. Sraigtinė pavara sukama elektros variklio

Šis imitavimo būdas yra sudėtingo išpildymo, neilgaamžis, lėto veikimo. Kaip ir imituojant hidraulinius cilindrais tinka statiniam testui imituoti, bet dėl savo lėtai veikimo nepanaudojamas dinaminė testų imitavime.



2.2.4. pav. Sraigtinė pavara

Technologiniai rodikliai

2.2.1. lentelė

Variantas	Tinkamumas (pritaikymas)	Eksplotacinės savybės	Ilgamžiškumas	Papildomų įrenginių reikalingumas	Suma
1	1	1	0,9	0,9	Σ3,8
2	1	0,8	0,8	0,9	Σ3,5
3	1	0,6	0,8	0,6	Σ3,0
4	0,8	0,5	0,4	0,7	Σ2,4

1 – geros atitinkamo varianto savybės:

0 – netinkamos atitinkamo varianto savybės.

Iš 2.2.1. lentelės matome, kad geriausias yra 1 variantas t.y. panaudojant horizontaliame dviračių rėmo bandymo stende dvikotį pneumatinį cilindą. Ankščiau bandymo stende buvo naudojami pneumatiniai raumenys, bet juos naudojant kildavo problemų dėl jų grįžimo į pradinę padėtį, sunku būdavo atkalibruoti reikalingas jėgas. Todėl buvo pasirinktas dvikotis pneumatinis cilindras. Dvikotis todėl, kad jo išsistūmimo ir įtraukimo jėgos yra vienodo didumo.

Renkantis vieną ar kitą energetinę sistemą technologiniams procesams ar mechanizmams automatizuoti būtina atsižvelgti į visą eilę faktorių charakterizuojančių vienos ar kitos sistemos savitumus bei technines charakteristikas. 2.2.2 lentelėje pateikiamas svarbiausių pramoninių energetinių sistemų - pneumatinės, hidraulinės ir elektrinės charakteristikų palyginimas, kuris gali padėti tinkamai pasirinkti vieną ar kitą energijos rūšį, priklausomai nuo įrenginiui keliamų reikalavimų.

Pagrindinių pramoninių energetinių sistemų charakteristikų palyginimas

	Pneumatika	Hidraulika	Elektrotechnika
Energijos šaltiniai	Stacionarios ar mobiliosios kompresorinės su elektros ar šiluminiais varikliais. Oro yra visur ir pakankamais kiekiais	Stacionarios ar mobilios siurblių sistemos su elektros ar vidaus degimo varikliais.	Galingos hidro, šiluminės ar atominės elektrinės
Energijos kaupimas	Galima sukaupti dideles suslėgto oro atsargas, kurias nesunku transportuoti.	Galima sukaupti tik labai nedideles energijos atsargas (naudojant hidroakumuliatorius)	Sudėtinga sukaupti didesnes energijos atsargas
Energijos perdavimas	Naudojant vamzdynus, nesudėtinga perduoti energiją atstumais iki 1000 m	Galima perduoti energiją iki 100 m atstumu	Energijos perdavimo atstumai praktiškai neriboti
Energijos nuotėkis	Energijos nuotėkiai nesukelia kokių nors problemų. Suslėgtas oras išsisklaido atmosferoje	Energijos (alyvos) nuotėkiai teršia aplinką, gali būti gaisrų priežastimi	Be kontakto su aplinkos objektais, nėra energijos nuotėkių. Prie aukštų įtampų, - pavojinga gyvybei
Energijos kaina	Tinkamai paruošti pneumatiniai energijos resursai yra brangūs, palyginti su elektriniais ir hidrauliniiais energijos resursais		Pigiausi vartojimui tinkami energijos resursai
Aplinkos poveikis	Tinkamai paruošto suslėgto oro kokybei aplinkos temperatūra neturi įtakos. Saugus gaisro ir sprogimų požiūriu. Jei oras drėgnas, galimas apledėjimas.	Jautrūs temperatūros svyravimas. Pavojinga gaisro požiūriu, jei nuteka alyva.	Nejautri temperatūros svyravimams. Reikalingos papildomos apsaugos priemonės sprogimui ir gaisrui pavojingoje aplinkoje
Tiesinio judesio formavimas	Labai patogiu, naudojant cilindrus; eiga iki 2000 mm. Didelis išibėgėjimo ir stabdymo pagreitis. Greitis apie 10 - 1500 mm/s	Labai patogiu, naudojant cilindrus. Puikiai valdomi mažų greičių srityje	Nedidelės eigos, gaunamos naudojant solenoidus ar tiesinius variklius. Dažniau naudojami mechaniniai judesio keitikliai.
Pasukamojo judesio formavimas	Naudojami cilindrai su krumpliastiebine sistema. Posūkius iki 360° patogiu realizuoti, naudojant švytuojančius cilindrus	Panašiai, kaip pneumatinėje sistemoje.	Sukamąjį judesį mechanškai keičiant pasukamuuju
Sukamojo judesio formavimas	Naudojami pneumatiniai plataus greičių diapazono varikliai, pasiekiamas greitis iki 500000 aps/min.	Hidrauliniai įvairių konstrukcijų varikliai; mažesnis greičių diapazonas, tačiau labai patogūs mažų greičių srityje	Elektros varikliai - efektyviausi sukamojo judesio formavimo įtaisai
Spaudimo jėga	Nedidelis jėgų diapazonas (žemas darbo slėgis). Galima apkrauti iki sustabdymo. Sustabdytus cilindrus nebenaudojama energija. Ekonomiškai 1N - 50 000 N diapazone.	Esant dideliui hidraulinės sistemos slėgiui, galima išvystyti labai dideles jėgas. Perkrovimo galimybės riboja apsauginiai vožtuvai. Stovint cilindrai, naudojama energija	Menkas efektyvumas, dėl mechaninių jėgos perdavimo priemonių. Negalima perkrauti. Naudojama palyginti daug energijos įrenginiui veikiant tuščiaja veika
Sukimo jėga	Nedidelis išvystomas momentas. Galima perkrauti iki sustabdymo. Sustabdytoje būklėje energija nenaudojama	Didelis išvystomas momentas. Galima apkrauti iki apsauginiu vožtuvu nustatyto dydžio. Įrenginiui stovint naudojama energija	Negalima perkrauti.

2.3. Techniniai skaičiavimai

2.3.1. Kinematiniai skaičiavimai

Pneumatinio cilindro parinkimas

a) žinant slėgį ir kokią jėgą cilindras turi išvystyti, apskaičiuojame cilindro skersmenį D ir koto skersmenį d .

Darbinis slėgis – $p=6\text{bar}$.

Reikalinga išvystoma jėga – $F=1200\text{N}$.

Naudingumo koeficientas – $\eta = 0,85$.

Pirmiausia apskaičiuojame cilindro stūmoklio plotą:

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta} \quad [2.3.1.1]$$

čia:

F – reikalinga išvystoma jėga;

p – darbinis slėgis;

η – naudingumo koeficientas.

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta} = \frac{1200}{6 \cdot 10^5 \cdot 0,85} = 0,02\text{m}^2 = 20\text{mm}^2$$

Cilindro skersmuo apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{3,14}} = 0,159\text{m} = 159\text{mm} \quad [2.3.1.2]$$

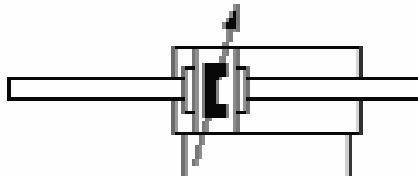
Pagal cilindrų nominaliųjų skersmenų eilę imame $D = 160\text{mm}$.

Kotui apskaičiuoti imamas santykis $k = \frac{d}{D} = 0,4$, tuomet:

$$d = D \cdot 0,4 = 160 \cdot 0,4 = 64\text{mm} \quad [2.3.1.3]$$

Pagal koto nominaliųjų skersmenų eilę imame $d = 65\text{mm}$.

Parengtas standartinis dvikotis cilindras Festo:



2.3.1. pav. Dvikočio pneumatinio cilindro veikimas

2.3.1.1. lentelė

Standartinis cilindras DNG-160-200-PPV-A-S2

Bazinės savybės	Reikšmė
Cilindro skersmuo, mm.	160
Eiga, mm.	200
Amortizavimas	Amortizavimas galinėse padėtyse
Kitos savybės	Reikšmė
Stūmoklio koto tipas	Dvikotis

2.4. Medžiagų parinkimo pagrindimas

Detalės bus gaminamos iš konstrukcinio plieno C45 LST EN 10083-1 ir S235 10025-2. Plieno C45 cheminė sudėtis ir mechaninės savybės pateiktos 2.4.1. ir 2.4.2. lentelėse.

2.4.1 lentelė

Anglinio konstrukcinio plieno C45 (LST EN 10083-1-2) cheminė sudėtis, %

Cheminė sudėtis, %			
C	Si	Mn	Cr, ne daugiau kaip
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25

2.4.2 lentelė

Anglinio konstrukcinio plieno C45 (LST EN 10083-1) mechaninės savybės, %

Mechaninės savybės, %				
σ_y , MPa	σ_u , MPa	δ_5 , %	Ψ , %	Smūginis tūsumas KCU, J/cm
355	600	16	40	49

čia: σ_y – takumo riba;

σ_u – stiprumo riba;

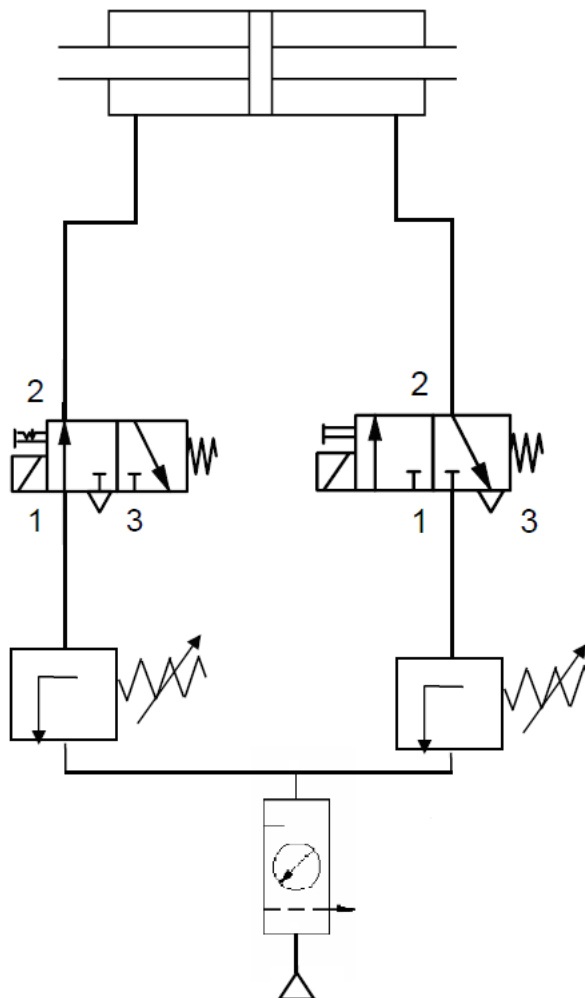
δ_5 – bandinio santykinis ištišimas jį nutraukus, kai bandinio ilgis 5 kartų didesnis už jo skerspjūvį;

Ψ – santykinis bandinio skerspjūvio susitraukimas nutraukimo vietoje;

KCU – smūginis tūsumas tiriant bandinius U tipo koncentratoriumi.

2.5. Mechatronikos sistemos

Dviračių rėmų bandymo stendo pneumatinio cilindro valdymas susideda iš elektrinės ir pneumatinės dalies. Elektrinę dalį sudaro programuojamas loginis valdiklis su vizualine išvestimi (ekranu). Pneumatinę dalį sudaro: oro paruošimo modulis, slėgio reguliavimo vožtuvai, 3/2 tipo monostabilus solenoidinis sskirstytuvas su pneumatiniu stiprintuvu, dvikotis pneumatinis cilindras.



2.5.1. pav. Stendo pneumatinė dalis

Darbo įrengimų greitis pneumatinėse sistemose iki 2,0 m/s, mažiausias oro darbo greitis 5–6 m/s. Kai mažesni oro greičiai, atsiranda virpesiai ir darbo įrenginių judesio eigos netolygumas. Pneumatiniai įrenginiai lengviau prižiurimi ir pigesni už hidraulinius. Pneumatinės sistemas ekonomiškai tikslinga naudoti tokiuose mechanizmuose, kuriuose darbo įrenginių apkrovos neviršija 30 kN, o pneumatiniu cilindru skersmuo atitinkamai yra 250 mm. Mažiausias cilindro skersmuo pneumatinuose cilindruose – 12 mm.

Jų privalumai tokie: didelis patikimumas ir patvarumas, paprasta konstrukcija, jos greitaėigiškos, saugios, neteršia aplinkos ir gaminamos produkcijos.

3. TECHNOLOGINĖ DALIS

3.1. Detalės technologiškumo analizė

Pasirinkta detalė svorio ašis.

Pagal brėžinyje pateiktus duomenis atliekama detalės technologiškumo analizė.

Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.

3.1.1 lentelė.

Tecnologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijams
1. Reikalingi matmenys.	Visi reikalingi matmenys duoti.
2. Atitikimas tarp matmenų tikslumo ir paviršiaus glotnumo.	$\varnothing 17h7Ra2,5$
3. Vaizdai ir pjūviai.	Visi vaizdai ir pjūviai nurodyti.
4. Matmenų atitikimas standartiniai eilei.	$R5 - 1,6; 2,5; 4,0$. $R10 - 5; M12$. $R40 - 3; 17$. Papildomos vertės: 23.
5. Matmenų išdėstymas pagal koordinačių ašis.	Matmenys išdėstyti pagal tris koordinačių ašis.
6. Techninės sąlygos (po brėžinio).	1. LST EN 22768-mK. 2. Aštrias briaunas nulyginti nuožula $0,5 \times 45^\circ$.
7. Matmenų matavimas.	Visi matmenys išmatuojami nesudėtingai

Detalės konstrukcijos atitikimas pagal technologiškumo kriterijus.

3.1.2 lentelė.

Tecnologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijams
1. Medžiagos parinkimas.	Plienas C45 LST EN 10083-1.
2. Pasvirę paviršiai.	Nuožula: $0,5 \times 45^\circ$; $1,6 \times 45^\circ$.
3. Bazės.	Bazavimas nesudėtingas.
4. Detalės standumas: $l / d_{vid} < 10$ - detalė standi. l - detalės ilgis; d_{vid} - vidutinis detalės skersmuo.	$\frac{45}{18} = 2,5$ $2,5 < 10$ – detalė standi.
5. Terminio apdirbimo rūšis.	Detalė termiškai neapdirbama.
6. Spec. technologinių operacijų reikalingumas.	Nereikia.
7. Simetrijos ašys ir plokštumos.	Detalė turi vieną simetrijos ašį ir plokštumą.
8. Ar detalės forma nesudarys papildomų sunkumų gaminat ruošinį.	Nesudarys.
9. Sunkumai, išskylantys dėl elementų išdėstymo mechaniškai apdirbant detalę.	Sunkumų nesudarys.

Pagrindinių technologiškumo kriterijų skaičiavimas.**a) Detalės masė:**

Apskaičiuota programa „SOLIDWORKS“.

$$M_{det} = 0,072kg$$

$$M_f = 0,172kg$$

b) Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{M_{\text{det}}}{M_f} \quad [3.1.1]$$

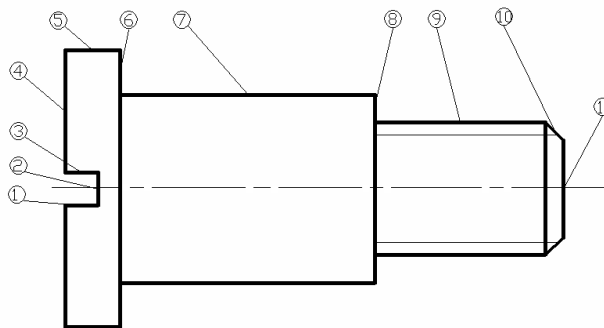
čia:

M_{det} - detalės masė;

M_f - figūros masė.

$$K_m = \frac{0,072}{0,172} = 0,42$$

c) Unifikacijos koeficientas:



3.1. pav. Svorio ašies eskizas su paviršių numeracija

$$K_u = \frac{D_u}{D} \quad [3.1.2]$$

čia:

D_u - unifikuotų paviršių skaičius;

D - visų paviršių skaičius.

$$K_u = \frac{2}{11} = 0,18$$

d) Apdirbimo tikslumo koeficientas:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{\text{vid}}} ; \quad [3.1.3]$$

$$A_{\text{vid}} = \frac{\sum A_i \cdot n}{\sum n_i} . \quad [3.1.4]$$

čia:

A_i - atirinkamo paviršiaus tikslumo kвалitetas;

n_i - paviršius su šiuo kвалitetu.

$$A_{vid} = \frac{1 \cdot 7 + 10 \cdot 12}{11} = 11,5$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{7} = 0,86$$

e) Paviršiaus glotnumo koeficientas:

$$K_S = 1 - \frac{1}{B_{vid}}; \quad [3.1.5]$$

$$B_{vid} = \frac{\sum A_i \cdot n}{\sum n_i}. \quad [3.1.6]$$

čia:

B_i - atirinkamo paviršiaus glotnumo reikšmė;

n_i - paviršius su atitinkamu glotnumu.

$$B_{vid} = \frac{2,5 \cdot 1 + 10 \cdot 3,2}{11} = 3,14$$

$$K_S = 1 - \frac{1}{3,14} = 0,68$$

Detalės forma nesudėtinga ir nereikalauja specialių technologinių operacijų. Unifikuotų paviršių nėra daug, šiurkštumas neaukštas. Detalė pakankamai technologiška.

3.2. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams

3.2.1. Ruošinių parinkimo principai

Vienetinei, serijinei ir masinei gamybai taikomi skirtingų ruošinių gamybos būdai. Toliau pateikiami keli labiausiai tinkantys veleno ruošinio gamybos būdai.

Štampavimas – ruošinys deformuojamas štampe lizde. Lyginamoji deformacija štampuojant visada didesnė negu kalant. Palyginti su kalimu, štampavimas yra našesnis, tikslesnis. Be to reikia nepamiršti ir štampos kainos. Štampuojant sumažėja metalo atliekų. Reikiamas ruošinio pavidalas gaunamas štampuojant keliuose lizduose.

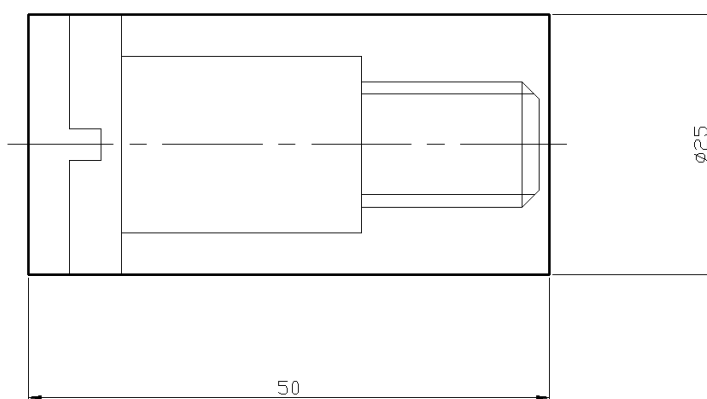
Karštasis štampavimas atviruose ir uždaruose štampuose. Štampuojant atviruose štampuose metalo perteklius gali išsileti todėl galimi dideli metalo nuostoliai. Štampuojant uždaruose štampuose metalas neišsilieja, tačiau tada pirminis ruošinys turi būti tikslus. Našiam apdirbimui vertėtų naudoti daugelio pozicijų karštojo štampavimo automatus. Apdirbant automatuose ruošinių paviršių užlaidos neviršija 1mm.

Šaltuoju štampavimu štampuojama automatiniais presais. Dažniausiai štampuojami kalibruoti strypai. Šaltai štampuojant atliekų būna nedaug, našus dažnai siekia šimtus vienetų per minutę.

Valcavimas – tai metalo ruošinio apspaudimas ir ištempimo procesai, ruošinį pažeidžiant tarp besisukančių valcų. Valcuoti gaminiai skirstomi į: rūšinius, lakštinius, specialios paskirties, vamzdivius, periodinius. Rūšiniai profiliai skirstomi į paprastos geometrinės formos strypus (kvadratiniai, apvalūs, juostiniai, trikampiai, ovalūs ir pan.) ir fasoninius (nelygiašonis kampuočiai, lovini, dvitiejini, bėginiai ir pan.). Specialios paskirties profiliai: statybiniai, žemės ūkio mašinų gamybai. Lakštiniai gaminiai: plonieji (<4 mm), storieji (4 – 60 mm), suvirinti vamzdžiai (išorinis skersmuo 1400 mm, sienelės storis 0,5 – 40 mm). Periodiniai – gaminiai kurių skerspjūvis ilgyje periodiškai kinta, naudojami kaip štampavimo ruošiniai.

3.2.2. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju

Gaminama detalė yra cilindro formos, gamybinė programa $N_1 = 4$ vnt, todėl vienetinėje gamyboje detalę ekonomiškiausia būtų gaminti iš detalės matmenim artimo ruošinio – karštai valcuoto kalibruoto strypo. Gaminant detalę iš strypo išvengiama brangių ruošinio gamybos kaštų. Parinkus strypą, kurio matmenys artimi gaminamai detalei sumažinamas drožlių kiekis. Ruošinio eskizas pateiktas 3.1 paveiksle.



3.2.2.1 pav. Ruošinio eskizas vienetiniam gamybai

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

Masė apskaičiuota programa „SOLIDWORKS“.

$$M_{\text{det}} = 0,072 \text{ kg}$$

$$M_f = 0,172 \text{ kg}$$

$$M = \frac{M_{\text{det}}}{M_f};$$

$$M = \frac{72}{172} = 0,42.$$

[3.1.2.1]

Atliekų kaina:

Juodojo metalo kaina 0,574 Lt/kg;

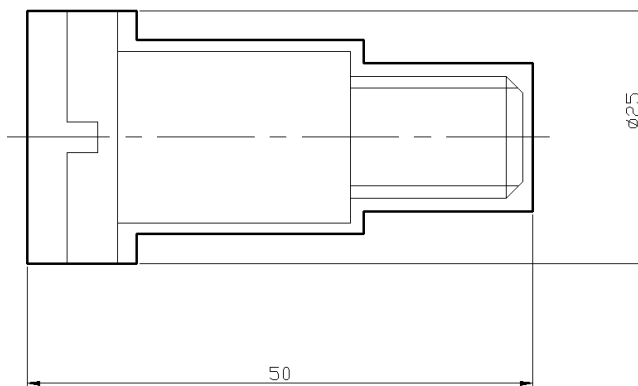
Atliekų svoris: $172 - 72 = 100 \text{ g}$;

Atliekų kaina: $0,574 \cdot 0,1 = 0,06 \text{ Lt}$;

Atliekų kaina atlikus gamybinę operaciją: $0,06 \cdot 4 = 0,24 \text{ Lt}$.

3.2.3. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju

Serijinei gamybai parenkamas ruošinys, kurio gamyba bus atliekama šaltuoju tūriniu šampavimu automatiniais presais. Dirbant šiuo būdu atliekų būna nedaug, galima pasiekti 9-13 tikslumo kвалitetą, paviršiaus šiurkštumą $R_a - 6,3$. Gamybinė programa $N_2 = 800vnt$. Ruošinio eskizas parodytas 3.2 pav.



3.2.3.1 pav. Ruošinio eskizas serijiniai gamybai

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

Masė apskaičiuota programa „SOLIDWORKS“.

$$M_{det} = 0,072kg$$

$$M_f = 0,154kg$$

$$M = \frac{72}{154} = 0,47.$$

Atliekų kaina:

Juodojo metalo kaina 0,574 Lt/kg;

Atliekų svoris: $154 - 72 = 82g$;

Atliekų kaina: $0,574 \cdot 0,082 = 0,05Lt$;

Atliekų kaina atlikus gamybinę operacija: $0,05 \cdot 800 = 40Lt$.

Atliekant serijinės gamybos programą, vienetinės gamybos būdu atliekų kaina būtų: $0,06 \cdot 800 = 48Lt$. Gaminat detalę vienetinės gamybos būdu mechaniškai apdirbant detalę tekinimo, frezavimo ir sriegimo būdu atliekų susidarytų daugiau, gamybos procesas būtų ne toksnašus, tačiau įvertinant tai, kad štampos vidutinė kaina yra apie 3000Lt., gaminant nedideles detalių partijas

šampuojant ekonomiškai neapsimoka. Todėl detalės gamybai pasirenkamas variantas yra mechaninis apdirbimas iš karštai valcuoto kalibruoto strypo.

3.3. Detalės mechaninio apdirbimo maršruto sudarymas

Mechaninio apdirbimo kelio projektavimas – tai technologinių operacijų maršruto sudarymas.

Svarbu ,kad sekanti operacija būtų tikslesnė nei prieš tai buvusi. Technologiniame maršrute nurodoma operacijų bei perėjimų numeracija, atliekama operacija, staklių tipas ir modelis, kuriomis bus atliekama operacija, įrankis, kuriuo konkrečioje operacijoje yra apdirbama detalė.

3.1 lentelėje pateiktas apdirbamos detalės – svorio ašies, mechaninio apdirbimo maršrutas. Detalės paviršių numeracija parodyta 2.2 pav.

Svorio ašies mechaninio apdirbimo technologinis maršrutas

3.3.1 lentelė

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Staklės	Įrankiai
010	1	Galinio paviršiaus 11 tekinimas	YCM GT-250MA	Ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokštele ISO 6
	2	Paviršiaus 7 grubus tekinimas		Ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokštele ISO 6
	3	Paviršiaus 7 glotnus tekinimas		Ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokštele ISO 6
	4	Paviršiaus 9 grubus tekinimas		Ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokštele ISO 6
	5	Nuožulos 10 nuėmimas		Ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokštele ISO 6
	6	Paviršiaus 9 sriegimas		ISO 12 išorinio sriegimo peilis metriniam sriegiui

	7	Detalės nupjovimas		Nupjovimo peilis su lituojama kietlydinio plokšte ISO 7
020	1	Paviršių 1, 2, 3 frezavimas	YCM FV – 125A	Dviejų plunksnų kotinė freza su tiesiu galu Z2

3.4. Įrenginių ir įrangos parinkimas

Kadangi apdirbti detalės paviršių jau ankstesniame skyriuje parinkome tekimo ir frezavimo operacijas, tai reikia parinkti stakles, kad išpildyti detalės techninius reikalavimus. Panaudosime CNC tekimo staklės YCM GT – 250MA ir CNC frezavimo staklės YCM FV-125A.

Tai programinio valdymo staklės skirtos paviršių frezavimui, tekimui. Pasižymi gana aukštu tikslumu ir našumu. CNC tekimo staklių YCM GT – 250MA špindelio galia 15kW, o CNC frezavimo staklių YCM FV-125A špindelio galia 11kW.

Toliau parenkami pjovimo įrankiai, jie turi užtikrinti didžiausią našumą, reikalaujamą tikslumą, bei paviršiaus glotnumą. Visoms apdirbimo operacijoms parenkame standartinius firmos „Optimum“ ir „Bernardo“ įrankius. Kurių pasirinkimas labai didelis pagal apdirbamas medžiagas, pjovimo gylius ir pastūmas. Plokštelės yra vienkartinės ir negalandamos. Atidirbusi plokštelė yra keičiama į naują, privalumas toks kad visada tiksliai yra užtikrinami plokštelės pjovimo kampai ir užapvalinimo spinduliai.

3.5. Užlaidų nustatymas

a) Ruošinio parinkimas:

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

Nustatome figūros masę:

Figūros masė apskaičiuota programą SOLIDWORKS:

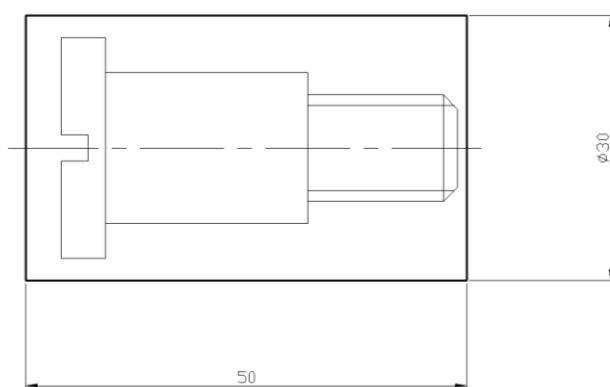
$$M_f = 172,30g = 0,172kg$$

$$M_d = 72,77g = 0,072kg$$

b) Parenkame užlaidas:

3.5.1 lentelė

Eil. Nr.	Detalė matmuo mm	Užlaidos dydis mm	Nuokrypos dydis mm	Ruošinio matmuo mm
1.	ø25	2,5	+0,4 -0,5	30 ^{+0,4} _{-0,5}
2.	45	2,5	+1,0 -0,6	50 ^{+1,0} _{-0,6}



3.5.1pav. Ruošinio eskizas

c) Užlaidų skaičiavimas:

Apskaičiuojame bendrąją ir tarpinę užlaidą paviršiams.

Sudarome antrą lentelę, kurioje:

h - deformacijos sluoksnis;

ρ - erdvinės paklaidos;

ε - nustatymo paklaida;

R_z, h, ε - randame iš lentelių.

Ruošinio:	$R_z = 160 \mu m;$	$h = 250 \mu m;$
-----------	--------------------	------------------

Grubus tekimas:	$R_z = 50 \mu m;$	$h = 50 \mu m;$
-----------------	-------------------	-----------------

Glotnus tekimas:	$R_z = 30 \mu m;$	$h = 30 \mu m;$
------------------	-------------------	-----------------

Valciavimas:

$$\rho = \rho_{sus} = \Delta k \cdot l$$

$$\Delta k = 0,5 \mu m / mm \quad [3.5.1]$$

$$\rho = \rho_{sus} = 0,5 \cdot 45 = 22,5 \mu m$$

Į 2 lentelę surašome atitinkamus ruošinio technologinių pakopų užlaidų elementus R_z, h ir ρ . Kadangi detalės ruošinys apdirbimo metu tvirtinamas trijų kumštelių griebtuve, radialinė pastatymo paklaida ε randama iš lentelių. Technologinių pakopų minimalias užlaidas apskaičiuojame naudodamiesi pagrindine formule.

Grubiam tekimui:

$$\begin{aligned} 2z_{i \min} &= 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \\ 2z_{i \min} &= 2(160 + 250 + \sqrt{23^2 + 100^2}) = 2 \cdot 513 \mu m \end{aligned} \quad [3.5.2]$$

Glotniam tekimui:

$$\begin{aligned} 2z_{i \min} &= 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \\ 2z_{i \min} &= 2(50 + 50 + \sqrt{2^2 + 5^2}) = 2 \cdot 105 \mu m \end{aligned} \quad [3.5.3]$$

Skaičiuojamasis matmuo: $d = 25 - 0,34 = 24,66 mm$.

Skaičiuojame ribinius matmenis:

„Apskaičiuotas matmuo d_{sk} “ pildoma pradedant nuo galutinio mažiausio ribinio (brėžinio) matmens, iš eilės pradedant prie jo kiekvienos technologinės pakopos minimalią užlaidą:

$$d_{sk2}=24,66+0,21=24,87\text{ mm};$$

$$d_{sk.ruos}=24,87+1,026=25,89\text{mm};$$

Užrašome atitinkamoje 2 lentelės grafoje tolerancijas kiekvienai technologinei pakopai:

Ruošinio skaičiuojamo kakliuko tolerancija: $T_{ruos}=400\text{ }\mu\text{m}$

Grubaus tekinimui kakliuko tolerancija: $T_{grub}=250\text{ }\mu\text{m}$

Glotniam tekinimui kakliuko tolerancija: $T_{glot.}=39\text{ }\mu\text{m}$

Didžiausius ribinius matmenis gauname pridėję prie mažiausių ribinių matmenų atitinkamos pakopos tolerancijas:

$$d_{max2}=24,66+0,039=24,69\text{mm};$$

$$d_{max1}=24,87+0,25=24,94\text{mm};$$

$$d_{max.ruos}=25,89+0,4=26,29\text{mm}.$$

Mažiausios ribinių užlaidų $2z_{\min}^{rib}$ vertės gaunamos kaip mažiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas. Didžiausios ribinių užlaidų $2z_{\max}^{rib}$ vertės gaunamos kaip didžiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas.

$$2z_{\max 1}^{rib}=26,29-24,94=1,35\text{mm}=1350\text{ }\mu\text{m}$$

$$2z_{\max 2}^{rib}=24,94-24,69=0,25\text{mm}=250\text{ }\mu\text{m}$$

$$2z_{\min 1}^{rib}=25,89-24,87=1,02\text{mm}=1020\text{ }\mu\text{m}$$

$$2z_{\min 2}^{rib}=24,87-24,66=0,21\text{mm}=240\text{ }\mu\text{m}$$

Gautus duomenis surašome į 2 lentelę:

3.5.2 lentelė

$\varnothing 25 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,34 \end{smallmatrix}$	Užlaidos elementai, μm				Apsk. užlaida $2z_{\min}, \mu m$	Apsk. matmuo d_{sk}, mm	Tolerancija T, μm	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidos, μm	
	R_z	h	ρ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{rib}$	$2z_{\max}^{rib}$
Ruošiny	160	250	23	-	-	25,89	400	25,89	26,29	-	-
Grubus tekinimas	50	50	2	100	1026	24,87	250	24,87	24,94	1020	1350
Glotnus tekinimas	30	30	1	5	210	24,66	34	24,66	24,56	240	250

Grubaus tekinimo metu pasiekiamas IT12 matmens kokybės lygis, tačiau pirmos pakopos metu apdirbimas pradedamas dirbti detalę neapdirbtu antruoju paviršiumi, todėl:

$$T = \frac{T_{ruoš} + T_{apd}}{2}$$

$$T_{apd} = 250 \mu m$$

$$T = \frac{400 + 250}{2} = 325 \mu m$$
[3.5.4]

Suminė ruošinio paviršių erdvinių nuokrypų vertė:

$$\rho_{ruoš} = \Delta k \cdot l$$

$$\Delta k = 0,12 \mu m / mm$$

$$l = 45 mm$$

$$\rho_{ruoš} = 0,12 \cdot 45 = 5 \mu m$$
[3.5.5]

Likęs ruošinio paviršių erdvinis nuokrypis po grubaus tekinimo:

$$\rho_{grubtek.} = k \cdot \rho_{ruoš} = 0,06 \cdot 5 = 0,3 \mu m$$
[3.5.6]

ε randamas iš lentelių: $\varepsilon = 260 \mu m$.

Naudojantis minimalios užlaidos plokštumos apskaičiavimo formule:

$$z_{\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$
[3.5.7]

Apskaičiuojame minimalią ruošinio paviršiaus grubiojo tekimo užlaidą:

$$z_{\min 1} = 160 + 250 + 5 + 260 = 675 \mu m$$

Skaiciuojamas matmuo 11 paviršiaus grubiam tekimui:

$$45 - 0,15 = 44,85 mm$$

Skaiciuojamas matmuo 4 paviršiaus grubiam tekimui:

$$44,85 - 0,15 = 44,7 mm$$

Skaiciuojamas matmuo 11 paviršiaus ruošiniui:

$$44,85 + 0,715 = 45,57 mm$$

Skaiciuojamas matmuo paviršiaus ruošiniui:

$$45,57 + 0,715 = 46,28 mm.$$

Nustatome tolerancijas kiekvienam perėjimui:

11 paviršiaus ruošiniui: $1000 \mu m$;

11 paviršiaus grubiam tekimui: $300 \mu m$;

4 paviršiaus ruošiniui: $1000 \mu m$;

4 paviršiaus grubiam tekimui: $300 \mu m$;

„Apskaičiuotas matmuo l_{sk} “ pildoma pradedant nuo galutinio mažiausio ribinio (brėžinio) matmens, iš eilės pradedant prie jo kiekvienos technologinės pakopos minimalią užlaidą:

$$l_{1\min} = 45 - 0,15 = 44,85 mm;$$

$$l_{2\min} = 44,85 - 0,15 = 44,7 mm;$$

$$l_{1ruos} = 45,57 + 0,715 = 46,28 mm;$$

$$l_{2ruos} = 46,28 + 0,715 = 47 mm.$$

Didžiausius ribinius matmenis gauname pridėję prie mažiausių ribinių matmenų atitinkamos pakopos tolerancijas:

$$l_{1\max} = 44,85 + 0,3 = 45,15 mm;$$

$$l_{1ruos} = 46,28 + 1 = 47,28 mm;$$

$$l_{2\max} = 44,7 + 0,3 = 45 mm;$$

$$l_{2ruos} = 47 + 1 = 48 mm.$$

Mažiausios ribinių užlaidų $2Z_{\min}^{rib}$ vertės gaunamos kaip mažiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas. Didžiausias ribinių užlaidų $2Z_{\max}^{rib}$ vertės gaunamos kaip didžiausių atliekamosios ir ankstesniosios pakopų ribinių matmenų skirtumas.

$$2z_{\min 1} = 46,28 - 45,15 = 1,13mm = 1130\mu m;$$

$$2z_{\max 1} = (45,57 + 1) - (44,85 - 0,15) = 2,07mm = 2070\mu m.$$

$$2z_{\min 2} = 47,28 - 47 = 28mm = 280\mu m;$$

$$2z_{\max 2} = (46,28 + 1) - (44,7 - 0,15) = 2,73mm = 2730\mu m.$$

Užlaidų ir ribinių matmenų apskaičiavimas plokštiems paviršiams:

3.5.3 lentelė

$45^{(+0,15)}_{(-0,15)}$	Užlaidos elementai, μm				Skaič. užlaida, μm	Skaič. matmuo, mm	Tolerancija T, μm	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidos, μm	
	R_z	h	ρ	ε				$l_{\min}$	$l_{\max}$	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Ruošinio galinė plokštuma 11	160	250	5	-	-	45,57	1000	46,28	47,28	-	-
Grubus tekimas 11	50	50	0,3	260	675	44,85	300	44,85	45,15	1130	2070
Ruošinio galinė plokštuma 4	160	250	5	-	-	45,57	1000	47	48	-	-
Grubus tekimas 4	50	50	0,3	260	675	44,85	300	44,7	45	280	2730

3.6. Pjovimo režimų nustatymas

Pjovimo režimai nustatomi atsižvelgiant į detalės apdirbimo būdą, jos medžiagą, standumą, įrankio pjaunančiosios dalies medžiagą, pjovimo kampus, norimą pasiekti apdirbto paviršiaus tikslumą, šiurkštumą ir pan.

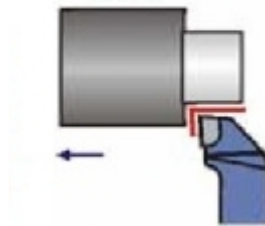
Skaičiuojame pjovimo režimas 010 operacijai perėjimas 4, paviršius 9 grubus tekinimas.

Parinktas įrankis – tekinimo peilis: ištekinimo peilis su lituojama kietlydinio plokšte ISO 6. Detalė apdirbama su CNC tekinimo staklėmis YCM GT-250MA.

Apdirbamos detalės medžiaga – anglinis konstrukcinis plienas C45 (LST EN 10083-1), $\sigma_u = 600MPa$. Plieno cheminė sudėtis ir mechaninės savybės pateiktos 2.1 ir 2.2 lentelėse.

Ištekinimo peilio plokštelės pjaunančiosios dalies medžiaga: T15K6.

Tekinimo peilio kampai: $\angle\varphi = 90^\circ$; $\angle\alpha = 6^\circ$; $\angle\gamma = 6^\circ$; $r = 0,3mm$.



3.6.1 pav. Tekinimo peilis

Apskaičiuojamas pjovimo gylis:

$$t = \frac{D - d}{2}; \quad [3.6.1]$$

čia:

D - skersmuo prieš tekinimą, mm;

d - skersmuo po tekinimo, mm.

$$t = \frac{17 - 12}{2} = 2,5mm.$$

Parenkama pastūma vienam ruošinio apsisukimui pagal [1] – 266p., 11 lent.:

$s=0,4mm/aps$.

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v; \quad [3.6.2]$$

čia:

T=60 min – vidutinė peilio patvarumo reikšmė

Konstanta C_v ir laipsnių rodikliai x,y,m parenkami iš [1] – 269p., 17 lent.:

$$C_v=350; \quad x=0,15; \quad y=0,35; \quad m=0,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{rv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{rv} \quad [3.6.3]$$

čia:

$K_{mv} = 1,72$ - koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 262p., 4.1 lent.);

$K_{rv} = 0,9$ - koeficientas, įvertinantis medžiagos paviršiaus būklę jo pjovimo greičiui (pagal [1] – 263p., 5 lent.);

$K_{iv} = 1$ - koeficientas, įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 263p., 6 lent.);

$K_{\varphi v} = 0,7; K_{\varphi 1v} = 1, K_{rv} = 1$ - koeficientas įvertinantis peilio geometrinių elementų įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 271p., 18 lent.);

$$K_v = 1,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08;$$

$$v = \frac{350 \cdot 1,08}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = \frac{378}{1,88} = 201 \text{ m/min}$$

Apskaičiuojamas ruošinio sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad [3.6.4]$$

$$n = \frac{1000 \cdot 201}{3,14 \cdot 12} = 3765 \text{ aps/min.}$$

Kadangi dirbama su CNC tipo tekinimo staklėmis, kuriomis galima pasiekti tikslų apsisukimų skaičių. Priimama, kad staklių sukimosi dažnis $n_{st} = n = 3800 \text{ aps/min.}$

Apskaičiuojama minutinė pastūma:

$$s_m = s \cdot n_{st};$$

$$s_m = 0,4 \cdot 3765 = 1506 \text{ mm/min.} \quad [3.6.5]$$

Apskaičiuojamas tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000}; \quad [3.6.6]$$

$$v_t = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 3800}{1000} = 202,8 \approx 203 \text{ m/min.}$$

Apskaičiuojamos pjovimo jėgų dedamosios:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v_t^n K_p; \quad [3.6.7]$$

čia:

P_z, P_y, P_x – tangentinė, radialinė, ašinė pjovimo jėga dedamosios.

Konstanta C_p ir laipsnių rodikliai z, y, x parenkami iš [1] – 273p., 22 lent.:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad [3.6.8]$$

čia:

K_{mp} – koeficientas įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo jėgai (pagal [1] – 264p., 9 lent.);

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – koeficientai įvertinantys peilio geometrijos įtaką (pagal [1] – 275p., 23 lent.)

Jėgų dedamųjų pjaunant duomenų lentelė

3.6.1 lentelė

Jėgos dedamoji	C_p	x	y	n	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{rp}	K_{mp}	K_p
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,89	1	1	1	0,84	0,748
P_y	243	0,9	0,6	-0,3	0,5	1	1,25	1	0,84	0,525
P_x	339	1	0,5	-0,4	1,17	1	0,85	1	0,84	0,835

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 203^{-0,15} \cdot 0,748 = 1271N$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^1 \cdot 0,4^{0,6} \cdot 203^{-0,3} \cdot 0,525 = 373N$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2,5^1 \cdot 0,4^{0,5} \cdot 203^{-0,4} \cdot 0,835 = 625N$$

Apskaičiuojame pjovimui reikalingą galią:

$$N = \frac{P_z \cdot v_t}{60 \cdot 1020};$$

$$N = \frac{1271 \cdot 203}{60 \cdot 1020} = 4,21kW. \quad [3.6.9]$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \cdot \eta; \quad [3.6.10]$$

čia:

$N_v = 7$ kW – staklių pagrindinio elektros variklio galia;

$\eta = 0,75$ – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

$4,21 < 5,25$ – sąlyga tenkinama.

Apskaičiuojame pagrindinį mašininį laiką:

$$T_m = \frac{L}{s_m} \quad [3.6.11]$$

čia:

L – darbo eigos ilgis, mm;

s_m – minutinė pastūma, mm/min.

$$L = l + l_1 + l_2; \quad [3.6.12]$$

čia:

$l = 17mm$ – pjovimo ilgis;

$l_1 = 1mm$ – peiliui įsipjauti iki viso ilgio reikalingas atstumas (pagal [2] – 620p., 2 lent.);

$l_2 = 1mm$ – peilio praėjimas už apdirbtojo paviršiaus ilgis.

$L = 17 + 1 + 1 = 19mm$;

$$T_m = \frac{19}{1506} = 0,01min.$$

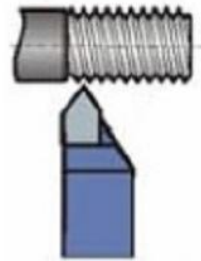
Gautus rezultatus surašome į 3.6 lentelę.

Skačiuojame pjovimo režimas 010 operacijai perėjimas 6, paviršiaus 9 sriegimas.

Parinktas įrankis –sriegimo peilis: išorinio sriegimo peilis ISO 12. Detalė apdirbama su CNC tekinimo staklėmis YCM GT-250MA.

Apdirbamos detalės medžiaga – anglinis konstrukcinis plienas C45 (LST EN 10083-1), $\sigma_u = 600MPa$. Plieno cheminė sudėtis ir mechaninės savybės pateiktos 2.1 ir 2.2 lentelėse.

Sriegimo peilio plokštelės pjaunančiosios dalies medžiaga: T15K6.



3.6.2 pav. Sriegimo peilis

Parentamas pjovimo gylis:

$t = 1,5mm$.

Parentama pastūma vienam ruošinio apsisukimui pagal [1] – 266p., 11 lent.:

$s = 1mm/aps$.

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v;$$

čia:

$T = 60 min$ – vidutinė peilio patvarumo reikšmė

Konstanta C_v ir laipsnių rodikliai x, y, m parentkami iš [1] – 269p., 17 lent.:

$C_v = 244$; $x = 0,23$; $y = 0,3$; $m = 0,2$;

Pataisos koeficientas $K_v = K_{mv} \cdot K_{rv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv}$

čia:

$K_{mv} = 1,72$ - koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 262p., 4.1 lent.);

$K_{rv} = 0,9$ - koeficientas, įvertinantis medžiagos paviršiaus būklę jo pjovimo greičiui (pagal [1] – 263p., 5 lent.);

$K_{jv} = 1$ - koeficientas, įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 263p., 6 lent.);

$K_{\phi v} = 0,7; K_{\phi 1v} = 1, K_{rv} = 1$ - koeficientas įvertinantis peilio geometrinių elementų įtaką pjovimo greičiui (pagal [1] – 271p., 18 lent.);

$$K_v = 1,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08;$$

$$v = \frac{244 \cdot 1,08}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,23} \cdot 1^{0,3}} = \frac{263,52}{1,73} = 86 \text{ m/min}$$

Apskaičiuojamas ruošinio sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 86}{3,14 \cdot 12} = 155 \text{ aps/min.}$$

Kadangi dirbama su CNC tipo tekinimo staklėmis, kuriomis galima pasiekti tikslų apsisukimų skaičių. Priimama, kad staklių sukimosi dažnis $n_{st} = n = 150 \text{ aps/min.}$

Apskaičiuojama minutinė pastūma:

$$s_m = s \cdot n_{st};$$

$$s_m = 1 \cdot 150 = 150 \text{ mm/min.}$$

Apskaičiuojamas tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{st}}{1000};$$

$$v_t = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 150}{1000} = 85,7 \approx 86 \text{ m/min.}$$

Apskaičiuojamos pjovimo jėgų dedamosios:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v_t^n K_p;$$

čia:

P_z, P_y, P_x – tangentinė, radialinė, ašinė pjovimo jėgo dedamosios.

Konstanta C_p ir laipsnių rodikliai z, y, x parenkami iš [1] – 273p., 22 lent.:

$$\text{Pataisos koeficientas } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{jp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

čia:

K_{mp} – koeficientas įvertinantis apdirbamos medžiagos įtaką pjovimo jėgai (pagal [1] – 264p., 9 lent.);

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - koeficientai įvertinantys peilio geometrijos įtaką (pagal [1] – 275p., 23 lent.)

Jėgų dedamųjų pjaunant duomenų lentelė

3.6.2 lentelė

Jėgos dedamoji	C_p	x	y	n	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{rp}	K_{mp}	K_p
P_z	148	-	1,7	0,71	0,89	1	1	1	0,84	0,748
P_y	-	-	-	-	0,5	1	1,25	1	0,84	0,525
P_x	-	-	-	-	1,17	1	0,85	1	0,84	0,835

$$P_z = 10 \cdot 148 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 151^{-0,15} \cdot 0,748 = 317 N$$

Apskaičiuojame pjovimui reikalingą galią:

$$N = \frac{P_z \cdot v_t}{60 \cdot 1020};$$

$$N = \frac{317 \cdot 151}{60 \cdot 1020} = 0,78 kW.$$

Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą:

$$N \leq N_v \cdot \eta;$$

čia:

$N_v = 7 kW$ – staklių pagrindinio elektros variklio galia;

η - 0,75 – staklių pavaros naudingumo koeficientas.

$0,78 < 5,25$ – sąlyga tenkinama.

Apskaičiuojame pagrindinį mašininį laiką:

$$T_m = \frac{L}{s_m}$$

čia:

L – darbo eigos ilgis, mm;

s_m – minutinė pastūma, mm/min.

$$L = l + l_1 + l_2;$$

čia:

$l = 17 mm$ – pjovimo ilgis;

$l_1 = 1 mm$ – peiliui įsijpauti iki viso ilgio reikalingas atstumas (pagal [2] – 620p., 2 lent.);

$l_2 = 1\text{ mm}$ – peilio praėjimas už apdirbtojo paviršiaus ilgis.

$L = 17 + 1 + 1 = 19\text{ mm}$;

$$T_m = \frac{19}{1200} = 0,01\text{ min.}$$

Gautus rezultatus surašome į 3.6 lentelę.

Likę pjovimo režimai parenkami iš lentelių.

3.6.3 lentelė

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Staklės	Pjovimo gylis t , mm	Pastūma s , mm/aps	Sukimosi dažnis n , aps/min	Pjovimo greitis v , m/min	Minutinė pastūma s_m , mm/min
010	1	Galinio paviršiaus 11 tekinimas	YCM GT-250MA	0,5	0,3	2220	174	667
	2	Paviršiaus 7 grubus tekinimas		3,5	0,3	2160	122	648
	3	Paviršiaus 7 glotnus tekinimas		0,5	0,4	2940	157	1176
	4	Paviršiaus 9 grubus tekinimas		2,5	0,4	3800	203	1506
	5	Nuožulos 10 nuėmimas		1,6	0,4	3550	134	1420
	6	Paviršiaus 9 sriegimas		1,5	1	150	86	150
	7	Detalės nupjovimas		12,5	0,05	1850	145	93
020	1	Paviršių 1, 2, 3 frezavimas	YCM FV-125A	3	0,02 mm/danč	3120	25	62

3.7. Techninis normavimas

Technologijos normavimu yra vadinamas gamybos išteklių naudojimas technologiškai pagrįstų normų nustatymas. Siekiant ekonomiško svarbu nustatyti technologiškai pagrįstą laiko normą. Apskaičiuota laiko norma yra laikas, keikalingas darbo operacijai atlikti. Techninė norma reikalinga darbo našumui atlyginti už atliktą darbą įvertinti, reikiamam įrenginių skaičiui, jų apkrovimui, cechų bei barų gamybiniam pajėgumui apskaičiuoti.

Vienetinis laikas detalės gamybai yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{vnt} = t_0 + t_p + t_{ap} + t_{pl}; \quad [3.7.1]$$

čia:

t_{vnt} – vienetinis laikas;

t_p – pagalbinis laikas;

t_{ap} – darbo vietos aptarnavimo laikas;

t_{pl} – poilsio laikas.

Pagrindinis laikas t_0 skaičiuojamas kiekvienam perėjimui pagal formulę:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{L \cdot i}{s_z \cdot z \cdot n}; \quad [3.7.2]$$

čia:

i – darbo eigų skaičius atliekame perėjime;

L – įrankio perslinkimo skaičiuojamas ilgis apdirbimo metu, mm;

S_m – minutinė įrankio pastūma, mm/min;

s_z – pastūma dančiui, mm;

z – frezos dantų skaičius.

Privedant įrankį rankomis:

$$L = l + l_{js} + l_{j\bar{s}}; \quad [3.7.3]$$

čia:

l – apdirbamo paviršiaus ilgis, mm;

l_{js} – įrankio įsipjovimo dydis, mm;

$l_{j\bar{s}}$ – įrankio išėjimo dydis, mm.

Kai apdirbimo ciklas automatinis, dydis L nustatomas:

$$L = l + l_{js} + l_{j\bar{s}} + l_{pr}; \quad [3.7.4]$$

čia:

l_{pr} – įrankio privedimo prie ruošinio ilgis, norint išvengti smūgio pjovimo pradžioje.

Pagalbinis laikas t_p skirtas detalei įtvirtinti ir nuimti, pavaroms įjungti, išjungti, ruošiniui matuoti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_p = t_{pu} + t_{pv} + t_{pm}; \quad [3.7.5]$$

čia:

t_{pu} – detalės uždėjimo ir nuėmimo laikas - 0,12 min;

t_{pv} – staklių valdymo laikas:

- staklių įjungimas ir išjungimas - 0,03 min;
- įrankio nustatymas į pradinę padėtį - 0,1 min;
- staklių skydo atidarymas ir uždarymas - 0,03 min;
- t_{pm} – detalių matavimo laikas - 0,23 min.

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

Darbo vietos aptarnavimo laikas – tai vienetinio laiko dalis, skirta technologinių įrengimų darbingumui palaikyti, jų ir darbo vietai aptarnauti. Skiriamos darbo vietos techninis t_t ir organizacinis t_{org} aptarnavimo laikas:

$$t_{ap} = t_t + t_{org}; \quad [3.7.6]$$

Techninio aptarnavimo laikas skirtas nudilusiam įrankiui pakeisti, įrengimui paderinti, įrankiui reguliuoti. Skaičiavimuose jis verinamas procentais (iki 6%) nuo operatyviojo laiko arba skaičiuojamas pagal normatyvus atsižvelgiant į atliekamus darbus.

Organizacinio aptarnavimo laikas sugaišamas paruošiant darbo vietą darbo pradžiai, sutvarkant darbo vietą pasibaigus pamainai, tepant ir valant stakles ir kt. Jis nustatomas procentais nuo aptarnavimo laiko (0,6- 8%).

Laikas asmeniniams poreikiams taip pat įvertinamas procentais nuo aptarnavimo laiko (apie 2,5%).

Praktiniuose skaičiavimuose vienetinis laikas nustatomas pagal formulę:

$$t_v = t_{op} \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right); \quad [3.7.7]$$

čia:

α, β, γ - procentai nuo operatyvinio laiko, įvertinantys atitinkamai techninio, organizacinio aptarnavimo laikus ir laiką asmeniniams poreikiams.

Skaičiuojame vienetinio laiko normą pirmai (010) operacijai – tekinimas, sriegimas, nupjovimas.

Pirmas perėjimas. Paviršiaus 11 tekinamas. $n=2220\text{aps/min}$, $s=0,3\text{mm/aps}$.

$$L=25+1+2+1=29\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{29 \cdot 1}{667} = 0,04\text{min}.$$

Antras perėjimas. Paviršiaus 7 tekinimas. $n=2160\text{aps/min}$, $s=0,3\text{mm/aps}$.

$$L=23+1+2+1=27\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{27 \cdot 2}{648} = 0,08\text{min}.$$

Trečias perėjimas. Paviršiaus 7 glotnus tekinimas. $n=2940\text{aps/min}$, $s=0,4\text{mm/aps}$.

$$L=23+1+2+1=27\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{27 \cdot 1}{1176} = 0,02\text{min}.$$

Ketvirtas perėjimas. Paviršiaus 9 tekinamas. $n=3800\text{aps/min}$, $s=0,4\text{mm/aps}$.

$$L=17+1+2+1=21\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{21 \cdot 2}{1506} = 0,02\text{min}.$$

Penktas perėjimas. Nuožulos 10 tekinamas. $n=3550\text{aps/min}$, $s=0,4\text{mm/aps}$.

$$L=1,6+5+1=5,6\text{mm};$$

$$t_0 = \frac{5,6 \cdot 1}{1420} = 0,005\text{min}.$$

Šeštas perėjimas. Paviršiaus 9 sriegimas. $n=150\text{aps/min}$, $s=1\text{mm/aps}$.

$$L=17+1+2=20\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{20 \cdot 1}{1200} = 0,02\text{min}.$$

Septintas perėjimas. Detalės nupjovimas. $n=1850\text{aps/min}$, $s=0,05\text{mm/aps}$.

$$L=25+1+2+1=29\text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{29 \cdot 1}{93} = 0,3\text{min}.$$

Pilnas mašininis laikas:

$$t_0 = 0,04 + 0,08 + 0,02 + 0,02 + 0,005 + 0,02 + 0,3 = 0,485\text{min}$$

Pagalbinis laikas parenkamas iš normatyvinių lentelių:

$$t_p = 0,12 + 0,03 + 0,1 \cdot 3 + 0,03 + 0,23 = 0,71\text{min}$$

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = 0,485 + 0,71 = 1,2 \text{ min}$$

Vienetinis laikas t_v skaičiuojamas įvertinus laiko procentus techninio, organizacinio aptarnavimo ir asmeniniams poreikiams. Imame:

$$\alpha = 4\%;$$

$$\beta = 0,7\%;$$

$$\gamma = 2,5\%.$$

$$t_v = 1,2 \left(1 + \frac{4 + 0,6 + 2,5}{100} \right) = 2,27 \text{ min}.$$

Skaičiuojame vienetinio laiko normą pirmai (020) operacijai –frezavimas.

Pirmas perėjimas. Paviršių 1, 2, 3 frezavimas. $n= 3120 \text{ aps/min}$, $s=0,02 \text{ mm/danč}$.

$$L=25+1+2=28 \text{ mm};$$

$$t_0 = \frac{28 \cdot 1}{62} = 0,4 \text{ min}.$$

Pilnas mašininis laikas:

$$t_0 = 0,4 \text{ min}$$

Pagalbinis laikas parenkamas iš normatyvinių lentelių:

$$t_p = 0,12 + 0,03 + 0,1 + 0,03 + 0,23 = 0,51 \text{ min}$$

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = 0,4 + 0,51 = 0,91 \text{ min}$$

Vienetinis laikas t_v skaičiuojamas įvertinus laiko procentus techninio, organizacinio aptarnavimo ir asmeniniams poreikiams. Imame:

$$\alpha = 4\%;$$

$$\beta = 0,7\%;$$

$$\gamma = 2,5\%.$$

$$t_v = 0,91 \left(1 + \frac{4 + 0,6 + 2,5}{100} \right) = 1,98 \text{ min}.$$

Techninio normavimo rezultatai

3.7.1 lentelė

Operacija	Mašininis laikas t_o, min	Operatyvinis laikas t_{op}, min	Vienetinis laikas t_v, min
010	0,485	1,2	2,27
020	0,4	0,91	1,98
Bendras operacijų laikas T_b , min			4,25

4. ŽMONIŲ IR APLINKOS SAUGA

4.1. Gaminio ergonominė charakteristika

Projektuojant įrengimą buvo atsižvelgta į tai, kad jis būtų ergonomiškas ir patogus valdyti. Nuo gaminio aštrių kampų buvo nuimamos nuožulos, kad nebūtų galimybės susižeisti.

4.2. Gaminio eksplotavimo saugumas

1. Savarankiškai su dviračio rėmo bandymo staklėmis (toliau – staklės) gali dirbti asmuo sulaukęs 18 metų, pasitikrinęs sveikatą ir apie tai pateikęs medicinos įstaigos pažymą, išklauses įvadinį ir darbo vietoje instruktažus bei pasirašęs apie tai instruktažų registravimo žurnale.

2. Darbuotojas privalo laikytis bandymų centro vidaus darbo tvarkos taisyklių su kuriomis turi būti supažindintas sudarant darbo sutartį.

3. Draudžiama dirbti neblaiviam, apsvaigusiam nuo narkotinių ar toksinių medžiagų.

4. Rūkyti leidžiama tik rūkymui įrengtoje ir ženkle pažymėtoje vietoje.

5. Dirbti privalote tik tą darbą, kurį Jus apmokytas dirbti, atitinkamai instruktuosas darbo vietoje ir turite vadovo nurodymą šį darbą atlikti. Nejungti staklių ir įrengimų su kuriais Jums nenurodyta dirbti.

6. Priešgaisrinės saugos reikalavimai. Darbuotojas privalo:

6.1. žinoti priešgaisrinės saugos instrukcijų bei taisyklių reikalavimus ir juos vykdyti;

6.2. žinoti kur objekte saugomos gaisro gesinimo priemonės ir mokėti jomis naudotis;

7. Dirbti su staklėmis be pertraukos galima ne ilgiau kaip 2 valandas, po kurių turi būti daroma 15 minučių pertrauka. Jei pertraukos laikas sutampa su įmonėje nustatytos pietų pertraukos laiku tuomet 15 minučių laikas įskaitomas į pietų pertraukos laiką.

8. Darbuotojas pastebėjęs staklių gedimą, defektą, trūkstantį dalį ar detalę ir pan., privalo apie pastebėtus trūkumus nedelsdamas pranešti tiesioginiam darbų vadovui.

9. Darbuotojas pastebėjęs, jog darbo vieta yra nesaugi (drėgmė, atviri laidai ir pan.) privalo staklių nejungti ir nepradėti jomis naudotis, o apie pastebėtus trūkumus nedelsdamas pranešti tiesioginiam darbų vadovui.

10. Darbuotojas turi teisę atsisakyti dirbti su staklėmis jei mano, jog darbo vieta yra nesaugi ir apie tai nedelsdamas privalo pranešti tiesioginiam darbų vadovui ir nurodyti priežastis dėl kurių atsisako dirbti su staklėmis.

11. Patalpose privaloma palaikyti švarą ir tvarką.

12. Darbuotojui, išklausiuiam darbų saugos įvadinį instruktažą, instruktažą darbo vietoje ir apie tai pasirašiusiam saugos darbe instruktavimų žurnaluose, už darbų saugos instrukcijų pažeidimą, taikoma Lietuvos respublikos įstatymų numatyta drausminė, materialinė, administracinė arba baudžiamoji atsakomybė.

4.3. Gaminio poveikis aplinkai

Tinkamai eksploatuojant gaminį jis neturės jokio neigiamo poveikio aplinkai.

5. EKONOMINĖ DALIS

5.1. Projektuojamojo gaminio savikainos kalkuliacija

5.1.1 lentelė

Gaminio savikainos apskaičiavimas

	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, Lt
I.	Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos:	
a)	projektavimo darbai	1542,75
b)	technologijos paruošimo darbai	117,1
	Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų	1659,85
II.	Tiesioginės gamybos išlaidos:	
1.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos:	
a)	medžiagų ir žaliavų išlaidos	92,18
b)	grįžamosios atliekos	-0,92
c)	pagalbinių medžiagų išlaidos	35,5
d)	pusgaminių, komplektuojamų gaminių, atsarginių detalių išlaidos	524,9
2.	Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams):	
a)	darbo užmokestis	3124
b)	socialinis draudimas	1218,36
	Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų	4994,02
III.	Netiesioginės gamybos išlaidos:	
a)	energijos išlaidos technologiniams tikslams	200,5
b)	suslėgto oro išlaidos ir kt.	15,3
c)	vandens išlaidos	73,64
d)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	1070,3
	Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų	1359,74
	Gamybos savikaina	8013,61
IV.	Veiklos sąnaudos	13208,5
V.	Iš viso išlaidų	21222,11
	Gamybos programa, vnt.	4
	Vieno gaminio išlaidos	5305,52
	Gaminio pardavimo kaina	7500

5.1.1. Projektavimo darbų sąnaudos

Projektavimo darbų trukmė priklauso nuo gaminio sudėtingumo ir naujumo. Projektavimo darbai ir jiems atlikti skirti laiko intervalai pateikti 5.1.1.1 lentelėje.

5.1.1.1 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		5
2.	Techninis projektas	2,0–7,0		10
3.	Darbo brėžiniai	2,0–4,0	8	24
4.	Surinkimo brėžiniai	0,8–1,2	1	1,2
5.	Brėžinių kontrolė	0,8–1,4	9	9
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	2,0–4,0	9	27
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	0,3–4,0	8	16
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	0,5–4,0	3	1,5
9.	Darbų apiforminimas	0,3–4,0	9	1,8
10.	Kopijavimo darbai	0,1–1,0	9	1,5
	Iš viso			88

5.1.1.2 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	5	0,625	150	93,75
2.	Techninis projektas	10	1,25	150	187,5
3.	Darbo brėžiniai	24	3	125	375
4.	Surinkimo brėžiniai	1,2	0,15	125	18,75
5.	Brėžinių kontrolė	9	1,125	125	140,6
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	27	3,375	125	421,9
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	16	2	125	250
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	1,5	0,1875	100	18,75
9.	Darbų apiforminimas	1,8	0,225	100	22,5
10.	Kopijavimo darbai	1,5	0,1875	75	14
	Iš viso				1542,75

Gaminio projektavimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	77,14
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	1542,75
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	601,67
4.	Veiklos sąnaudos	231,41
	Iš viso	2452,97

5.1.2. Technologinis gamybos paruošimas

Projektuojant reikia numatyti visus gaminio pagaminimo etapus, t. y. parengti technologinius maršrutus ruošiniams ir iš jų gaminamoms detalėms bei kitus technologinius procesus.

Gamybai rengiamos tokios technologijos:

1. Ruošinių gamybos technologija;
2. Mechaninio apdirbimo technologija;
3. Terminio apdirbimo technologija;
4. Suvirinimo technologija;
5. Dažymo technologija;
6. Galvaninio apdirbimo technologija;
7. Surinkimo technologija.

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	9	2,0–7,0	15	90
2.	Technologijos ruošiniams pagaminti parengimas	9	2,0–4,0	15	60
	Iš viso				150

5.1.2.2 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	8	3	15	45
Iš viso				45

5.1.2.3 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.	Terminio ir suvirinimo darbų technologijos parengimas	-	1,0–4,0	-	-
2.	Surinkimo ir šaltkalviškų darbų technologijos parengimas	2	1,0–3,5	14	28
	Iš viso				28

5.1.2.4 lentelė

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	3,65
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	73
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	28,5
4.	Veiklos sąnaudos	11,95
	Iš viso	117,1

5.2. Tiesioginės medžiagų sąnaudos

5.2.1 lentelė

Pagrindinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Kaina, Lt / t arba Lt / m	Matavimo vienetai	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, Lt
1.	Plienas 45, apvalus kalibruotas, Ø16	3,42	m	2	6,84
2.	Plienas 45, apvalaus kalibruotas, Ø25	12,4	m	1	12,4
3.	Plienas S235, kvadratinis, 80x80	34,5	m	1	34,5
4.	Plienas S235, kvadratinis, 25x25	10,62	m	1,5	16
5.	Plienas S235, kampuočio, 120x80x8	45,6	m	0,5	22,8
	Iš viso				92,18

5.2.2 lentelė

Grįžtamųjų atliekų vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, kg	Atliekų kaina, Lt / kg	Suma, Lt
1.	Juodasis metalas	1,64	0,574	0,94

5.2.3 lentelė

Pagalbinių medžiagų vertė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, Lt	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, Lt
1.	Pilkas gruntas	1	35,5	1	35,5
2.	Dujos suvirinimo darbams	-	-	-	-
3.	Kitos medžiagos	-	-	-	-
	Iš viso				35,5

Išigyjamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas

Eil. Nr.	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių pavadinimas	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių kiekis, vnt.	Pusgaminio, komplektuojamo gaminio kaina, Lt	Suma, Lt
1.	Pneumatinis cilindras FESTO	1	450Lt	450
2.	Veržlė M12 DIN934	1	9 Lt/kg	0,5
3.	Veržlė M10 DIN934	3	9 Lt/kg	1,2
4.	Poveržlė M10 DIN125	4	12Lt/kg	0,3
5.	Poveržlė M8 DIN125	15	12Lt/kg	0,8
6.	Poveržlė M5 DIN125	1	12Lt/kg	0,1
7.	Varžtas M10x25 DIN7984	4	10Lt/kg	2,2
8.	Varžtas M8x25 DIN7984	12	10Lt/kg	5,6
9.	Varžtas M8x30 DIN7984	1	10Lt/kg	0,4
10.	Varžtas M8x35 DIN7984	2	10Lt/kg	1
11.	Varžtas M5x25 DIN7984	1	10Lt/kg	0,3
12.	Guolis NSK 1203 d=17mm	1	22,5Lt	22,5
13.	Grandinė Shimano – CN HG50	2	20Lt/m	40
	Iš viso			524,9

5.3. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas

5.3.1 lentelė

Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrengimų pavadinimas	Kiekis, vnt.	Vertė, Lt		Vieneto galingumas, kW	Galingumų suma, kW
			įrengimo	visų įrengimų		
Staklės						
1.	YCM GT-250MA	1	80000	1	15	15
2.	YCM FV-125A	1	62000	1	12	12
I.	Iš viso:	2	142000	2		27
Kiti įrengimai						
1.	SB 1020/1 W	1	1200	1	1,2	1,2
II.	Iš viso:	1	1200	1		1,2
Transporto priemonės						
1.	-	-	-	-	-	-
III.	Iš viso:					
	Iš viso: (I + II + III)	3	143200	3		28,2
IV.	Pristatymo, montavimo, komplektavimo,(10% nuo (I + II + III) sumos			14320		
	Įsigijimo savikaina I+II+III + IV			157520		
	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams, Lt					200,5

5.3.2 lentelė

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialus ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, Lt	Likvidacinė vertė, Lt	Sukauptas nusidėvėjimas, Lt	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma per metus, Lt	Nusidėvėjimo suma per 1 mėnesį, Lt
1. Staklės	142000	14200	127800	5	25560	2130
2. Kiti įrengimai	1200	120	1080	5	216	18
Iš viso	143200					2148

5.4. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas

5.4.1 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

5.4.2. 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
Tekintojas	1	III	13	0,3	4	1,2	15,6
Frezuotojas	1	IV	14	0,4	4	1,6	22,4
Iš viso							38

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
Projektuojamajai detalei pagaminti	Tekintojai	100	10	110	42,9	152,9
	Frezuotojai	120	12	132	51,48	183,48
Kitoms detalėms pagaminti	Tekintojas	800	80	880	343,2	1223,2
	Frezuotojas	960	96	1056	411,84	1467,84
	Gręžėjas	400	40	440	171,6	611,6
Dažymo darbai		60	6	66	25,74	91,74
Surinkimo darbai		400	40	440	171,6	611,6
Kiti darbai		-	-	-	-	-
Iš viso						4342,36

Išvada: projektuojamai detalei pagaminti reikia 3h, likusioms detalėms – 12h. Surinkimui reikia 9h. Tai yra 3 darbo dienos – 24h

5.5. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

5.5.1 lentelė

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	2,63	15	47,34
Detalėms plauti	9	10-15	2,63	1	26,3
Iš viso					73,64

5.5.2 lentelė

Suslėgto oro, panaudoto detalių gamybai, išlaidos

Pavadinimas	Įrengimų skaičius	Efektyvus darbo laiko fondas, val.	Sunaudojimas vienam įrengimui m ³ / val.	Garų arba oro kaina, Lt / m ³	Išlaidos per metus, Lt
Suslėgtas oras	2	15	1,5	0,30	15,3

5.5.3 lentelė

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	0,25	300	30	128,7	458,7	458,7
2.	Įrengimų prižiūrėtojas	0,5	400	40	171,6	611,6	611,6
3.	Kiti	-	-	-	-	-	-
	Iš viso						1070,3

5.5.4 lentelė

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	30	60	40	72	0,474	34,13
2.	Gamybinės patalpos	100	40	15	60	0,474	28,44
	Iš viso						62,57

5.6. Veiklos sąnaudos

5.6.1 lentelė

Bendrosios ir administracinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, Lt	Pastabos
1.	Atlyginimų sąnaudos	4865	6.2 lentelė
2.	Socialinio draudimo sąnaudos	1365	6.2 lentelė
3.	Komandiruočių sąnaudos	243,25	5–7% nuo atlyginimų sąnaudų
4.	Nuomos sąnaudos	960	6.3 lentelė
5.	Ilgalaikio turto nusidėvėjimo sąnaudos	2148	3.3 lentelė
6.	Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	2864	2–5% nuo įrengimų vertės
7.	Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	140	70–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 6.2 lentelę)
8.	Draudimo sąnaudos	-	1% nuo nekilnojamojo turto vertės
9.	Telefoninių pokalbių sąnaudos	100	50–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 6.2 lentelę)
10.	Elektros energijos ir šildymo sąnaudos	62,57	5.4 ir 5.5 lentelių reikšmių suma
11.	Veiklos mokesčių sąnaudos:		
11.1	Laikinojo socialinio mokesčio sąnaudos	452	4% už 2006 m. (3% už 2007 m.) nuo įmonės apmokestinamojo pelno
11.2	Nekilnojamojo turto mokesčio sąnaudos	-	(1% nuo pastatų vertės)
11.3	Žemės mokesčio sąnaudos	-	(1,5% žemės vertės)
11.4	Garantinio fondo sąnaudos	8,68	(0,2% nuo darbo užmokesčio)
11.5	Kiti mokesčiai (mokestis už aplinkos teršimą, žyminis mokestis, mokesčiai už pramoninės nuosavybės objektų registravimą ir pan.)	-	-
	Iš viso	13208,5	

5.6.2 lentelė

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	2000	780	2780	2780
2.	Buhalteris	1	1500	585	2085	2085
	Iš viso					4865

Patalpų nuomos sąnaudos

* Nuomojamosios patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, Lt	Nuomos vertė, Lt
Patalpų rūšis	Patalpų plotas, m²		
Administracinės patalpos	30	12	360
Gamybinės patalpos	100	6	600
Iš viso			960

6. IŠVADOS

Bakalauro projekte *Dviračių rėmo bandymo stendo modernizavimas*, atlikau galimų bandymo stendo konstrukcinių variantų analizę, technologinius skaičiavimus. Parinkau optimaliausią variantą naudojimo paprastumo, tikslumo ir ekonomiškumo atžvilgiu. Atlikau smulkų gaminio konstrukcijos aprašymą.

Projekte buvo nagrinėta dviračių rėmo bandymo stendo detalė – svorio ašis. Darbe buvo atlikta detalės technologiškumo analizė – renkami ruošiniai bei gamybos būdai vienetinei ir serijinei detalės gamybai, skaičiuojamos mechaninio apdirbimo užlaidos, nustatytos ir parinktos operacijos ir įrankiai reikalingi detalės gamybai, bei apskaičiuoti ir parinkti staklių gaminančių detalę pjovimo režimai. Iš darbo pastebima, kad detalė yra technologiškai nesudėtinga, ekonomiškiausia detalę gaminti iš karštai valcuoto kalibruoto strypo, moderniomis staklėmis su kokybiškais įrankiais detalė greitai apdirbama.

Konstruojamo gaminio poveikis žmonių ir aplinkos saugai nustatytas kaip nekeliantis didelio pavojaus.

Ekonominiais skaičiavimais nustatyta ir pagrįsta gaminio savikaina.

LITERATŪRA

1. **A. Г. Косиловой.** *Справочник мехнолога-машинасмаимеля.* Москва: Машиносмроение, 1985.
2. **Bražiūnas A.** *Mašinų gamybos technologijos pagrindai.* – Kaunas: Technologija, 2004.- 512p.
3. **Šniuolis R.** *Pjovimo režimų nustatymas.* – Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2000. – 43p.
4. **Krančikas R.** *Užlaidų mechaniniam apdirbimui analitinis apskaičiavimas ir parinkimas: mokomoji knyga.* – Kaunas: Technologija, 2007. – 101p.
5. **Ramonas Z., Bražėnas A.** *Tekinimas programinėmis staklėmis : metodiniai nurodymai.* – Kaunas: Technologija, 1992. – 94p.
6. **Spruogis B.** *Hidraulinių ir pneumatinių sistemų skaičiavimas ir projektavimas: mokomoji knyga; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius : Technika, 2010.*
7. **Ramonas Z., Petronis V., Ramonienė A.** *Mašinų braižyba studentams ir konstruktoriams; mokomoji knyga, Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2006.*
8. **Kovierienė A., Žičkienė S., Ramonas Z.** *Mašinų gamybos įmonių produkcijos savikainos skaičiavimas: mechanikos inžinerijos specialybių studentams; Šiaulių universitetas, Mechanikos inžinerijos katedra, Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2006.*
9. **Ramonas Z., Pertronis V., Čikotienė D.** *Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka; Šiauliai, 2004.*
10. **Prieiga per internetą:**
http://www.serda.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=3
11. **Prieiga per internetą:**
http://tbc.su.lt/?page_id=4
12. **Prieiga per internetą:**
<http://www.litlex.lt/scripts/sarasas2.dll?Tekstas=1&Id=8014&Zd=&Vr=6>