

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

A. Sabaliauskas

2014 06

STABDŽIŲ BANDYMO STENDO MODERNIZAVIMAS

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Atliko:

M-10 gr. stud.

R.Dailida

ŠIAULIAI, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

A. Sabaliauskas

2014 06

STABDŽIŲ BANDYMO STENDO MODERNIZAVIMAS

Mechanikos inžinerijos bakalauro darbas

Konsultantė

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
Doc. A.Kloverienė

2014 06

Vadovas

doc. A. Sabaliauskas

2014 06

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto
Mechanikos inžinerijos katedros
lekt.Z.Ramonas

2014 06

Atliko

M-10 gr. stud.

R.Dailida

2014 06

ŠIAULIAI, 2014

D.Robertas investigation of bicycle brake stand modernization : bachelor thesis of mechanical engineer/research advisor doc. A.Sabaliauskas; Šiauliai University, Technological Faculty, Mechanical Engineering Department.-Šiauliai, 2014,-

SUMMARY

The theme of this bachelor project of Mechanical Engineering is contemporary, i.e. about the latest technology in modern industry, where everything is fully computerized and systematized. In this bachelor project we analyze the modernization of bicycle brake stand. The main purpose of this technical modernization is to create and adapt a device which measures the speed of spinning wheel of trial bike. As the brake stand is used for investigational purposes, during the tests, we have to follow standards (LST 14766) which we use to create design of the device.

The device is designed to be an open, easily accessible place. Freely access was necessary in order to connect the device to a computer, which treated the information and performed calculations.

In this project, we will examine several different options for analysis. After selecting the optimal one, we will try to perform technical calculations.

Economical analysis showed that manufacturing, i.e. from designing to final product, will take long approximately about seven days. Total manufacturing costs to produce two speed meter devices would be 3386, 92 Lt. Cost of single device – 1693, 46 Lt. The product price can change depending on product standards and designing time.

Eilės Nr.	Formatas	Žymėjimas	Pavadinimas	Lapų sk.	Egz.nr.	Pastabos
1	A4		<u>Aiškinamasis raštas</u>	72		
			<u>Brėžiniai</u>			
2	A1	M.03.01.VA	Stabdžių bandymų, stendo modernizavimo variantai	1		
3	A1	M.03.02.00.00.SB	Stabdžių bandymo stendas	1		
4	A3	M.03.02.02.00.SB	Greičio matuoklis	1		
5	A4	M.03.02.02.01	Diskas	1		
6	A4	M.03.02.02.02	Įvorė	1		
7	A4	M.03.02.02.03	Ašėlė	1		
8	A4	M.03.02.02.04	Ratukas	1		
9	A3	M.03.02.02.05	Laikančioji auselė	1		
10	A1	M.03.03.TE	Ašelės apdirbimo maršrutas	1		
ŠU technologijos ir gamtos mokslų fakultetas		Studentas	R.Dailida			ŽINIARAŠTIS
		Vadovas	A.Sabaliauskas			
2014	Lapas	Lapų				M.03.00.00.00
	1	1				

TURINYS

ĮVADAS.....	9
1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI.....	11
2. KONSTRUKTORINĖ DALIS.....	12
2.1. Stabdžių bandymo stendo paskirtis.....	12
2.2. Stabdžių bandymo stendo konstrukcinių variantų analizė.....	13
2.3. Greičio matavimo įrenginio konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas.....	20
2.4. Techniniai skaičiavimai.....	23
2.4.1. Ašies stiprumas.....	23
2.4.2. Riedėjimo guolių eksploatavimo laikas.....	24
3. TECHNOLOGINĖ DALIS.....	27
3.1. Detalės technologiškumo analizė.....	28
3.2. Detalės brėžinio technologinė analizė.....	29
3.3. Detalės darbo brėžinio technologiškumo analizė.....	29
3.4. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams.....	32
3.5. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas.....	35
3.6. Technologinių bazių parinkimas.....	36
3.7. Užlaidų analitinis skaičiavimas.....	38
3.8. Pjovimo režimai.....	44
3.9. Technologinio proceso normavimas.....	51
4. ŽMONIŲ SAUGA IR EKSPLOATACINIAI REIKALAVIMAI.....	56
4.1. Gaminio eksploatavimo saugumas.....	56
4.2. Gaminio ergonominė charakteristika.....	56
4.3. Gaminio poveikis aplinkai.....	57
5. EKONOMINĖ DALIS.....	58
5.1. Projektavimo darbų sąnaudos.....	59
5.2. Technologinis gamybos paruošimas.....	61
5.3. Tiesioginės medžiagų sąnaudos.....	62
5.4. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas.....	63
5.5. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas.....	64
5.6. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas.....	65
5.7. Veiklos sąnaudos.....	68
6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

3.1. Plieno C45 (LST EN 10083-1) cheminė sudėtis.....	27
3.2. Plieno C45 (LST EN 10083-1) mechaninės savybės.....	27
3.3. Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.....	29
3.4. Detalės konstrukcijos atitikimas pagal techniško kriterijus.....	30
3.5. Ašelės mechaninio apdirbimo technologinis kelias.....	35
3.7.1. Detalės ruošinio matmenys.....	39
3.7.2. Užlaidų lentelė.....	43
3.8.1. Konstanta C_p ir laipsnių x,y,n rodikliai.....	46
3.8.2. Pjovimo režimai.....	50
3.9. Technologinio proceso normavimas.....	55
5. Gaminio savikainos apskaičiavimas.....	58
5.1.1. Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	59
5.1.2. Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos.....	59
5.1.3. Gaminio projektavimo sąnaudos.....	60
5.2.1. Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	60
5.2.2. Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	61
5.2.3. Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	61
5.2.4. Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	61
5.3. Išigyjamų pusgaminių, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas, kai gamybos programa 2 vnt.....	62
5.4.1. Įrengimų poreikio ir jų galimumo skaičiavimas.....	63
5.4.2. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	64
5.5.1. Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas.....	64
5.5.2. Pagrindinių darbininkų pagrindinio darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	65
5.5.3. Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	66
5.6.1. Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos.....	66
5.6.2. Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	67
5.6.3. Patalpų šildymo išlaidos.....	67
5.6.4. Patalpų apšvietimo išlaidos.....	68
5.7.1. Bendrosios ir administracinės sąnaudos.....	68
5.7.2. Atlyginimų ir socialinio draudimo sąnaudos.....	69
5.7.3. Patalpų nuomos sąnaudos.....	69

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

2.1.1. pav. Stabdžių bandymo stendo principinė schema su įtvirtintu dviračiu.....	12
2.1.2. pav. Suprojektuota ir darbui paruošta sistema.....	13
2.2.1. pav. Reduktorinio greičio matuoklio sandara.....	14
2.2.2. pav. Pavara ir jo tvirtinimo vieta.....	15
2.2.3. pav. Magnetinio greičio matuoklio tvirtinimo vieta.....	16
2.2.4. pav. Principinė, magnetinio greičio matuoklio, veikimo schema.....	17
2.2.5. pav. Magnetinio greičio matuoklio jutiklis.....	18
2.2.6. pav. Signalų amplitudė ir jo susidarymo vieta.....	18
2.2.7. pav. Principinė magnetinio greičio matuoklio schema.....	19
2.3. pav. Suprojektuotas ir paruoštas gaminimui greičio matavimo įrenginys.....	20
2.4.1. pav. Ratukas ir jo tvirtinimas trimatėje erdvėje.....	23
2.4.2. pav. Lenkiamos ašies kinematinė schema.....	23
2.4.3. pav. Skersinės jėgos ir lenkimo momento diagramos.....	24
2.4.4. pav. „Solidworks“ guolių tarnavimo laiko apskaičiavimo programa ir rezultatai....	26
3.1.1. pav. Ašelės eskizas su paviršių numeracija.....	28
3.1.2. pav. Ratuko konstrukcija su ant ašelės įtvirtintais guoliais.....	28
3.4.1. pav. Ruošinio eskizas vienetinei gamybai.....	33
3.4.2. pav. Ruošinio eskizas serijinei gamybai.....	34
3.6.1. pav. Bazavimas tvirtinant konsoliškai savaiminio centravimo griebtuvose.....	37
3.6.2. pav. Bazavimas 020 operacijai, tvirtinant konsoliškai savaiminio centravimo griebtuvose.....	37
3.6.3. pav. Ruošinio bazavimas ant atraminės plokštumos.....	38
3.7. pav. Ruošinio eskizas su įbrėžta gaminama detale.....	39
3.8. pav. Aptekinimo peilio eskizas.....	44

IVADAS

Nuo to laiko, kaip pirmą kartą Lietuvoje atsirado pirmieji dviračiai, įvyko nemažai permainų, jų vystymosi raidoje. Iki tol vyravusius pagamintus dviračius Rusijoje, pradėjo keisti dviračiai pagaminti Europoje (Vokietijoje, Anglijoje, Prancūzijoje ir t. t.) ir importuojami iš trečiųjų šalių (Kinijos). Kodėl taip atsitiko priežasčių buvo daug, bet pagrindinė jų buvo tai, kad importuoti nauji dviračiai iš Europos buvo daug pranašesni. Greičio perdavimo sistema tobulesnė, rėmo konstrukcija praktiškesnė ir lengvesnė, nauji inžineriniai sprendimai užtikrina ilgą kokybišką darbą, tobulesnės stabdymo sistemos (atsiranda diskiniai stabdžiai), geresnio dizaino ir platus jų asortimentas. Pasikeitus dviračių parkui, atsirado didelis poreikis jais naudotis. Buvo pradėta vystyti dviračių infrastruktūra, kuri leidžia šia transporto priemone greičiau ir kokybiškiau judėti tarp pradinio ir galutinio kelionės taškų. Atsiradus rinkoje tiek daug skirtingų dviračių, atsirado ir didelė pasiūla dviračių detalių ir serviso salonų. Po truputį dviratis pradėjo keisti žmonių supratimą į transporto priemonės ir kartais net būna keičiamas vietoj automobilio. Kiekvienam skirtingam dviračiui yra pritaikomi skirtingi detalių mazgai.

Stabdžių sistema yra viena iš pagrindinių dviračio sudedamųjų dalių, nuo kurios priklauso šios transporto priemonės eksploatuojančio asmens saugumas. Taigi visi komponentai įeinantys į šią sistemą, turi būti pagaminti itin kokybiškai ir tiksliai. Dviračio stabdžių trinkelės – tai elementas, kuris dėl trinties reiškinių tarp trinkelės ir rato disko, priverčia dviratį sustoti. Ilgą laiką eksploatuojant dviratį, stabdžių trinkelės yra keičiamos. Jų keitimo laiko intervalas priklauso nuo medžiagų iš kurių ji yra pagaminti ir vairavimo įpročių. Pagrindinis faktorius apibūdinantis stabdžių kaladėlių kokybę t.y. frikcinės medžiagos spūdomas, esant aukštai darbinei temperatūrai ir pastoviam trinties greičiui. Norint nustatyti šį faktorių reikia turėti stabdžių trinkelių bandymo stendą. Stendo sudedamos dalys yra: rėmas, variklis, reduktorius, sukantysis ratas, laikančioji konstrukcija, pneumatinis cilindras (stabdžių rankenėlei nuspausti), įtaisas matuoti besisukančio rato greičiui. Pagrindinė sistemos dalis yra besisukančio rato greičio matuoklis kurį ir nagrinėsime. Nuo jo duomenų tikslumo yra apskaičiuojamas tikslus frikcinės medžiagos spūdomas. Šį įrenginį nesunkiai galima pasigaminti pačiam pagal papildomus pageidavimus ir būtų sutaupoma daugybė lėšų.

Ši tema mums aktuali, nes analizuosime kelis galimus šio stendo modernizavimo variantus. Šio darbo tikslas, pritaikyti vieną iš modernizavimo variantų, jau pagamintame dviračių stabdžių bandymo įrenginyje. Tikrinsime technines charakteristikas, bei atliksime

skaičiavimus. Pagrindinis techninis sprendimas (modernizavimas), tai yra sukurti ir pritaikyti įtaisą, kuris nustatys bandomojo dviračio rato greitį. Kadangi stabdžių stendas yra naudojamas tiriamaisiais tiklais, atliekant bandymus. Yra nustatyti standartai (LST 14766) , kuriais projektuojant įtaisą mes remsimės.

1. TECHNINIAI – EKONOMINIAI RODIKLIAI

Dviračių stabdžių bandymo stendas yra skirtas, nustatyti įtvirtinto dviračio stabdžių efektyvumui. Jų veikimą esant skirtingomis oro sąlygomis (lietus, purvas ir t.t.). Dviračio slydimo atstumui ir stabdant stabdančiųjų dalių susidevėjimui. Šis stendą modernizuojame pritaikant greičio matuoklį, kuris nustato besisukančio (bandomojo dviračio) rato greitį. Įrenginys gaminamas iš paprastų medžiagų, kurias būtų galima nusipirkti metalu prekiaujančiose įmonėse. Standartinius gaminius (tokius kaip guoliai, holo davikliai ir t.t.) taipogi galima įsigyti specializuotuose parduotuvėse. Būtent gaminamoms detalėms naudojamos medžiagos – plienas C45, konstrukcinis plienas S235, kaprolonas. Įrenginio gamybai nereikia didelio kiekio medžiagų, taigi medžiagos bus naudojamos iš likučių esančių gamyklos sandelyje.

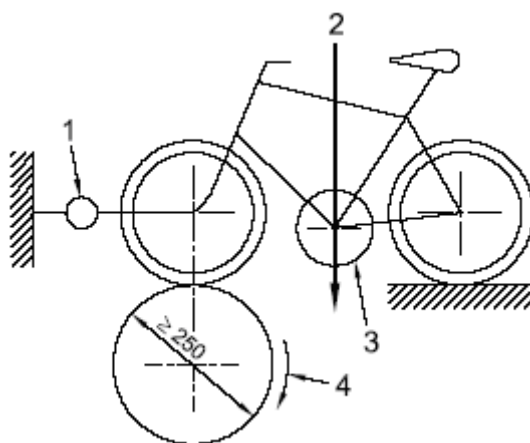
Reikės suprojektuoti ir pagaminti, stabdžių bandymo stendui, besisukančio rato greičio matuoklį, kuris bandymu metu leis nustatyti bandomojo dviračio besisukančio rato greitį. Ratukas yra pristumiamas, prie bandomojo rato, 400N jėga. Pagal gautus skaičiavimus skersinė jėga ašelę veikia – 128 N jėga, o lenkimo momentas tik 4 N/m, tai nesukels konstrukcijoje jokių žymių deformacijų. Dviračių stabdžių stendo modernizacija reikalinga – dėl to, kad bandymų stendas naudojamas, bandymų centre, kuriame tikrinama naujų gaminių kokybė. Šie bandymai turi atitikti standartus, o standartai reikalauja, kad bandymų stende būtų integruota matavimo įtaisas, kuris leidžia nustatyti besisukančio rato greitį.

Numatoma stabdžių bandymo stendo modernizavimo, greičio matuoklio gamybos, programa 2 vnt. Gaminio projektavimo ir technologijos parengimo kaina siekia 1576,2Lt. Dviejų greičio matuoklių gamybos savikaina 3386,92 Lt. Vieno įrenginio savikaina 1693,46 Lt. Produkto savikaina gali nežymiai kisti, nuo tuo metu esančiu standartinių gaminių kainos ir projektavimo laiko sanaudų. Gamybai naudojamos 220 m² gamybinės patalpos. Numatomas gamybos terminas, nuo projektavimo pradžios iki pagaminto produkto, 7 dienos.

2. KONSTRUKTORINĖ DALIS

2.1. Stabdžių bandymo stendo paskirtis

Stabdžių bandymo stendas yra skirtas, nustatyti įtvirtinto dviračio stabdžių efektyvumui (2.1.1.pav.). Jų veikimą esant skirtingomis oro sąlygomis (lietus, purvas ir t.t.). Dviračio slydimo atstumui ir stabdant stabdančiųjų dalių susidėvimui. Šis stendą modernizuojame priaikant greičio matuoklį, kuris nustato besisukančio rato greitį.



2.1.1 pav. Stabdžių bandymo stendo principinė schema su įtvirtintu dviračiu.

Besisukančio rato greičio matuokis yra naudojamas nustatyti sukamojo rato greičiui, pagal kurį yra vertinama kaladėlių susidėvimimo lygis. Nuo to ar matuoklis yra kokybiškas, priklauso jo tarnavimo laikas ir gauti duomenys. Stabdymas esant sausoms sąlygomis, stabdymas esant drėgnomis sąlygomis, drėgno ir sauso veikimo stabdymo santykis. Jei gaminytis yra brokuotas, jį eksploatuojant gali būti gauti netikslūs duomenys. Didelę įtaką turi pati konstrukcija, ji turi būti standi, atlaikyti vibracijas, mažai arba visai nesideformuojanti, lengva. Atliekant ilgus bandymus, konstrukcija turi užtikrinti ilgą tarnavimo laiką. Komponentinės medžiagos iš kurių sudaryta sistema, turi būti atsparios bet kokiam poveikiui, kad atlaikytu perkrovas ir nesideformuotu. Pagal LST 14766 ISO standartus, Stabdžių veikimo bandymą reikia atlikti naudojant pilnai surinktą dviratį, stabdžiams naudojant jėgos bandymą, kaip nurodyta standartuose. Prieš bandant dviratį pripūskite padangas ir sureguliuokite stabdžius sutinkamai su gamintojo reikalavimais, o ratlankio stabdžių atveju – į maksimalų tarpą, kaip nurodyta gamintojo.

Įrenginys turi būti suprojektuotas atviroje, gerai prieinamoje vietoje (2.1.2. pav.), kad būtų galima be vargo prie jo prieiti ir pakoreguoti ar pakeisti kitu. Turi būti numatytos jungtys, kurios laisvai leistų įrenginį prijunkti prie kompiuterio, kuris apdorotų gautą

informaciją ir atliktu skaičiavimus. Visa sistema turi atitikti LST EN 14766 ISO standartus, kadangi ji bus naudojama išbandant naujai pagamintų dviračių liniją. Jos gauti rezultatai bus susisteminti ir kartu su techninėmis charakteristikomis pateikta realizavimui. Jei rezultatai bus netikslūs atsiranda grėsmė, kad dviratis pagamintas nekokybiškai, ko pasekoje nekokybiškų dviračių niekas nepirks ir jas parduodanti įmonė patirs nuostolius.



2.1.2.pav. Suprojektuota ir darbui paruošta sistema.

2.2. Stabdžių bandymo stendo konstrukcinių variantų analizė

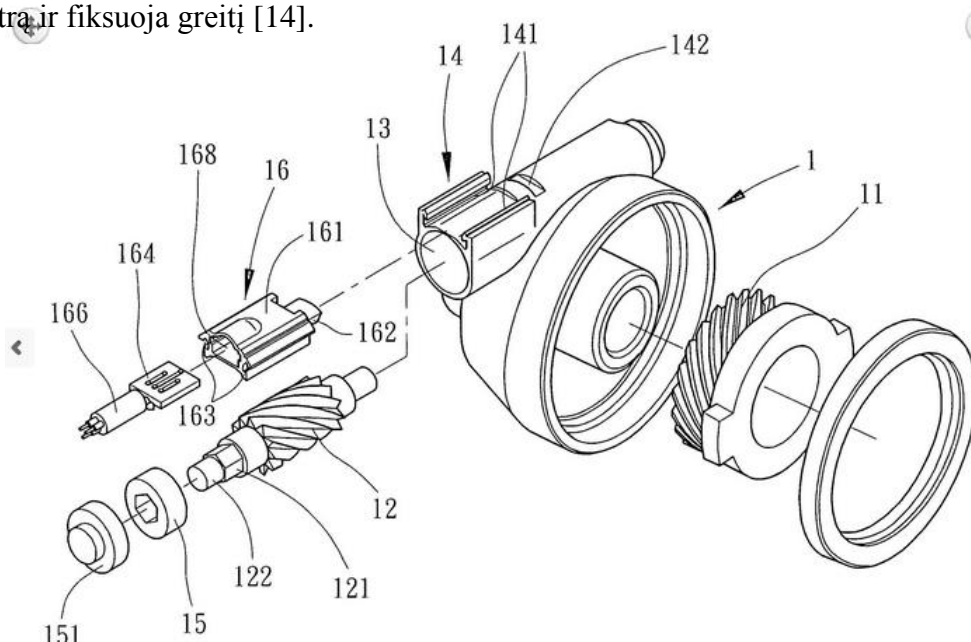
Šiame darbe nagrinėsime koku būdų ir kaip modernizuosime stabdžių bandymo stendą. Išanalizuosime kelis galimus modernizavimo variantus ir pasirinkime tinkamiausią.

Bandant dviratį t.y. jo stabdžius, reikia imituoti važiavimą dviračiu. Tam yra sukuriamos dirbtinės sąlygos, imituojnčios dviračio eksplotavimą. Stende bandomojo

dviračio ratai sukasi. Kadangi yra atliekami tikslūs matavimai, kad juos teisingai apskaičiuoti, reikia žinoti tikslų besisukančio rato greitį (imituojamą važiuojančio dviračio greitį). Taigi turime suprojektuoti sistemą, kuri leis nustatyti jį. Toliau pateikiami trys galimi variantai, kurios pritaikius, galima nustatyti besisukančio rato greitį.

I variantas. Reduktorinis ašies greičio matuoklis

Reduktorinis ašies mechanizmas, tai sistema, kuri montuojasi tarp šakės ir ratlankio, tvirtinant ant ašies (2.2.1. pav.). Korpusas įtvirtintas standžiai prie šakės. Riedant dviračiui, besisukantis ratas, suka korpuse esantį sliekinį krumpliaratį 11, kuris sukimo judesį perduoda kitam mažesniai krumpliaratui 12, taip sudarydamas sliekinį reduktorių (pavarą). Ant besisukančio krumpliaratė ašies 121 yra montuojamas žiedas 15, kuriame suprojektuoti papildomi kontaktai (magnetai). Pavaros korpuse 14 montuojamas jutiklis 16, kuris priima magnetų skleidžiamus signalus. Besisukant ratui daviklis reaguoja į magnetinio žiedo skleidžiamus signalus. Juos keičia matavimo vienetais, kurių duomenys yra išvedami į skaitiklį (ekraną), kur skaičiuojama išėję signalai ir pagal formulę juos verčia į kitus matavimo vienetus t.y. greitį km/h. Yra ir papildomas išvesties mechanizmas t. y. ant besisukančio pavaros krumplaračio primontuojamas adapteris 151, kurio vienas galas fiksuojamas ant veleno, iš kito eina trosas, kuris sukasi ir mechaninis skaitiklis, suka odometrą ir fiksuoja greitį [14].



2.2.1 pav. Reduktorinio greičio matuoklio sandara.

Aišku kaip ir kiekvienas mechanizmas, reduktorinis ašies greičio matuoklis turi ir privalumų ir trūkumų, panagrinėsime ir juos.

Privalumai:

Kompaktiškas- yra nedidelis, netrukdo darbo ratui ir kitaip neįtakoja kitų veikiančių mazgų darbą.

Turi net du skirtingus informacijos išvedimo būdus - 1. Tai skaitmeninis signalas, kuris verčiamas matavimo vienetais, o šie automatiškai apskaičiuojami ir pateikiami. 2. Mechaninis, odometro pagalba.

Nedidelė kaina, nereikia gaminti pačiam, visada galima nusipirkti atsarginių detalių.

Trūkumai:

Nepatogus eksploatavimas, kas kart norit nustatyti vis skirtingo dviračio greitį, visą šią sistemą reikia permontuoti ant vis skirtingo dviračio, kas atima daug laiko taip sumažinant darbo efektyvumą.

Išvedami duomenys nėra pateikiami kompiuteryje, tolimesniems skaičiavimams, tokia galimybė yra, tačiau tai reikalauja papildomo darbo.

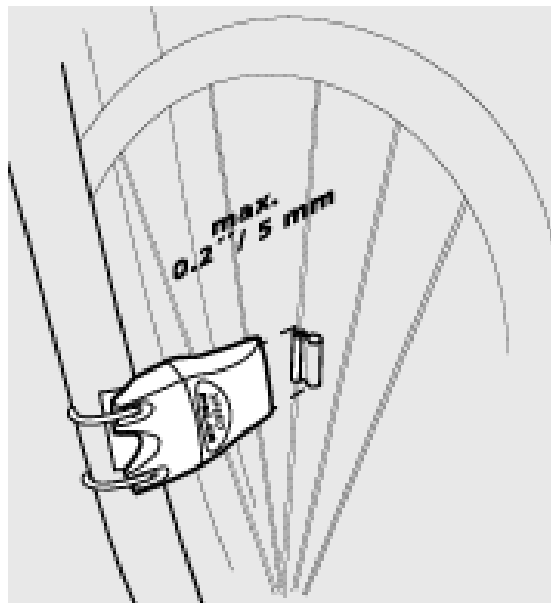
Trumpas eksploatavimo laikas.



2.2.2. pav. Pavara ir jo tvirtinimo vieta.

II variantas. Pasyvus magnetinis greičio matuoklis

Tai mechanizmas kuris veikia magneto (daviklio) ir jutiklio pagalba. Apskaičiuavus atstumus nuo ašies iki daviklio yra montuojamas jutiklis ant šakės ir daviklis ant dviračio stipinų (2.2.3. pav.). Tai yra senas metodas ir gana paprastas, ratui apsisukus vieną kartą aplink savo ašį, besisukantis ratas kartu su įtvirtintu davikliu sukuria signalą. Jutiklis gauna signalą ir jį perduoda kompiuteriui. Jis analizuoja kokio ilgio buvo signalas ir kokio ilgio to pasikartojančio signalo tarpai. Per viso rato apsisukimą yra skleidžiamas tik vienas signalas dėl to matavimo vienetai gaunami gana netikslūs. Pagal formulę visus duomenis apdoroja kompiuteris ir pateikia išvesties vietoje t. y. ekrane. Tarp jutiklio ir daviklio turi būti ne mažesnis kaip 5mm tarpas, jei tarpas bus didesnis, jutiklis nefiksuos jokio signalo, to pasėkoje duomenys bus iškraipyti [13].



2.2.3.pav. Magnetinio greičio matuoklio tvirtinimo vieta.

Pasyvus magnetinis greičio matuoklio privalumai ir trūkumai:

Privalumai:

Kompaktiškas- yra nedidelis, netrukdo darbo ratui ir kitaip neįtakoja kitų veikiančių mazgų darbą

Nedidelė kaina, nereikia gaminti pačiam, visada galima nusipirkti atsarginių detalių.

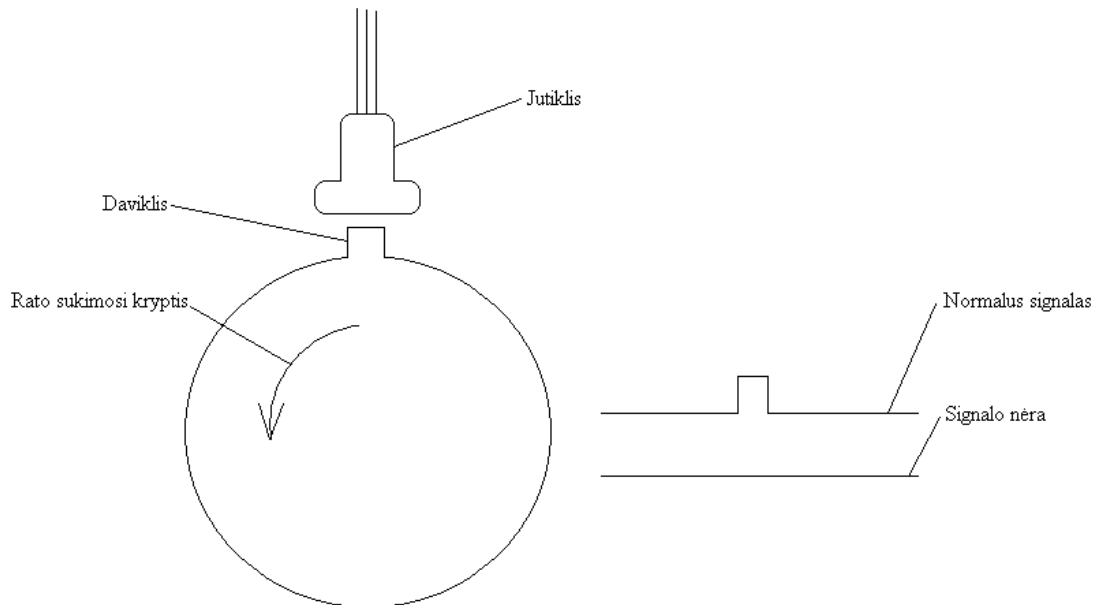
Išduodamas skaitmeninis signalas, greičio matavimui.

Trūkumai:

Nepatogus eksploatavimas, kas kart norit nustatyti vis skirtingo dviračio greitį, visą šią sistemą reikia permontuoti ant vis skirtingo dviračio, kas atima daug laiko taip sumažinant darbo efektyvumą.

* Išvedami duomenys nėra pateikiami personaliniame kompiuteryje, tolimesniems skaičiavimams, tokia galimybė yra, tačiau tai reikalauja papildomo darbo.

Netikslūs matavimai, kadangi daviklis ir jutiklis sudirba retai, to pasekoje atsiranda netikslumai.



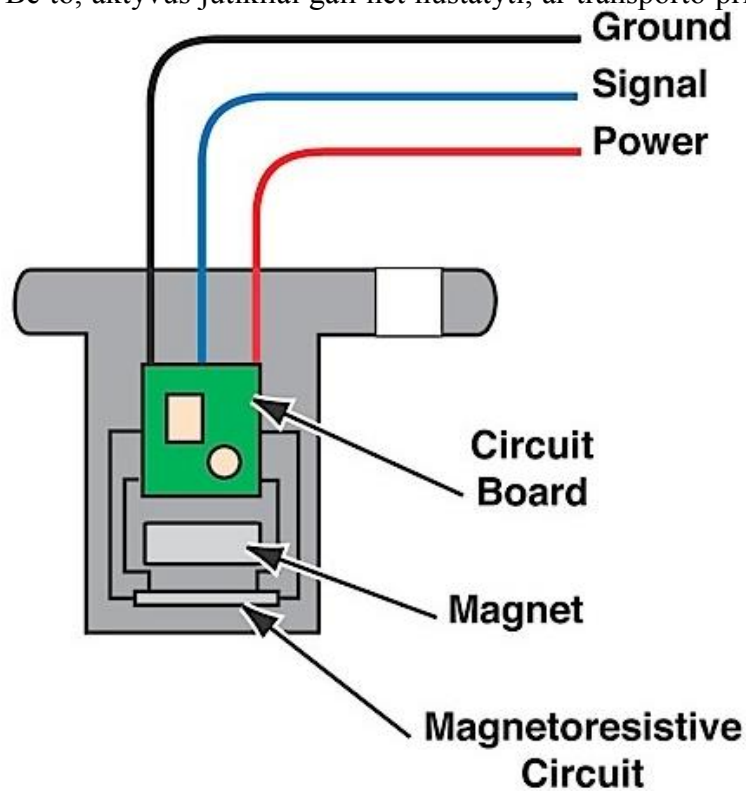
2.2.4.pav. Principinė, magnetinio greičio matuoklio, veikimo schema

III variantas. Aktyvus magnetinis greičio matuoklis (Holo daviklis)

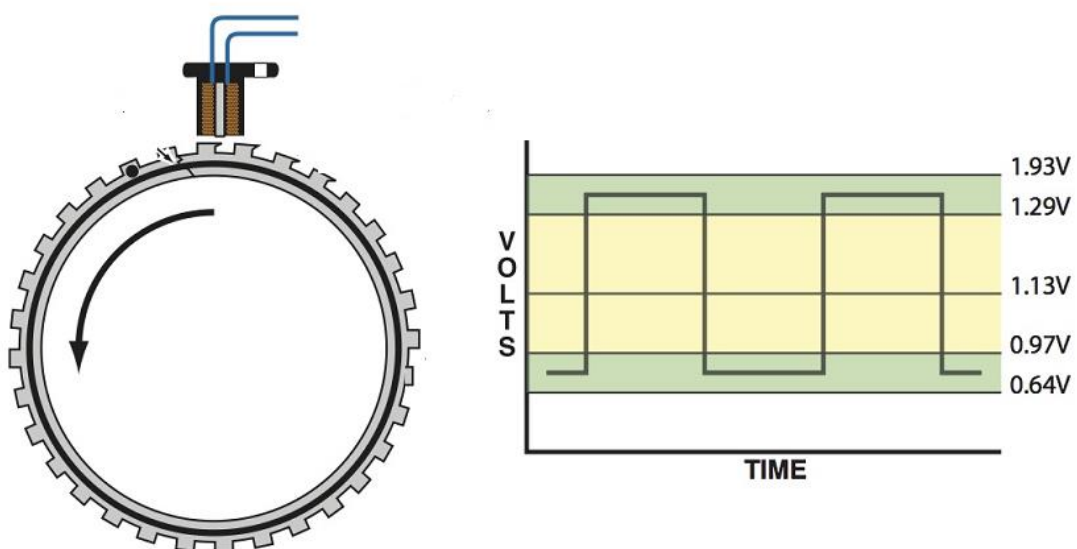
Magnetinis greičio matuoklis turi jutiklį, kuriame išėjimo modulis sumontuotas ant pagrindo ir magnetinės medžiagos. Šie magnetiniai žiedai dažnai yra montuojami ant velenų. Magnetinio jutiklio pagrindinis privalumas yra gebėjimas jausti sukimosi kryptį ir dirbti esant dideliems tarpams tarp daviklio ir jutiklio. Jutiklis (2.2.5 pav) yra labiau stabilus, veikia ypač nepalankiomis sąlygomis, t.y. didelės vibracijos ir veikia efektyviau nei pasyvus jutiklis. Jutiklis gali aptikti sukimosi kryptį. Jutiklis kompaktiškas, tai leidžia jį suprojektuoti ne tik atviroje vietoje, bet ir uždaroje erdvėje, pvz., stbulėje ir t. t.. Magnetinis jutiklis gali būti dviejų arba trijų laidų (2.2.5 pav). Trijų laidų jutiklis turi įtampos, nulio ir signalo jungtis. Dviejų laidų jutiklis turi įtampos ir signalo jungtis [15].

Jutiklis gamina didelio signalo stačiakampes bangas, kurių įtampa yra 1,93 voltų , ir mažo signalo - 0,64 voltų. Pagrindinis privalumas yra tai, kad signalo amplitudė nesikeičia. Todėl atliekant matavimus, gauti duomenys ypač tikslūs.

Aktyvus magnetinis greičio matuoklis yra naudojamas daugelyje naujesnių transporto priemonių , nes jie yra tikslesni naudojant juos ,esant mažesniajam greičiui, ir gali aptikti itin silpną sukimasį. Be to, aktyvūs jutikliai gali net nustatyti, ar transporto priemonė juda pirmyn ar atgal.

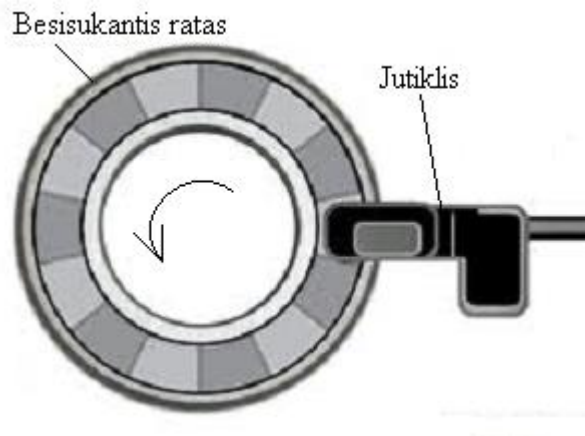


2.2.5 pav. Magnetinio greičio matuoklio jutiklis



2.2.6 pav. Signalų amplitudė ir jo susidarymo vieta

Projektuojant darbo ratą, skaičiavimo sistema yra pati efektyviausia, todėl būtina pritaikyti taip, kad nereiktų jos integruoti į kiekvieną dviratį, kas kart iš naujo. Tad suprojektuotas ratas, kurį prilietus prie besisukančio rato padangos perduos sukimosi judesį, o ant magnetinio greičio matuoklio sudėti magnetai, sukurs signalus kuriuos fiksuos jutiklis. Papildomai bus naudojamas specialus kabelis, kuris šiuos duomenis (signalus) per com-port arba USB jungtį perduos į kompiuterį, kur toliau jie bus apdorojami skaičiuojant greitį ir t. t. Principinė schema (2.2.7 pav).



2.2.7 pav. Principinė magnetinio greičio matuoklio schema

Aktyvaus magnetinis greičio matuoklio privalumai ir trūkumai:

Privalumai:

Kompaktiškas- yra nedidelis, netrukdo darbo ratui ir kitaip neįtakoja kitų veikiančių mazgų darbo..

Išduodamas skaitmeninis signalas, greičio matavimui.

Per specialią jungtį, duomenys yra siunčiami į kompiuterį.

Trūkumai:

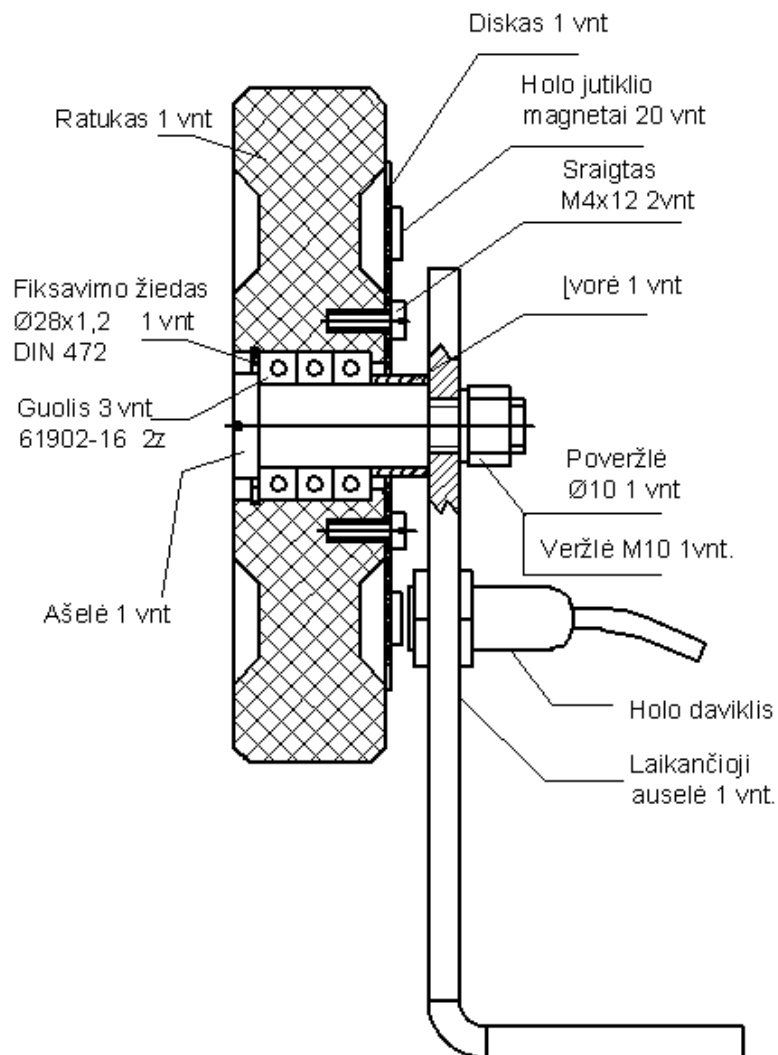
Projektuojant gaminį, reikalingas ypač didelis tikslumas, kad gaunami duomenys būtų ypač tikslūs.

Išvados:

Išanalizavus visus tris tirtus galimus variantus, nuspešta pasirinkti, tinkamiausią, trečią varintą – aktyvų magnetinį greičio matuoklį (Holo daviklis). Projektuojant reikia atlikti skaičiavimus, tam, kad užtikrinti sklandų konstrukcijos tarnavimą. Apskaičiuosime kai kurių mazgų, konstrukcijos, tvirtumą ir su „Solidworks“ programą besidėvinčių riedėjimo guolių tarnavimo laiką.

2.3. Greičio matavimo įrenginio konstrukcijos aprašymas ir pagrindimas

Išanalizavus variantų analizės duomenys, nuspręsta naudoti aktyvų magnetinio greičio matuoklio principą, pritaikant Holo daviklį, dėl to, kad jo duomenys ypač tikslūs, kas yra pirmenybė atliekant bandymus, be to jis universalus naudoti su bet kokiais dviračiais, neišmontuojant ar kitaip įtakojant jo darbo vietas. Atskirai yra projektuojamas ratas, kurį prilietus prie besisukančio dviračio rato, jam bus perduotas sukimosi judesys. Ant jo integruota plokštelė, kurioje tiksliai suprojektuoti magnetai, slinkdami pro jutiklį siųs jam signalą. Šis įtaisas suprojektuotas ir paruoštas gamybai (2.3 pav.) .



2.3. pav. Suprojektuotas ir paruoštas gaminimui greičio matavimo įrenginys.

Gaminio konstrukcija susideda iš tokių dalių:

1. Ratukas – 1 vnt
2. Fiksavimo žiedas – 1 vnt
3. Guoliai – 3 vnt
4. Ašelė – 1 vnt
5. Diskas – 1 vnt
6. Sraigtai – 2 vnt
7. Įvorė – 1 vnt
8. Poveržlė – 1 vnt
9. Veržlė – 1 vnt
10. Holo jutiklio magnetai – 20 vnt.
11. Holo jutiklis – 1 vnt.
12. Laikančioji auselė – 1 vnt.

Ratukas – ritinio formos detalė, gaminama iš kapralono. Į jos vidų tvirtinasi guoliai, kurie užpresuojami ant ašies. Ant šono tvirtinasi metalinė plokštelė, kuri sukdamasi išduos signalus imtuvui.

Fiksavimo žiedas – standartinė detalė, kurios išmatavimai Ø28x1.2 DIN472. Šio žiedo paskirtis laikyti guolius, kad šie nejudėtų iš jų tvirtinimo vietų. Žiedas fiksuojamas į jam suprojektuotas išpjovas.

Guoliai – standartinės detalės, kurių markė 61902-16. Šių guolių paskirtis, palengvinti ratuko sukimasį ašelės atžvilgiu, tam, kad būtų kuo mažesnė trintis (pasipriešinimas).

Ašelė – gaminama iš cilindro formos plieninio ruošinio, kurio markė yra C45. Detalė yra ištekinama atliekant dvi operacijas, griovelis išfrezuojamas. Ašelės paskirtis: Vienu galu tvirtintis prie laikančiosios auselės ir būti ašimi ant kurios suksis ratukas.

Diskas - gaminama išfrezuojant iš lakštinio plieno. Plokštelė galuose turi taisyklingos stačiakampės formos išsikišusias briaunas ant kurių tvirtinasi holo jutiklio magnetai.

Sraigtai – standartinė detalė, M4x12 DIN933. Kurios paskirtis sujungti diską ir ratuką standžiai.

Įvorė – gaminama iš cilindro formos ruošinio, vidų ir išorė ištekinama, reikiamam glotnumui pasiekti. Veržiant veržlę, ji remiasi į įvorę, o ši standžiai įtvirtina ašelę.

Poveržlė – standartinė detalė, kurios vidinis skersmuo 10 mm.

Veržlė – standartinė detalė, kurios matmenys M10 DIN934

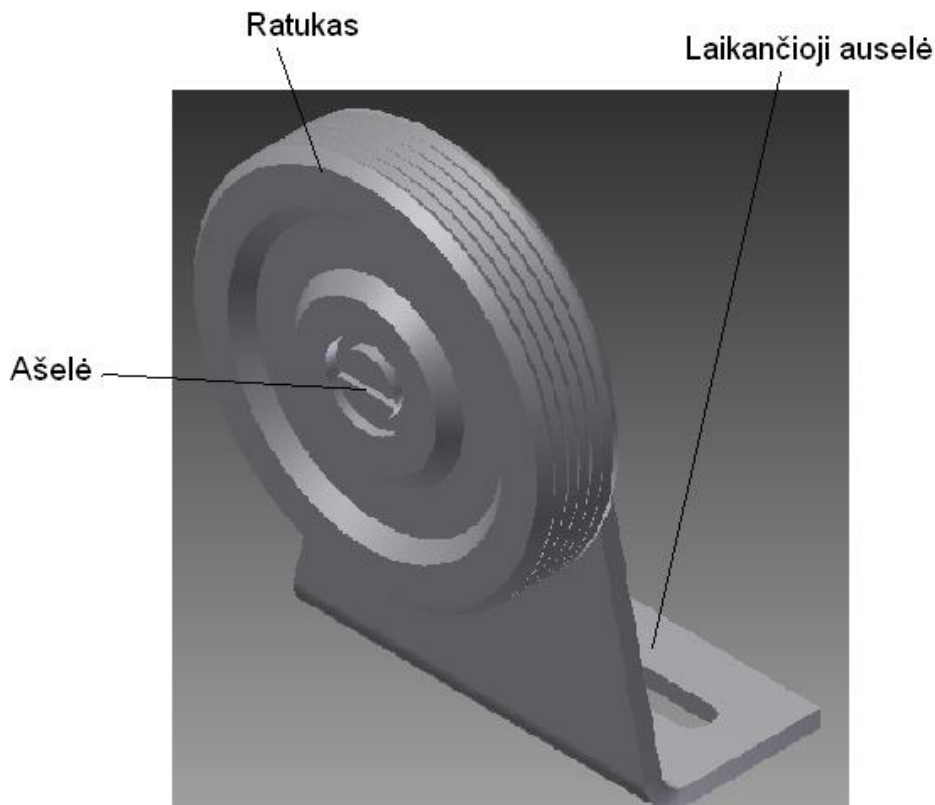
Holo jutiklis – analizuoja ant besisukančio ratuko esančių magnetų skleidžiamus signalus.

Laikančioji auselė – konstrukcinė detalė, kurios paskirtis laikyti visą mazgą įtvirtintą stabiliai.

2.4. Techniniai skaičiavimai

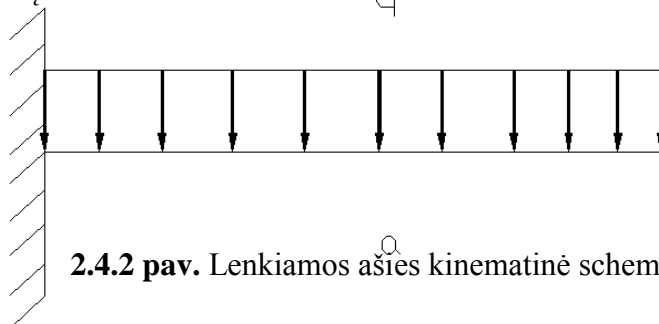
2.4.1. Ašies stiprumas

Šiame etape apskaičiuosime įtvirtinto ratuko ašies ant kurios jis sukasi lenkimo momentą ir patikrinsime ar ašis atlaikys veikiančią jėgą silpniausioje vietoje, kur veikia šis momentas ir nesideformuos (2.4.1.pav)[11]. Kadangi naudosime ašies gamyboje plieną C45 pagal, Solidworks programos, apskaičiavimus kritinė jėga iki kurios nebus jokių deformacijų ir strypas jas veikiančią lenkimo momentą atlaikys yra ~14 kN/m [12].



2.4.1 pav. Ratukas ir jo tvirtinimas trimatėje erdvėje.

Tam, kad ratuką prilietus prie rato jis gerai sukibtų, reikia jį pristumti tam tikra jėga. Šiame stabdžių stende ratukas stumiamas 400 N jėga. Pagal pateikta kinematinę schemą, nurodyta kuriose vietose veiks ši jėga q . Ji veiks per visą ašies ilgį t.y. $a = 0.032$ m. Ašies vienas galas įtvirtintas standžiai.



2.4.2 pav. Lenkiamos ašies kinematinė schema

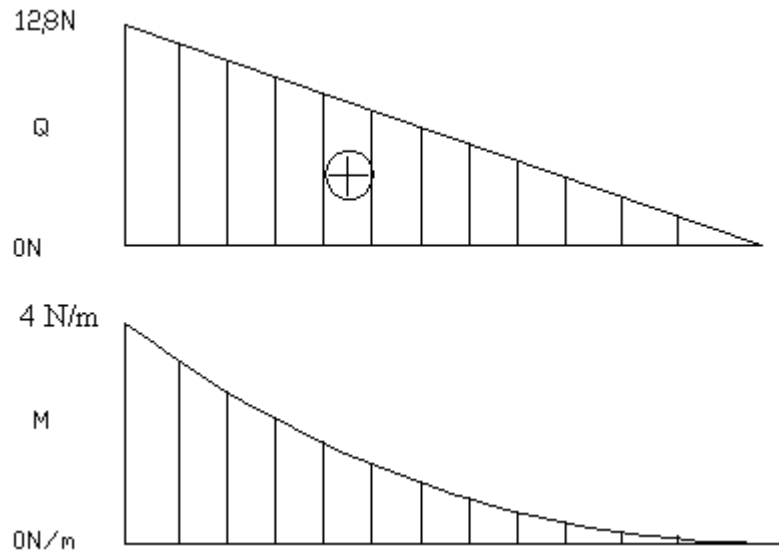
$$N = 0 \text{ (ašinės jėgos nėra)} \quad [2.4.1]$$

$$Q = a \cdot q = 0.032 \cdot 400 = 12,8 N \quad [2.4.2]$$

Q- skersinė jėga

$$M = a \cdot q^2 = 0.032^2 \cdot 400 = 0,4 N/m \quad [2.4.3]$$

M- momentas



2.4.3 pav. Skersinės jėgos ir lenkimo momento diagramos

Išvada.

Pagal gautus skaičiavimus skersinė jėga ašelę veikia – 12,8 N jėga, o lenkimo momentas tik 4 N/m.

Šiuo atveju nei skersinė jėga, nei lenkimo momentas nėra didelis, galima drąsiai teigti, kad konstrukcijos ašelė, ant kurios suksis ratukas, tikrai atlaikys visas veikiančias jėgas.

2.4.2. Riedėjimo guolių eksploatavimo laikas

Konstrukcijoje yra naudojami du rutuliniai radialiniai guoliai, kad užtikrinti kokybišką ratuko sukimąsi. Pagal DIN (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung (Vokietijos standartizacijos institutas)) standartus, yra parinkti 61902 (61900) markės guoliai. Kadangi žinome, kad ratukas bus apkrautas 400 N (Niutonai) jėga su „Solidworks“ programa [12] galime apskaičiuoti jų tarnavimo laiką valandomis (h). Kadangi konstrukcijoje naudojami trys

guoliai, ši jėga bus dalinama iš trijų (2.4.4.formulė). Nes ji po lygiai tenka kiekvienam guoliui ir atliekant skaičiavimus naudosisime trigubai mažesne jėga, kuria bus apkrauti guoliai. Bandyto rezultatai bus paskaičiuoti vienam guoliui. Tai reikš , kad visų guolių tarnavimo laikas bus vienodas.

$$\frac{N}{n} = N_{v.g.} \quad [2.4.4]$$

N – veikianti jėga ratui.

n- guolių skč

$N_{v.g.}$ – veikianti jėga vienam guoliui

$$\frac{400}{3} = 133N$$

Taipogi mums reikia žinoti, kiek kartų per minutę ratukas (naudojamas greičio nustatymui) apsisuks ant savo ašies, esant tokiai apkrovai.

Tarkime, bus naudojamas 28 colių (0,71 metras) ratlankis, kuris suksis 30 km/h greičiu. Reikia sužinoti kokių greičiu suksis ratas m/min ir rasti rato perimetrą, tam kad žinotume koks rato atstumas (2.4.5) apsisukant jam vieną kartą.

$$C = 2\pi r = 2 \cdot 0,355 \cdot 3.14 = 2.2294m \quad [2.4.5]$$

Kadangi žinome bandomojo dviračio rato perimetrą, reikia apsiskaičiuoti koku greičiu jis rieda m/min (2.4.6)

$$V_{m/min} = \frac{V \cdot 1000}{60} \quad [2.4.6]$$

V - greitis (km/h)

$V_{m/min}$ – greitis (m/min)

$$V_{m/min} = \frac{30 \cdot 1000}{60} = 500m / min$$

Taigi žinome , kad bandomojo rato greitis bus 500 m/min. Kadangi žinome greitį, dabar reikia nustatyti kiek kartų ratas apsisuks per minutę.(2.4.7)

$$n = \frac{V_{m/min}}{C} = \frac{500}{2.2294} = 224 \text{kartų} \quad [2.4.7]$$

n – dviračio rato apsisukimo kartai

Liko apsiskaičiuoti ratuko, kuris naudojamas greičiui nustatyti, perimetrą (2.4.8) ir nustatyti kiek kartų, liečiantis prie jo dviračio ratui, jis apsisuks per minutę (2.4.9).

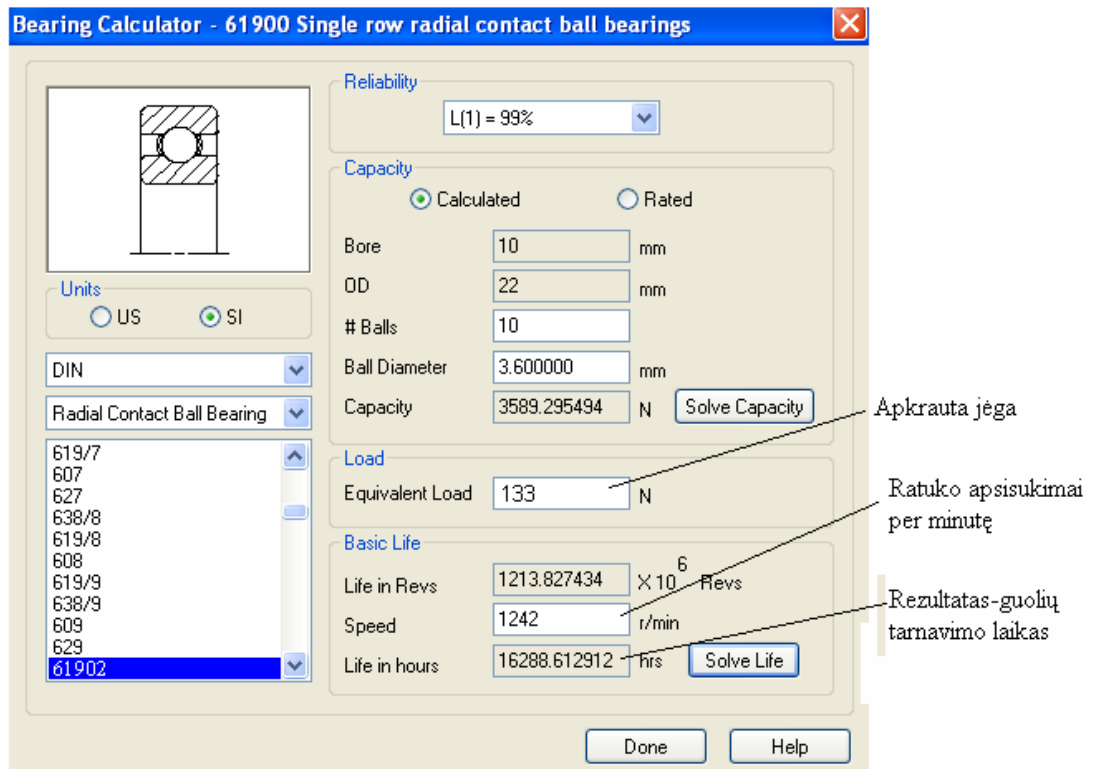
$$C_m = 2\pi r = 2 \cdot 0,064 \cdot 3.14 = 0,40192m \quad [2.4.8]$$

C_m - mažojo ratuko perimetras

$$n_m = \frac{C}{C_m} \cdot 224 = \frac{2,2294}{0,40192} \cdot 224 = 1242 \text{ kartų (r/min)} \quad [2.4.9]$$

Taigi apskaičiuovome, kad mažasis ratukas, kuris naudojamas greičio nustatymui, per vieną minutę apsisuks aplink savo ašį $n_m = 1242$ kartus.

Taigi programoje pasirenkame skaičiuojamąjį guolį ir užpildome reikiamus (apskaičiuotus) duomenis (2.4.4.pav):



2.4.4.pav. „Solidworks“ guolių tarnavimo laiko apskaičiavimo programa ir rezultatai.

Išvada:

Taigi mūsų naudojami guoliai atlaikys 16288 valandas nepertraukiamo darbo. Aišku, juos vistiek reikia cikliškai tikrinti, pradėdant darbą, nes gali atsirasti nenumatytų keksmingų faktorių (purvas, vanduo kuris išplovė alyva) ar nepakankamo tepimo, tada jie sudyla greičiau ir juos būtina keisti.

3. TECHNOLOGINĖ DALIS

3.1. Detalės technologiškumo analizė

Gaminama detalė – ašelė. Ašelės paskirtis yra kokybiškai laikyti ant jos uždėtus guolius, kurie leis efektyviai sukurti ratukui, kuris matuos greitį ir būti standžiai įtvirtintai konstrukcijoje. Ašelės vienas galas tvirtinamas prie laikančiosios ašelės, kuri yra pritvirtinta prie visos dviračių stabdžių stendo konstrukcijos. Ašelė prisukama veržle, kuri laikiklio, ant esančio sriegio, panaudojant poveržlę. Likęs pagrindinis paviršius turi būti apdirbtas kokybiškai ir tiksliai, ant jo bus presuojami guoliai, kurių paskirtis bus laikyti besisukančią ratuką, todėl turi būti išvengta bet kokių vibracijų ar laisvumo, tam kad mechanizmas tarnautu ilgai ir kokybiškai [9].

Detalė pagaminta iš anglinio konstrukcinio plieno C45 (LST EN 10083-1). Šio plieno cheminė sudėtis ir mechaninės savybės pateiktos 3.1 ir 3.2 lentelėse.

Plieno C45 (LST EN 10083-1) cheminė sudėtis.

3.1. lentelė

C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	Ne daugiau 0,25

Plieno C45 (LST EN 10083-1) mechaninės savybės.

3.2. lentelė

s_y , MPa	s_u , Mpa	d_5 , %	y , %	Smūginis tūsumas KCU J/cm
355	600	16	40	49

s_y - takumo riba;

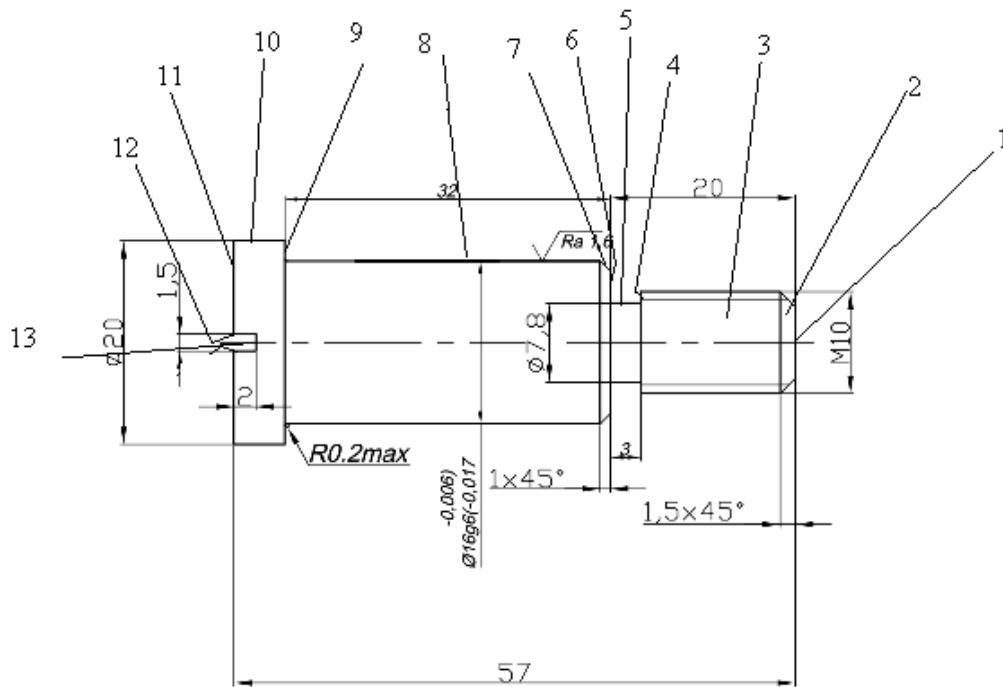
s_u - stiprumo riba;

d_5 – bandinio santykinis išstymimas jį nutraukus, kai bandinio ilgis 5 kartus didesnis už jo skerspjūvį;

y - santykinis bandinio skerspjūvio susitraukimas nutraukimo vietoje;

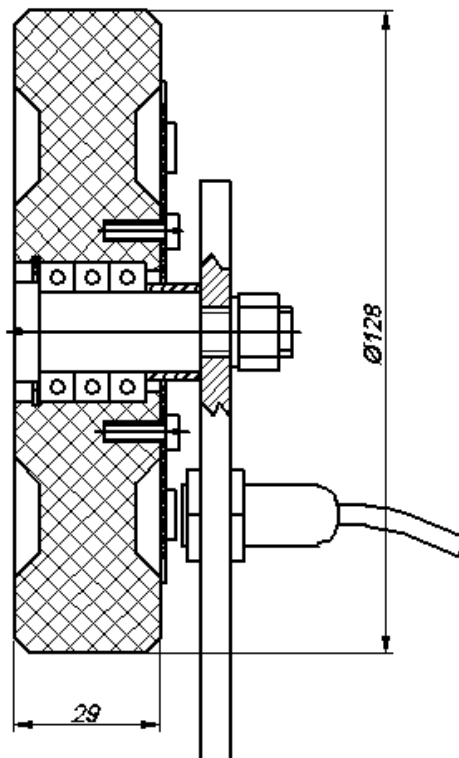
KCU – Smūginis tūsumas tiriant bandinius U tipo koncentratoriumi.

Plienas C45, turi keletą pakaitalų 40X, 50, tačiau jų kaina didesnė. Plienas C45 naudojamas grūdintoms detalėms gaminti, kurioms reikalingas padidintas stiprumas, taipogi gaminant šią detalę tai mums yra svarbu.



3.1.1. pav. Ašelės eskizas su paviršių numeracija.

Ašelės gamybai nėra keliami ypatingi reikalavimai. Svarbiausias išorinis paviršius (8), ant kurio presuosis guoliai, todėl jis turi būti apdirbtas ypač tiksliai, kad guoliai būtų įtvirtinti standžiai. Šiam paviršiui papildomai užduotas paviršiaus šiurkštumas Ra 1,6.



3.1.2. pav. Ratuko konstrukcija su ant ašelės įtvirtintais guoliais.

Detalės paviršiai nėra apdirbami sudėtingais metodais, todėl detalės ruošinį bus galima apdirbti standartiniais įrankiais, kurie laisvai prieis prie visų paviršių.

3.2. Detalės brėžinio technologinė analizė

Detalės darbo brėžinyje nurodyti visi reikalingi matmenys. Nenurodytų matmenų, padeties formų nuokrypas reikia žiūrėti pagal LST EN 22768-mK standartą. Techninėse salygoose nurodyta, kad visas briaunas sulyginti nuožula $0,5 \times 45^\circ$. Priešingu atveju bus sunku užpresuoti guolius ant ašelės, bei užsukti veržlę ant sriegio. Taipogi nurodyta, kad detalė turi būti grūdinama HRC (48-55). Grūdinimas reikalingas detalės stiprumui palaikyti ir sumažinti deformacijas esant statinėm ir dinaminėm apkrovom. Ši operacija leidžia padidinti detalės ilgaamžiškumą. Brėžinyje nurodyta, kad likusiųjų nenurodytų paviršių šiurkštumas turi būti Ra 6.3.

3.3. Detalės darbo brėžinio technologiškumo analizė

Pagal darbo brėžinyje pateiktus duomenis, atliekame detalės technologiškumo analizę. Analizės duomenys pateikiami 3.3 ir 3.4 lentelėse.

3.3. lentelė

Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė

Technologiškumo kriterijus	Atitinkamas technologiškumo kriterijus
1. Reikalingi matmenys	Visi reikalingi matmenys
2. Atitinkamas tarp matmenų tikslumo ir paviršiaus glotnumo.	$\emptyset 16g6$ Ra1.6
3. Vaizdai ir pjūviai	Visi matmenys ir pjūviai nurodyti
4. Matmenų atitikimas standartiniai eilei	R5 – 10; 1; R10 – 32; R20 – 20; 20; R40 – ; 1,5; 2; 1.5; 3; Matmenys neatitinka jokio standarto: 0.2; 57.
5. Matmenų išdėstymas pagal koordinacių ašis	Matmenys išdėstyti pagal tris koordinacių ašis.
6. Techninės sąlygos	HRC 48...55 LST EN 22768-mK Briaunas sulyginti nuožula $0,5 \times 45^\circ$
7. Matmenų matavimas	Visi matmenys išmatuojami lengvai

Detalės konstrukcijos atitikimas pagal techniško kriterijus.

Technologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijams
1. Medžiagos parinkimas.	Standartinis: Plienas C45 LST-EN 10083-1
2. Pasvirę paviršiai.	1n. 1x45°, 1n 1.5x45°
3. Bazės	Bazavimas nesudėtingas
4. Detalės standumo: 1/d _{vid} <10 – detalė standi. 1 – detalės ilgis; d _{vid} – vidutinis detalės skersmuo.	$\frac{57}{46} = 1.24$ 1.24<10 – detalė standi
5. Terminio apdirbimo rūšis.	Detalė termiškai neapdirbama
6. Specialių technologinių operacijų reikalingumas.	Nereikia
7. Simetrijos ašys ir plokštumos.	Detalė turi 1 ašį.
8. Ar detalės konstrukcijos forma nesudarys papildomų sunkumų gaminant ruošinį.	Nesudarys
9. Sunkumai, išskylantys dėl elementų išdėstymo mechaniškai apdirbant detalę.	Sunkumų nesudarys

Pagrindinių technologiškumo rodiklių skaičiavimas.**1. Detalės masė:**

Apskaičiuota su programa Solidworks

Detalės masė $M_{det} = 0,074$ kg.

Figūros masė $M_f = 0,181$ kg.

2. Medžiagos išnaudojimo koeficientas

$$K_m = \frac{M_{det}}{M_f} \quad r = 7.86 \text{ g/cm}^3, \text{ plienui C45} \quad [3.3.1]$$

Čia M_{det} – detalės masė,

M_f – ruošinio masė.

$$K_m = \frac{0,074}{0,181} = 0,41$$

3. Unifikacijos koeficientas.

$$K_u = \frac{D_u}{D} \quad [3.3.2]$$

Čia: D_u – unifikuotų paviršių skaičius.

D – visų paviršių skaičius.

$$K_u = \frac{2}{13} = 0,15$$

4. Apdirbimo tikslumo koeficientas

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{vid}}; \quad [3.3.3]$$

$$A_{vid} = \frac{\sum A_i \cdot n}{\sum n_i} \quad [3.3.4]$$

čia: A_i – atitinkamo paviršiaus tikslumo kokybės.

N – paviršių su šiuo kokybe.

$$A_{vid} = \frac{\sum A_i \cdot n}{\sum n_i} = \frac{6 \cdot 1 + 12 \cdot 12}{13} = \frac{144 + 6}{13} = 11,6$$

5. Paviršiaus glotnumo koeficientas.

$$K_S = 1 - \frac{1}{B_{vid}}; \quad [3.3.5]$$

$$B_{vid} = \frac{\sum B_i \cdot n}{n_i}; \quad [3.3.6]$$

čia: B_i – paviršiaus glotnumo reikšmė,

n – paviršių kiekis su atitinkamu glotnumu.

$$B_{vid} = 1 - \frac{1}{5,94} = 1 - 0,1683 = 0,8317$$

$$K_S = 1 - \frac{6,3 \cdot 12 + 1,6 \cdot 1}{13} = 5,94$$

Apibendrinant technologinę analizę, galima teigti, kad detalės forma nėra sudėtinga ir nereikalauja jokių papildomų apdirbimų kaip terminis apdirbimas ir specialiųjų technologijų operacijos. Unifikuotų paviršių nedaug, šiurkštumas vidutinis. Tikslumui pasiekti reikia tiksliai apdirbti veleną, kur presuosis guoliai. Detalė yra technologiška.

3.4. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams.

Ruošiniu yra vadinamas darbo daiktas, kurį apdirbant yra gaminama detalė. Pirminiu ruošinių yra vadinamas gaminys prieš atliekant pirmąją technologinę operaciją. Ruošinys gali būti gaminamas iš įvairiausių medžiagų (plastikai, metalai ir t.t.). [4]

Ruošiniai yra parenkami dvejopai. Jei gaminama detalė yra sudetinga, konstruktorius projektuojant ją, darbo brėžinyje nurodo ruošino gamybos būdą ir ruošinio darbo brėžinį. Ruošinio darbo brėžinys yra derinamas su gamybos baro technologais.

Jeigu ruošinys nesudėtingas, konstruktorius nurodo tik jo medžiaga, kietumą papildomą apdirbimą. Tada ruošinio apdirbimo būdą pasirenka pats technologas, kuris projektuoja mechaninio apdirbimo technologiją.

Nuo to, koks pasirinktas ruošinys, priklauso gaminamos detalės kokybė, technologinio proceso ekonomiškumas. Pirmiausiai stengiamasi parinkti, kad ruošinys kuo labiau, pagal savo formą, būtų panašesnis į gaminamą detalę. Tai leidžia sutaupyti ruošinio medžiagos, taipogi leidžia sumažinti brangų mechaninį apdirbimą pjovimu.

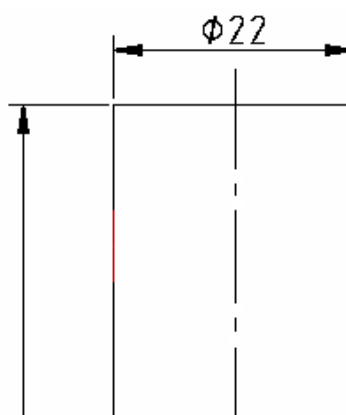
Ruošinio gamybos būdą gali lemti ir specifiniai reikalavimai detalei bei jos darbo sąlygos. Pavyzdžiui, jei detalė darbo metu yra veikiami kintamų dinaminių apkrovų, ruošinys turi būti taip pagamintas, kad metalo sluoksniai nebūtu perkirsti, bet būtų išlankstyta pagal detalės pavidalą. Tada medžiaga geriau atlaiko ją veikiančias apkrovas.

Renkantis gamybos būdą, reikia atsižvelgti ir į detalės matmenis bei turimus įrengimus. Neretai tinkamiausias ruošinio gamybos būdas pasirenkamas ekonomiškai lyginant numatomus būdus ir ieškant pigiausio.

Labiausiai mašinų gamyboje paplitę ruošiniai: lieti, plastiškai deformuoti, pagaminti iš valcuotų profilių, metalokeraminiai, plastikiniai.

Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju.

Gaminama detalė yra cilindro formos. Vienetinė darbo gamybinė programa yra $N_1 = 2$ vnt. Ruošinį pasirenkame karštai valcuota, kalibruotą strypą. Jis yra artimiausias ruošinio formai. Tai mums leidžia sumažinti dideles kitokių ruošinių, tokių kaip lieti, karštai štampuoti ruošiniai, gamybos kainas. Ruošinio skersmuo parenkamas artimiausias gaminamai detalei, kad būtų išvengta didelio drožlių kiekio. Ruošinio eskizas 3.4.1. pav.



3.4.1.pav. Ruošinio eskizas vienetinei gamybai

Apskaičiuojame ruošinio masę:

$$M_{ruoš} = V_{ruoš} \cdot \rho \quad [4.1.1]$$

$V_{ruoš}$ – ruošinio tūris

ρ – ruošinio tankis (Plienas C45, $7,82 \frac{g}{cm^3}$)

$$V_{ruoš} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \quad [4.1.2]$$

l – ruošinio ilgis

d – ruošinio skersmuo

$$V_{ruoš} = \frac{3.14 \cdot 2,2^2}{4} \cdot 6,1 = 23,17 cm^3;$$

$$M_{ruoš} = 7,82 \cdot 23,17 = 181g;$$

Medžiagos išnaudojimo koeficientas

$$K_m = \frac{M_{det}}{M_{ruoš}} \quad \rho = 7.86 g/cm^3, \text{ plienui C45} \quad [4.1.3]$$

Čia M_{det} – detalės masė;

$M_{ruoš}$ – ruošinio masė;

$$K_m = \frac{0,074}{0,181} = 0,41;$$

Apskaičiuojame atliekų kainą, kai Plieno C45 kaina 0,50 Lt/kg;

Atliekų svoris : $181 - 74 = 107$ gr;

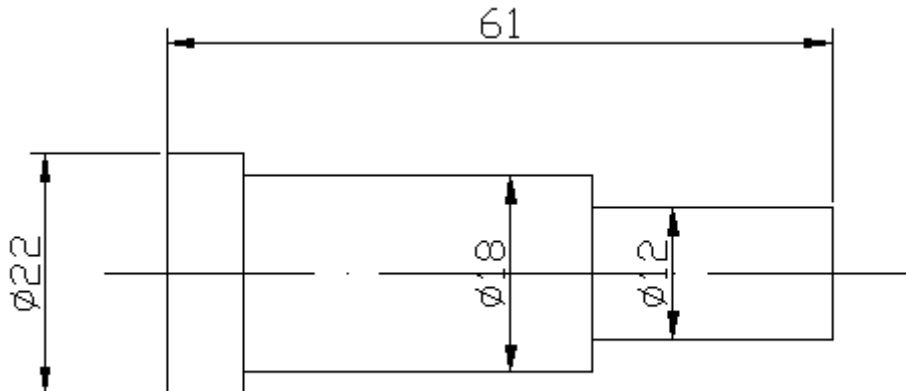
Taigi gaminant vieną detalę, atliekų kaina : $0,50Lt / kg \cdot 0,107kg = 0,0535Lt$

Visų atliekų kaina, atlikus vienetinės gamybos, gamybinę programą:

$$2vnt \cdot 0,0535Lt = 0,107Lt$$

Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju.

Serijinei gamybai parenkama ruošinio gamyba bus, šalto kalimo rotacinėmis radialinio kalimo mašinomis. Šiuo būdu bus galima suformuoti ruošinio formą, artimą gaminamai detalei, kadangi šiuo būdu galime pagaminti laiptuotą, sukimosi kūną. Šaltai kalant galime pasiekti 0,04-0,4 mm tikslumą, tačiau ruošiniui papildomai paliekame 1mm užlaidą, kurią apdirsimė. Gamybinė programa, serijinei gamybai $N_2 - 500$ vnt. Ruošinio eskizas pavaizduotas 3.4.2.pav.



3.4.2.pav. Ruošinio eskizas serijinei gamybai.

Pagal 3.4.1 ir 3.4.2. formules apskaičiuojame ruošinio masę.

$$M_{\text{ruoš}} = 111 \text{ gr.}$$

Medžiagos išnaudojimo koeficientas (pagal 4.1.3 formulę):

$$K_m = \frac{0,074}{0,111} = 0,66;$$

Atliekų svoris, gaminant vieną detalę:

$$111 - 74 = 37 \text{ gr.}$$

Vienos detalės atliekų kaina:

$$0,037kg \cdot 0,5Lt / kg = 0,0185Lt ;$$

Visų gaminamų detalių atliekų kaina:

$$500 \cdot 0,0185 = 9,25 \text{ Lt}$$

Atliekant serijinę gamybą, pagal vienetines gamybos būdą, atliekų kaina būtų:
 $500 \cdot 0,0535 = 26,75 \text{ Lt}$, taigi tai 17,5 lito daugiau, nes tekiant ir frezuojant drožlių skaičius yra didesnis. Tačiau įvertinant tai, kad rotacinės radialinės kalimo mašinos yra

labai brangios, mūsų atveju, kai apdirbti reikia tik 500 ruošinių yra neekonomiška jas įsigyti. Taigi pasirenkame mechaninį apdirbimą iš karšai valcuoto strypo, kurį galime lengvai įsigyti metalu prekiaujančiose įmonėse.

3.5. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas

Šiame mechaninio apdirbimo kelio projektavime nustatomas detalės gamybos planas. Parenkamas staklių (frezavimo, tekinimo), operacijų tipas, kiekvienos operacijos perėjimų skaičius ir reikalingas operacijai įrankis. Technologinių operacijų gali būti daug, todėl stengiamasi parinkti tipines paprastas operacijas, kad juos būtų našios ir ekonomiškos. Kuo daugiau tikslių paviršių, tuo apdirbimas tampa sudėtingesniu. Paprastai stengiamasi, kiekvieną apdirbamą paviršių, vieną po kito, apdirbti vis tiksliau, užtikrinant detalės kokybę [4].

Toliau yra pateikiama apdirbamos detalės – ašelės mechaninio apdirbimo kelio projektavimo lentelė (4.1.). Detalės paviršių skaičius nurodytas (3.4.1. pav). Detalė bus bazuojama dviem skirtingais būdais, kurie yra nurodyti (3.6.1.pav) ir (3.6.2.pav).

3.5. lentelė

Ašelės mechaninio apdirbimo technologinis kelias

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Staklės	Įrankis
010	1	Galinio paviršiaus tekinimas 1	CNC tekinimo staklės Lynx 220	Surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S su T15K6 pjaunančia plokštele
	2	Paviršiaus 10 tekinimas		Surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S su T15K6 pjaunančia plokštele <small>4.1. lentelės tęsinys</small>
	3	Paviršių 9,8 tekinimas		Surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S su T15K6 pjaunančia plokštele
	4	Glotnus 8 paviršiaus		Surenkamas aptekinimo peilis

		tekinimas		SCACL 0808K-06S
	5	Paviršių 7,3 ir 2 tekinimas		Surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S su T15K6 pjaunančia plokšte
	6	Paviršių 6,5 ir 4 tekinimas		Surenkamas įsipjovimo peilis DGFS 5-17-3
	7	Paviršiaus 3 sriegimas		Surenkamas sriegimo peilis MGSIL 06-06W
020	1	Paviršiaus 11 tekinimas	CNC tekinimo staklės Lynx 220	Surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S
030	1	Paviršių 12 ir 13 frezavimas	CNC frezavimo staklės DOOSAN DNM 500 HS	Vienabriaunė freza VARIUS 1,5mm

3.6. Technologinių bazių parinkimas

Bazavimas tai yra reikiamos padeties ruošiniui suteikimas, koordinačių ašies atžvilgiu, tam kad jį būtų galima kuo paprasčiau ir greičiau įtaisyti į tvirtinimo vietas. Ruošinys įtvirtinamas, suteikiant paviršiams jėgas ar jų poras, tam kad ruošinį bazuojant jis liktu standžiai bazavimo vietose. Bazavimo paviršiai turi būti parinkti taip, kad ruošinį būtų galima lengvai padėti ir, kad jį būtų galima lengvai pasiekti pjovimo įrankiais. Atlikus šias operacijas galime pradėti apdirbti ruošinį [4].

Ašelės apdirbimo metu numatomos bazės:

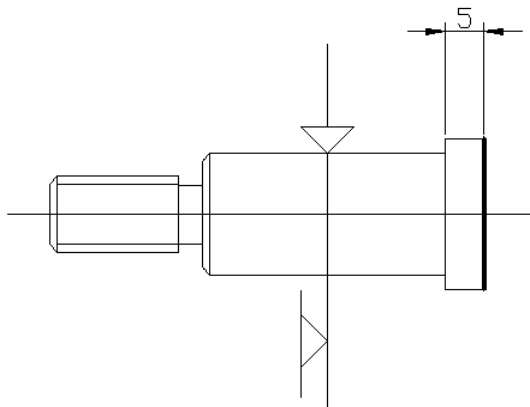
Gaminama detalė yra technologiškai nesunki ir visi jos paviršiai lengvai prieinami. Pirmoje operacijoje detalė yra bazuojama konsoliškai tvirtinant savaiminio centravimo staklių griebtuvuose (3.6.1.pav). Tai atlikus bus nutekunami 1,9, 8,3 ir 10 paviršiai, paskui



apdirbami 4,5 ir 6 paviršiai išpjaunant 3 mm išėma. Nuimame nuožulas nuo 6 ir 2 paviršiaus, išpjauname M10 sriegį ant 3 paviršiaus, visą tai atlikus nupjauname ir apverčiame detalę.

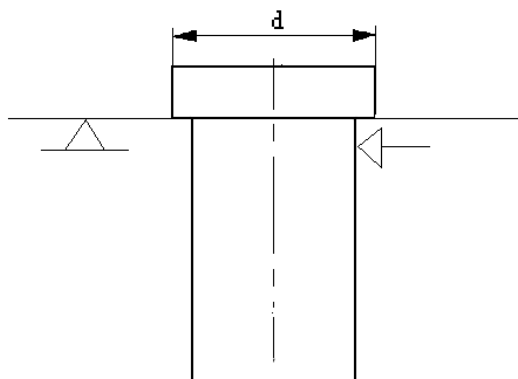
3.6.1. pav. Bazavimas tvirtinant konsoliškai savaiminio centravimo griebtuvose
(l – ruošinio ilgis)

Antroje operacijoje detalė yra bazuojama taip pat konsoliškai tvirtinant savaiminio centravimo staklių griebtuvuose, įstatant kitu galu. Tai atlikus nutekinamas (nupjaunamas) 11 paviršius.



3.6.2. pav. Bazavimas 020 operacijai, tvirtinant konsoliškai savaiminio centravimo griebtuvose

Trečioje operacijoje, jau apdirbtas, ruošinys yra tvirtinamas ant atraminės plokštumos, naudojant paviršių lygiagretumo tikrinimą, papildomai suteikiant tvirtinimui jėgą, kad detalė būtų įtvirtinta standžiai (3.6.3.pav). Įstačius ruošinį apdirbami 12 ir 13 paviršiai. Išfrezuojant 1.5 mm pločio ir 2 mm gylio griovelį.



3.6.3. pav. Ruošinio bazavimas ant atraminės plokštumos.

(d = apdirbamo paviršiaus skersmuo.)

3.7. Užlaidų analitinis skaičiavimas

Apvalaus kaštai valcuoto strypo diametrą parenkame pagal standartą ISO EN 10060 iš gaminamų strypų katalogo, jo skersmuo turi būti didesnis nei gaminamos detalės [5].

Surandamas strypo diametras:

$$d_{str} = d_d + 2Z_0 \quad [4.4.1]$$

d_{str} – skaičiuojamo strypo diametras, mm;

d_d – detalės matmuo, mm;

Z_0 – bendra užlaida vienai detalės pusei, mm;

$$d_{str} = 20 + 2 \cdot 1 = 22$$

Taigi, pasirinkto karšti valcuoto strypo diametras yra 22 mm.

Ieškome ruošinio ilgio l_r :

$$l_r = l_d + 2Z_0 \quad [4.4.2]$$

l_d – detalės ilgis, mm;

l_r – ruošinio ilgis, mm;

Z_0 – bendra užlaida vienam detalės galui.

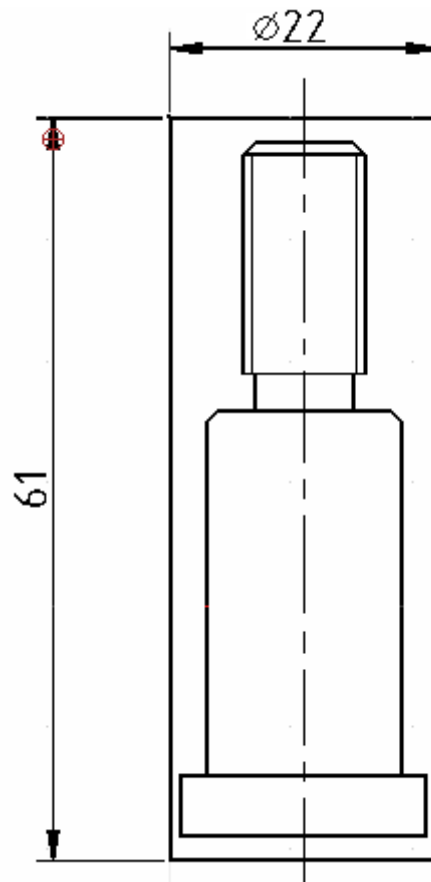
$$l_r = 57 + 2 \cdot 2 = 61$$

Taigi, gautas reikšmias surašome į 3.7.1. lentelę.

3.7.1. lentelė

Detalės ruošinio matmenys.

Eil Nr.	Detalės matmuo	Užlaidos dydis	Nuokrypos	Ruošinio matmuo
1.	Ø20	1	+1,1 -0,7	Ø22 ^{+1,1} _{-0,7}
2.	57	2	+1,9 -1,0	61 ^{+1,9} _{-1,0}



3..7. pav. Ruošinio eskizas su įbrėžta gaminama detale

Sudarome 3.7.2. lentelę, kurioje parenkame deformacijos sluoksnius – h ir Rz.

Minimalias užlaidas apskaičiuojame pagal formulę:

$$2Z_{i\min} = 2\left(R_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right); \quad [4.4.3]$$

čia:

ρ - erdvinė paklaida;

ε - nustatymo paklaida;

Konsoliškai įtvirtinto savaiminio centravimo griebtuvose, valcuoto ruošinio erdvinė paklaida apskaičiuojama pagal lygtį:

$$\rho = \sqrt{\rho_{sus}^2 + \rho_{pas}^2} \quad [4.4.4]$$

$$\rho_{sus}, \rho_{pas} = \Delta k \cdot l \quad [4.4.5]$$

čia:

l – ruošinio ilgis

Δk – ruošinio lyginamasis kreivumas, karštaia valcuotų po lyginimo presu ruošinių $\Delta k = 3 \mu\text{m}/\text{mm}$

$$\rho_{sus} = 3 \cdot 61 = 183 \mu\text{m}$$

$$\rho_{pas} = 0.6 \text{ mm} = 600 \mu\text{m}$$

Taigi ruošinio erdvinė paklaida:

$$\rho = \sqrt{\rho_{sus}^2 + \rho_{pas}^2} = \sqrt{183^2 + 600^2} = \sqrt{33489 + 360000} = 627 \mu\text{m}$$

Grubaus ir glotnaus tekinimo erdvinė paklaida apskaičiuojama pagal formulę:

$$\rho = \rho_{sus} \cdot k \quad [4.4.6]$$

čia:

Grubiam tekinimui $k_{gr} = 0,06$; glotniam tekinimui $k_{gl} = 0,05$;

$$\rho_{gnub} = 627 \cdot 0,06 = 37,62 \approx 38 \mu\text{m}$$

$$\rho_{glot} = 627 \cdot 0,05 = 31,35 \approx 31 \mu\text{m}$$

Nustatymo paklaida ε atliekamoje pakopoje suprantama kaip suminė bazavimo, tvirtinimo ir ruošinio pastatymo įtaise paklaida:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{tv}^2 + \varepsilon_{pas}^2} \quad [4.4.7]$$

čia:

ε_b – bazavimo paklaida; ε_{tv} – tvirtinimo paklaida; ε_{pas} – ruošinio pastatymo paklaida;

Iš [5] lentelių parenkame ε_b , ε_{tv} , ε_{pas} grubiam tekinimui:

$$\varepsilon_{pas} = 0$$

$$\varepsilon_b = 0$$

$$\varepsilon_{tv,gnub.} = 320 \mu\text{m}$$

Glotnaus tekinimo nustatymo paklaida apskaičiuojama:

$$\varepsilon_{tv,glot.} = \Delta_k \cdot \varepsilon_{tv,gnub.} \quad [4.4.8]$$

$$\varepsilon_{tv,glot.} = 0,05 \cdot 320 = 16 \mu\text{m}$$

Kadangi Detalės ruošinys apdirbimo metu tvirtinamas 3 kumštelių griebtuve, radialinė pastatymo paklaida ε randame iš lentelių. Technologinių pakopų minimalias užlaidas apskaičiuosime naudodamiesi pagrindine formule.

Grubiam tekinimui:

$$2z_{i \min} = 2\left(R_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right)$$

$$2z_{i \min} = 2\left(100 + 75 + \sqrt{627^2 + 320^2}\right) = 2 \cdot 878 \mu m$$

Glotniam tekinimui:

$$2z_{i \min} = 2\left(R_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right)$$

$$2z_{i \min} = 2\left(50 + 50 + \sqrt{38^2 + 16^2}\right) = 2 \cdot 141 \mu m$$

Ribinių matmenų skaičiavimas

Skaičiuojamas matmuo $d = 20 - 0,084 = 19,916 mm$

Skaičiuojamieji matmenys pildomi nuo galutinio mažiausio matmens, iš eilės pridėdant kiekvieną apskaičiuota užlaidą. Glotnaus tekinimo skaičiuojamasis matmuo:

$$d_{s \lg} = 19,92 mm$$

Grubaus tekinimo skaičiuojamasis matmuo:

$$d_{sgr} = d_{s \lg} + 2z_{s \lg \min} \quad [4.4.9]$$

$$d_{sgr} = 19,92 + 0,282 = 20,202 mm$$

Ruošinio skaičiuojamasis matmuo:

$$d_{sruoš} = d_{sgr} + 2z_{sgr \min} \quad [4.4.10]$$

$$d_{sruoš} = 20,202 + 1,756 = 21,96 mm$$

Apskaičiuoti skaičiuojamieji ribiniai matmenys atitinka minimalius ribinius mamenis atitinkamose pakopose. Suapvaliname juos į didžiąją pusę.

Didžiausi ribiniai matmenys yra gaunami prie minimalių ribinių matmenų pridėjus torleranciją. Tolerancijos parenkamos iš lentelių.

$$T_{ruoš} = 210 \mu m$$

$$T_{grub} = 130 \mu m$$

$$T_{glot} = 80 \mu m$$

Ruošinio didžiausias ribinis matmuo:

$$d_{\max}^{ruoš} = d_{\min}^{ruoš} + T_r = \quad [4.4.11]$$

$$d_{\max}^{ruoš} = 21,96 + 0,21 = 22,17 mm$$

Grubaus tekinimo ribinis matmuo:

$$d_{\max}^{grub} = d_{\min}^{grub} + T_{grub} = \quad [4.4.12]$$

$$d_{\max}^{grub} = 20,20 + 0,13 = 20,33 \text{ mm}$$

Glotnaus tekinimo ribinis matmuo:

$$d_{\max}^{glot} = d_{\min}^{glot} + T_{gl} = \quad [4.4.13]$$

$$d_{\max}^{glot} = 19,92 + 0,08 = 20,00 \text{ mm}$$

Užlaidų ribinių reikšmių skaičiavimas

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.

Grubaus tekinimo užlaidų ribinės reikšmės:

$$2Z_{\min}^{gr} = d_{\min}^{ruoš} - d_{\min}^{gr} \quad [4.4.14]$$

$$2Z_{\min}^{gr} = 21,96 - 20,21 = 1,650 = 1650 \mu\text{m}$$

$$2Z_{\max}^{gr} = d_{\max}^{ruoš} - d_{\max}^{gr} \quad [4.4.15]$$

$$2Z_{\max}^{gr} = (22,17 - 20,203) = 1,967 = 1967 \mu\text{m}$$

Glotnaus tekinimo ribinės reikšmės:

$$2Z_{\min}^{gl} = d_{\min}^{gr} - d_{\min}^{gl} \quad [4.4.16]$$

$$2Z_{\min}^{gl} = 20,21 - 19,92 = 0,29 = 290 \mu\text{m}$$

$$2Z_{\max}^{gl} = d_{\max}^{gr} - d_{\max}^{gl} \quad [4.4.17]$$

$$2Z_{\max}^{gl} = 20,33 - 20 = 0,32 = 320 \mu\text{m}$$

Duomenis surašome į 3.7.2. lentelę:

3.7.2. lentelė

Užlaidų lentelė

$\emptyset 20_{-0,0,84}^0$	Užlaidos elementai, μm				Apskaičiuota užlaida, $2z_{min}$	Apskaičiuotas matmuo d_{sk}	Tolerancija T, μm (didžiausia leistina)	Ribiniai matmenys, mm		Ribinės užlaidos, μm	
	R_z	h	ρ	e				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{rib}$	$2z_{max}^{rib}$
Ruošinys	100	75	627	-	-	21.96	210	21,96	22,17		
Grubus tekimas	50	50	38	320	2*878	20,202	130	20,21	20,33	1650	1967
Glotnus tekimas	30	30	31	16	2*141	19,916	80	19,92	20,01	290	330

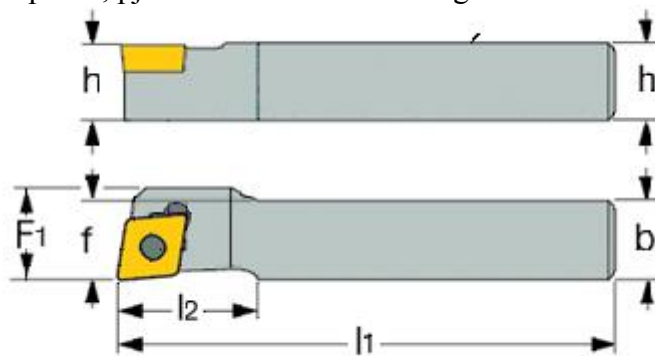
3.8. Pjovimo režimai

Pjovimo režimai nustatomi atsižvelgiant į reikiamą apdirbtojo paviršiaus tikslumą ir šiurkštumą. Darbui naudojamas stakles. Apdirbimo būdą, apdirbamosios detalės standumą, medžiagą ir pan [1,2,3].

Skaičiuojamas pjovimo režimas 010 operacijai, 2 perėjimo, 10 paviršiaus grubus tekinimas. Dirbama programinėmis CNC tekinimo staklėmis Lynx 220 [18], parinktas įstatomas, surenkamas aptekinimo peilis SCACL 0808K-06S su kietmetalio plokštelė [19]

Apdirbama medžiaga konstrukcinis plienas C45 (LST EN 10083-1) HB=250, $\sigma_u = 600$. Šio plieno cheminė sudėtis ir mechaninės savybės pateiktos 3.1. ir 3.2. lentelėse.

Aptekinimo peilio, pjaunančios dalies medžiaga T15K6.



3.8.pav. Aptekinimo peilio eskizas.

Tekinimo peilio kampai:

$$\gamma = 95^\circ \quad \alpha = 6^\circ \quad \varphi = 6^\circ \quad r = 0,4 \text{ mm.}$$

Apskaičiuojamas pjovimo gylis:

$$t = \frac{D - d}{2} \quad [4.5.1]$$

D – ruošinio skersmuo (prieš tekinimą), mm;

d – skersmuo po tekinimo, mm;

$$t = \frac{22 - 20}{2} = 1 \text{ mm}$$

Iš [1]-266p.,11-13 lent. Parenkame pastūma vienam ruošinio apsisukimui:

$$s = 0,4 \text{ mm/aps.}$$

Apskaičiuojamas leistinas pjovimo greitis, išilginiu tekinimo atveju:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v \quad [4.5.2]$$

čia T = 60min – vidutinė peiliopatvarumo reikšmė.

Konstanta C_v ir laipsnių rodiklius parenkame iš [1]-269p.,17 lent.

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

Pataisos koeficientas K_v apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\phi v} K_{\phi 1v} K_{rv} \quad [4.5.3]$$

čia - $K_{mv} = 1,25$ - koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui, parenkamas iš [1]-261p.,1-4 lent.

$K_{nv} = 0,85$;- koeficientas, įvertinantis medžiagos paviršiaus buklę pjovimo greičiui, parenkamas iš [1]-263p.,5lent.

$K_{uv} = 1$;- koeficientas, įvertinantis peilio darbinės dalies medžiagos įtaką pjovimo greičiui, parenkamas iš [1]-263p.,6 lent.

$K_{\phi v}; K_{\phi 1v}; K_{rv}$ - koeficientai, įvertinantis peilio geometrinių elementų įtaką pjovimo greičiui, parenkami iš [1]-271p.,18 lent.

$$K_{\phi v} = 0,7; K_{\phi 1v} = 1; K_{rv} = 1$$

$$K_v = 0,85 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,74$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,74 = 180,6 \text{ m/min}$$

Apskaičiuojamas ruošinio sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad [4.5.4]$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180,6}{3,14 \cdot 22} = 2614 \text{ r/min}$$

Kadangi dirbama su CNC tekinimo staklėmis, ruošinio sukimosi dažnis, gali būti nustatytas betkoks, taigi tolimesniems skaičiavimams naudojamų staklių sukimosi dažnį laikysime tokį pat kaip apskaičiuota $n = n_{st} = 2614 \text{ r/min}$.

Skaičiuojama pastūma:

$$s_m = s \cdot n_{st}; \quad [4.5.5]$$

$$s_m = 0,4 \cdot 2614 = 1045 \text{ mm/min}$$

Toliau randamas tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi D n_{st}}{1000} \quad [4.5.6]$$

$$v_t = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 2614}{1000} = 180 \text{ m/min}$$

Apskačiuojamos pjovimo jėgos dedamosios:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v_t^n K_p; \quad [4.5.7]$$

čia P_z, P_y, P_x - tangentinė, radialinė ir ašinė pjovimo jėgos dedamosios išilginio, skersinio tekimo atveju. Konstanta C_p ir laipsnių x, y, n rodikliai parenkami iš [1]-273p., 22 lent.

Pataisos koeficientas K_{pp} apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_p = K_{mp} K_{qp} K_{rp} K_{\lambda p} K_{\eta p}; \quad [4.5.8]$$

čia $K_{mp} = 0,84$ visiems atvejams, parenkamos iš [1]-264p., 9 lent., $K_{qp} K_{rp} K_{\lambda p} K_{\eta p}$ -

koeficientai, įvertinantys peilio geometrijos įtaką parenkami iš [1]- 275p., 23 lent. Visi duomenys surašomi į 3.8.1. lentelę.

3.8.1. lentelė

Konstanta C_p ir laipsnių x, y, n rodikliai

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

$$K_p^z = 0,84 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,748$$

$$K_p^y = 0,84 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 0,525$$

$$K_p^x = 0,84 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,835$$

Skaičiuojamos dedamosios jėgos tekinant:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 180^{-0,15} \cdot 0,748 = 518N$$

$$P_y = 10 \cdot 300 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,4^{0,6} \cdot 180^{-0,3} \cdot 0,525 = 191N$$

$$P_x = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,5} \cdot 180^{-0,4} \cdot 0,835 = 198N$$

Skaičiuojame pjovimui reikalingą galią:

$$N = \frac{P_z v_t}{60 \cdot 1020} \quad [4.5.9]$$

$$N = \frac{518 \cdot 180}{60 \cdot 1020} = \frac{93240}{61200} = 1,52kW$$

Patikriname ar parinkti režimai tenkina sąlygą:

$$N \leq N_v \eta \quad [4.5.10]$$

$N_v = 15\text{kW}$, pagrindinė elektros variklio galia.

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

$1,52 \leq 11,25$ – sąlyga tenkinama.

Skaičiuojame pagrindinį mašinini laiką:

$$T_m = \frac{L}{s_m}; \quad [4.5.11]$$

L – darbo eigos ilgis, mm;

s_m – minutinė pastūma, mm/min

$$L = l + l_1 + l_2 \quad [4.5.12]$$

$l = 6\text{mm}$, pjovimo ilgis;

$l_1 = 1\text{mm}$, peiliui išpjauti iki viso gylio reikalingą atstumą parenkame iš [2]-620p.,2 lent.

$l_2 = 1\text{mm}$; - peilio praėjimo už apdirbtojo paviršiaus dydis.

$$L = 6 + 1 + 1 = 63\text{mm}$$

$$T_m = \frac{63}{1045} = 0,06\text{ min}$$

Gauti duomenys surašome į 3.8.2. lentelę.

Skaičiuojamas pjovimo režimas 030 operacijai, 1 praėjimas. Frezuojama 1,5 mm skersmens ir 20 mm ilgio griovelis 11 paviršiu apdirbti. Parinktas įrankis – 1.5 mm Varius pirštinė freza [16]. Dantų skaičius -1. skersmens. Detalę apdirbama su DOOSAN DNM 500 HS frezavimo staklėmis [17].

Apdirbama medžiaga konstrukcinis plienas C45 (LST EN 10083-1) HB=250,
 $\sigma_u = 600$.

Frezos pjaunančios dalies medžiaga – P6M5.

Frezos geometriniai elementai:

$$\gamma = 5^\circ \quad \alpha_1 = 12^\circ \quad \varphi = 90^\circ \quad \varphi_0 = 10^\circ \quad \varphi_1 = 5^\circ \quad \lambda = 12^\circ$$

Parenkama pastūma dančiui iš [1]-285p.,37 lent.;

$$s_z = 0,01\text{ mm/danč.}$$

Skaičiuojamas pjovimo greitis:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v; \quad [4.5.13]$$

Čia:

D = 1,5mm; - frezos skersmuo.

Konstantas ir laipsnių rodiklius parenkame iš [1]-290p.,40 lent.;

$$C_v = 103$$

$$q = 0,45;$$

$$x = 0,3;$$

$$y = 0,2;$$

$$u = 0,1;$$

$$p = 0,1;$$

$$m = 0,33;$$

$T = 20$ min, frezos patvarumas parenkamas iš [1]-290p.,40 lent.;

$t = 2$ mm, – pjovimo gylis;

$B = 1,5$ mm – frezavimo plotis, mm;

$z = 1$, – frezos dantų skaičius;

K_v – bendras pataisos koeficientas;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} \quad [4.4.14]$$

$K_{mv} = 1,22$ - koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui parenkamas iš [1]-261p.,1-4 lent.

$K_{nv} = 0,9$ – koeficientas, įvertinantis ruošinio paviršiaus būklę parenkamas iš [1]-263p.,5 lent.

$K_{uv} = 1$ – koeficientas, įvertinantis įrankio medžiagą, parenkamas iš [1]-263p.,6 lent.

$$K_v = 1,22 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,098$$

$$v = \frac{103 \cdot 1,5^{0,45}}{20^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,01^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 1^{0,1}} \cdot 1,098 = 90,1 \text{ m/min}$$

Toliau skaičiuojamas frezos sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} \quad [4.4.15]$$

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 1,5} = 19108 \text{ r/min}$$

Suderiname sukimosi dažnį su staklių paso duomenimis. n_{st} parenkamas mažesnis (suapvalintas) apskaičiuotajam dydžiui, nes staklės yra programuojamos ir galime užduoti bet kokią reikšmę:

$$n = n_{st} = 19000 \text{ r/min}$$

Toliau randamas tikras pjovimo greitis.

$$v_t = \frac{\pi D n_{st}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1,5 \cdot 19000}{1000} = 89,5 \text{ m/min} \quad [4.4.16]$$

Nustatome minutinę pastumą:

$$s_m = s_z \cdot z n_{st} = 0,01 \cdot 1 \cdot 19000 = 190 \text{ mm/min}$$

Toliau skaičiuojame tangentinę (apskritiminę) pjovimo jėgos dedamąją:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} \quad [4.4.17]$$

čia:

$$C_p = 68,2 \quad x = 0,86 \quad y = 0,72 \quad u = 1 \quad p = 0,86 \quad w = 0;$$

Konstantas ir laipsnių rodiklius parenkame iš [1]-291 psl., 41 lent.

$n = 19000 \text{ r/min}$ - frezos sukimosi dažnis

$D = 1,5 \text{ mm}$, - frezos sukimosi skersmuo;

$K_{mp} = 0,94$ koeficientas įvertinantis apdirbamąją medžiagą.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,01^{0,72} \cdot 1,5^1 \cdot 1}{1,5^{0,86} \cdot 19000^0} \cdot 0,94 = 44,7 \text{ N}$$

Randame frezos sukimosi momentą:

$$M = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} \quad [4.4.18]$$

$$M = \frac{44,7 \cdot 1,5}{2 \cdot 1000} = 0,034 \text{ Nm}$$

Apskaičiuojame pjovimui reikalingą galią:

$$N = \frac{P_z v_t}{60 \cdot 1020} \quad [4.4.19]$$

$$N = \frac{44,7 \cdot 89,5}{60 \cdot 1020} = 0,07 \text{ kW}$$

Frezavimo mašininis laikas:

$$T_m = \frac{L}{s_m} \quad [4.4.20]$$

Čia:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad [4.4.21]$$

$l = 20 \text{ mm}$, - apdirbamojo paviršiaus ilgis;

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,75 \text{ mm} \quad [4.4.22]$$

$l_2 = 2 \text{ mm}$, - frezos praėjimo ilgis.

$$L = 20 + 0,75 + 2 = 22,75 \text{ mm}$$

$$T_m = \frac{22,75}{190} = 0,11 \text{ min}$$

Gauti duomenys surašome į 3.8.2. lentelę.

Pjovimo režimai

Operacijos Nr.	Perėjimo Nr.	Operacija	Staklės	Pjovimo gylis t, mm	Pastūma s, mm/aps	Sūkimosi dažnis n, aps/min	Pjovimo greitis v, m/min	Minutinė pastūma Sm, mm/min
010	1	Galinio paviršiaus tekinimas 1	CNC tekinimo staklės Lynx 220	2	0,3	2316	160	695
	2	Paviršiaus 10 tekinimas		1	0,4	2614	180	1045
	3	Paviršių 9,8 tekinimas		1.9	0,35	2117	133	741
	4	Glotnus 8 paviršiaus tekinimas		0,1	0,1	3754	191	375
	5	Paviršių 7,3 ir 2 tekinimas		3	0,3	2886	145	866
	6	Paviršių 6,5 ir 4 tekinimas		1.1	0,3	5159	162	1548
	7	Paviršiaus 3 sriegimas		1	1	318	10	318
020	1	Paviršiaus 11 tekinimas	CNC tekinimo staklės Lynx 220	2	0,3	2316	160	695
030	1	Paviršių 12 ir 13 frezavimas	CNC frezavimo staklės DOOSAN DNM 500 HS	2	0,01	1900 0	89,5	190

3.9. Technologinio proceso normavimas

Technologijos normavimu yra vadinamas gamybos išteklių naudojimas. Techniškai pagrįstų normų nustatymas. Siekiant ekonominių rodiklių, svarbu nustatyti geriausią techniškai pagrįstą laiko normą. Apskaičiuota laiko norma yra darbo laikas, kuris reikalingas darbo operacijai atlikti. Techninė norma reikalinga reikiamam įrengimų skaičiui nustatyti, jų apkrovimui, darbo našumui, atlygiui įvertinti. Cechu gamybiniui apkrovimui apskaičiuoti [6,7].

Vienetinis laikas detalės gamybai yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{vnt} = t_o + t_p + t_{ap} + t_{pl}; \quad [4.6.1]$$

t_{vnt} – vienetinis laikas;

t_p – pagalbinis laikas;

t_{ap} – darbo vietos aptarnavimo laikas;

t_{pl} – poilsio laikas.

Pagrindinis laikas t_o skaičiuojamas kiekvienam perėjimui pagal formulę:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{s_m}; \quad [4.6.2]$$

L – įrankio perslinkimo skaičiuojamas ilgis apdirbimo metu, mm;

i – darbo eigų skaičius atliekamame perėjime;

s_m – minutinė įrankio pastūma.

Kai apdirbimo ciklas automatinis, dydis L nustatomas:

$$L = l + l_{is} + l_{is} + l_{pr}; \quad [4.6.3]$$

l – apdirbamo paviršiaus ilgis, mm;

l_{is} – įrankio įsipjovimo dydis, mm;

l_{is} – įrankio išėjimo dydis, mm;

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;

$$t_p = t_{pu} + t_{pv} + t_{pm} + t_{in} + t_{ss}; \quad [4.6.4]$$

čia:

$t_{pu} = 0,11$ min,- detalės uždėjimo ir nuėmimo laikas;

$t_{pv} = 0,03 \text{ min}$, - staklių įjungimas ir išjungimas;

$t_{in} = 0,12 \text{ min}$, - įrankio nustatymas;

$t_{ss} = 0,05 \text{ min}$, - staklių skydo atidarymas ir uždarymas;

$t_{pm} = 0,18 \text{ min}$, - detalių matavimo laikas

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

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

$$t_{ap} = t_t + t_{org}; \quad [4.6.5]$$

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

Organizacinio aptarnavimo laikas sugaištamas paruošiant darbo vietą darbo pradžia, 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:

$$t_v = t_{op} \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) \quad [4.6.6]$$

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

Skaičiuojame vienetinio laiko normą pirmai (010) operacijai.

Pirmas perėjimas. Paviršiaus 1 tekinimas. $n = 2316 \text{ aps/min}$, $s = 0,3 \text{ mm/aps}$.

$L = 11 + 2 + 11 + 1 = 25 \text{ mm}$;

$$t_o = \frac{25 \cdot 1}{695} = 0,04 \text{ min.}$$

Antras perėjimas. Paviršiaus 10 tekinimas. $n = 2614 \text{ aps/min}$, $s = 0,4 \text{ mm/aps}$.

$L = 57 + 1 + 1 + 1 = 60 \text{ mm}$;

$$t_o = \frac{60 \cdot 1}{1045} = 0,06 \text{ min.}$$

Trečias perėjimas. Paviršiaus 9,8 tekinimas. $n = 2117 \text{ aps/min}$, $s = 0,35 \text{ mm/aps}$.

$$L = 1,9 + 52 + 1,9 + 1 = 56,8 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{56,8 \cdot 1}{741} = 0,08 \text{ min.}$$

Ketvirtas perėjimas. Paviršiaus 8 tekinimas. $n = 3754 \text{ aps/min}$, $s = 0,1 \text{ mm/aps}$.

$$L = 0,1 + 52 + 0,1 + 1 = 53,2 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{53,2 \cdot 1}{375} = 0,14 \text{ min.}$$

Penktas perėjimas. Paviršių 7,3 ir 2. tekinimas. $n = 2886 \text{ aps/min}$, $s = 0,3 \text{ mm/aps}$.

$$L = 3 + 1,5 + 20 + 3 = 27,5 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{27,5 \cdot 1}{866} = 0,03 \text{ min.}$$

Šeštas perėjimas. Paviršių 6,5 ir 4 tekinimas. $n = 5159 \text{ aps/min}$, $s = 0,3 \text{ mm/aps}$.

$$L = 1,1 + 3 + 1,1 + 1 = 6,2 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{6,2 \cdot 1}{1548} = 0,004 \text{ min.}$$

Septintas perėjimas. Paviršiaus 3 sriegimas. $n = 318 \text{ aps/min}$, $s = 1 \text{ mm/aps}$.

$$L = 1 + 15,5 + 1 + 1 = 18,5 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{18,5 \cdot 1}{318} = 0,06 \text{ min.}$$

Pilnas mašininis laikas:

$$t_0 = 0,04 + 0,06 + 0,08 + 0,14 + 0,03 + 0,004 + 0,06 = 0,414 \text{ min};$$

Pagalbinis laikas parenkamas iš normatyvinių lentelių:

$$t_p = 0,11 + 0,3 + 0,12 + 0,05 + 0,18 = 0,76 \text{ min};$$

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = 0,414 + 0,76 = 1,174 \text{ min.}$$

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

$$\alpha = 4\%$$

$$\beta = 0,6\%$$

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

$$t_v = 1,174 \left(1 + \frac{4 + 0,6 + 2,5}{100} \right) = 1,26 \text{ min.}$$

Skaičiuojame vienetinio laiko normą pirmai (020) operacijai.

Pirmas perėjimas. Paviršiaus 11 tekinimas. $n = 2316 \text{ aps/min}$, $s = 0,3 \text{ mm/aps}$.

$$L = 11 + 2 + 11 + 1 = 25 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{25 \cdot 1}{695} = 0,04 \text{ min.}$$

Pilnas mašininis laikas:

$$t_o = 0,04 \text{ min.}$$

Pagalbinis laikas parenkamas iš normatyvinių lentelių:

$$t_p = 0,11 + 0,3 + 0,12 + 0,05 + 0,18 = 0,76 \text{ min};$$

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = 0,04 + 0,76 = 0,8 \text{ min.}$$

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

$$\alpha = 4\%$$

$$\beta = 0,6\%$$

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

$$t_v = 0,8 \left(1 + \frac{4 + 0,6 + 2,5}{100} \right) = 0,86 \text{ min}$$

Skaičiuojame vienetinio laiko normą pirmai (030) operacijai.

Pirmas perėjimas. Paviršiaus 12 ir 13 frezavimas. $n = 19000 \text{ aps/min}$, $s = 0,01 \text{ mm/aps}$

$$L = 2 + 20 + 2 + 1 = 25 \text{ mm};$$

$$t_o = \frac{25 \cdot 1}{190} = 0,13 \text{ min.}$$

Pilnas mašininis laikas:

$$t_o = 0,13 \text{ min.}$$

Pagalbinis laikas parenkamas iš normatyvinių lentelių:

$$t_p = 0,11 + 0,3 + 0,12 + 0,05 + 0,18 = 0,76 \text{ min};$$

Operatyvinis laikas:

$$t_{op} = 0,13 + 0,76 = 0,89 \text{ min.}$$

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

$$\alpha = 4\%$$

$$\beta = 0,6\%$$

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

$$t_v = 0,89 \left(1 + \frac{4 + 0,6 + 2,5}{100} \right) = 0,95 \text{ min}$$

Duomenys surašomi į 3.9. lentelę.

3.9. lentelė.

Technologinio proceso normavimas.

Operacija	Mašininis laikas t_o, min	Operatyvinis laikas t_{op}, min	Vienetinis laikas t_v, min
010	0,414	1,174	1,26
020	0,04	0,8	0,86
030	0,13	0,89	0,95
Bendras operacijų laikas T_b , min			3,07

4. ŽMONIŲ SAUGA IR EKSPLOATACINIAI REIKALAVIMAI

4.1. Gaminio eksploatavimo saugumas

1. Prietaisą gali eksploatuoti tik tie asmenys, kurie yra susipažinę su jo veikimo principu ir tinkamai apmokyti [10].
2. Prieš pradėdant eksploatuoti įrenginį, darbuotojas privalo patikrinti ir įsitikinti, kad konstrukcija nėra pažeista ar kaip nors paveikta. Ar sukomplektuotos visos detalės, nėra klibančių ar atsileidusių mazgų.
3. Patikrinti ar ratuke eksploatuojami guoliai yra sutepti. Jei tepalo nėra reikia papildomai sutepti.
4. Prijungus įrenginį prie kompiuterio ir srovės šaltinio, įsitikinti ar nėra trumpo jungimo. Ar kompiuteris priima gaunamus signalus.
5. Paleidus įrenginį, įsitikinti, kad įrenginio pastatymo vieta yra taisyklinga ir nėra mušimo, kas įtakotų imtuvo darbo.
6. Kartą per mėnesį patikrinti dylančius mazgus, ar jie nereikalauja pakeitimo. T.y. guoliai, įvorė.
7. Kartą per pusę metų atlikti oficialius meteorologinę patikrą (kalibravimus) kad oficialūs dviračių bandymo rezultatai nebūtų suspenduoti.

4.2. Gaminio ergonominė charakteristika

1. Darbo įrengimo valdymo įtaisai, užtikrinantys saugą, turi būti aiškiai matomi ir atpažįstami, o jei būtina, ir atitinkamai paženklinėti.
2. Paleisti darbo įrenginį turi būti įmanoma, tik kai tai ketinama atlikti apgalvotai.
3. Darbo įrenginys privalo turėti tokią valdymo sistemą, kuri leistų juos visiškai ir saugiai sustabdyti.
4. Esant reikalui, įvertinant įrenginio keliamą pavojų bei normaliam sustabdymui reikalingą stabdymo laiką, darbo įrenginyje turi būti įrengtas avarinio stabdymo įtaisas.
5. Jei yra rizika, kad dėl mechaninio sąlyčio su darbo įrenginio judančiomis dalimis darbuotojas gali būti traumuotas, tokios dalys privalo būti uždengtos apsaugais arba įrengti apsauginiai įtaisai.
6. Zonos ir vietos, skirtos darbui su įrenginiu ar jo priežiūrai, atsižvelgiant į atliekamą operaciją, turi būti reikimai apšviestos.

7. Darbo įrenginys gali būti panaudotas tik tiems veiksams ir tokiomis sąlygomis, kuriems jis yra skirtas ir pritaikytas.

4.3. Gaminio poveikis aplinkai

1. Darbo aplinka turi būti gerai ventiliuojama, tam užtikrinti yra įrengiama papildoma ventiliacija.
2. Darbo vieta turi būti tinkamai apšviesta. Naudojant bendrąsias, vietines ar kombinuotas apšvietimo sistemas.
3. Turi būti sukurtas tinkamas mikroklimatas, kurį reglamentuoja Lietuvos higienos norma HN69:1997.
4. Esant pašaliniam triukšmui, būtina jį neutralizuoti. Jei tokios galimybės nėra, būtina naudoti apsaugines ausines ar ausų kamšalus.
5. Atliekant bandymus, dėl trinties tarp kaladėlių ir rato susidarius medžiagai, būtina ją pašalinti tinkamai. T.y. perduoti specializuotai įmonei, kuri visas šias medžiagas tinkamai utilizuoti.
6. Užtikrinti, kad atliekant bandymamas į aplinką neišsilis jokia alyva ar kitos toksiškos medžiagos įvykus avarinei situacijai.
7. Senas, sudevėtas ar sulūžusias įrenginio detales, kurios nebebus eksplotuojamos, būtina perduoti specializuotai įmonei, kuri visas šias medžiagas tinkamai utilizuos.

5. EKONOMINĖ DALIS

Pagrindinių ekonominių rodiklių skaičiavimas vykdomas vertinant visas išlaidas, susijusias su gaminio projektavimu, gamyba ir pardavimu. Visos gaminio savikainos apskaičiavimas reiškia, kad į ją įtraukta ne tik pagaminimo (išgijimo) savikaina, bet ir kitos sąnaudos, susijusios su gaminio realizavimo organizavimu (transportavimas, reklama, pardavimų skatinimas ir pan.), bendrosios ir administracinės sąnaudos. Šioje mokymo priemonėje plačiau nebus nagrinėjamos gaminio pardavimo išlaidos. Darome prielaidą, kad įmonė tiesiogiai parduoda, t. y. nustato gamyklinę kainą ir prekiauja be tarpininkų, pvz., variklius parduoda automobilius gaminančiai įmonei [8].

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

5. lentelė

Gaminio savikainos apskaičiavimas

	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, Lt
I.	Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos:	
a)	projektavimo darbai	672
b)	technologijos paruošimo darbai	904,2
	Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų	1576,2
II.	Tiesioginės gamybos išlaidos:	
1.	Tiesioginės medžiagų sąnaudos:	
a)	Medžiagų ir žaliavų išlaidos	Gaminiai gaminami iš atsargų.
a)	pusgaminių, komplektuojamų gaminių, atsarginių detalių išlaidos	288,58
2.	Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams):	173,56
a)	darbo užmokestis	130,5
b)	socialinis draudimas	43,07
	Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų	462,14
III.	Netiesioginės gamybos išlaidos:	
a)	vandens išlaidos	0,29
b)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	80,30
c)	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams	49,95
d)	patalpų apšvietimo išlaidos	39,6
	Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų	170,14
	Gamybos savikaina	2208,48
IV.	Veiklos sąnaudos	1532,61
V.	Iš viso išlaidų	3741,09
	Gamybos programa, vnt.	2
	Vieno gaminio išlaidos	1870,55
	Gaminio pardavimo kaina	2300

5.1. Projektavimo darbų sąnaudos

Projektavimo darbų trukmė priklauso nuo gaminio sudėtingumo ir naujumo. Projektavimo darbai ir jiems atlikti skirti laiko intervalai pateikti 5.1.1 lentelėje.

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	1,4	1	1,4
2.	Techninis projektas	7,0	1	7
3.	Darbo brėžiniai	3	5	15
4.	Surinkimo brėžiniai	1.2	1	1.2
5.	Brėžinių kontrolė	1	6	6
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	2,0	6	12
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	0,5	6	3
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	2	2	4
9.	Darbų apiforminimas	0,5	6	3
10.	Kopijavimo darbai	0,4	6	2,4
Iš viso		19	40	55

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	1,4	0,175	110	19,25
2.	Techninis projektas	7	0,875	110	96,25
3.	Darbo brėžiniai	15	1,875	110	206,25
4.	Surinkimo brėžiniai	1.2	0,15	110	16,5
5.	Brėžinių kontrolė	6	0,75	110	82,5
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	12	1,5	110	165
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	3	0,375	60	22,5
8.	Brėžinių po bandymų taisymas	4	0,5	60	30
9.	Darbų apiforminimas	3	0,375	50	18,75
10.	Kopijavimo darbai	2,4	0,3	50	15
Iš viso					672

Projektuotojų darbas apmokamas taikant laikinę darbo apmokėjimo formą, t. y. darbo užmokestį lemia dirbtas laikas ir darbo valandos įkainis. Vyriausybei keičiant minimalaus atlyginimo dydį, keičiasi ir minimalus valandinis atlygis. Projektuotojų darbo apmokėjimo sąnaudos apskaičiuojamos ir surašomos į 5.1.2 lentelę.

Gaminio projektavimo sąnaudų apskaičiavimas pateiktas 5.1.3 lentelėje.

5.1.3 lentelė

Gaminio projektavimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	13,44
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	672
3.	Socialinio draudimo sąnaudos	221,76
4.	Veiklos sąnaudos	67,2
	Iš viso	974,4

Medžiagų sąnaudas sudaro išlaidos, susijusios su medžiagų, reikalingų projektavimo darbams atlikti, įsigijimu. Jos sudaro nedidelę gaminio projektavimo sąnaudų dalį, pvz., 1–5% darbo užmokesčio sąnaudų. Sudėtinga tiksliai įvertinti projektavimo organizacijos veiklos sąnaudas, tenkančias konkrečiam projektui, todėl veiklos sąnaudos apskaičiuojamos ir paskirstomos pagal projektuotojų darbo užmokesčio dydį, pvz., imama 10–25% darbo užmokesčio sąnaudų.

Išvados: Siekiant suprojektuoti greičio matuoklį turime nubraižyti 40 brėžinių. Laiko sąnaudos visam gaminiui suprojektuoti sudaro 55 val. t.y .6,875 darbo dienos, **0,35 mėnesio**. Remiantis tuo ir bus skaičiuojamos projektuotojų (administracijos) sąnaudos.

5.2. 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. Surinkimo technologija.

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	10	2	12	240
2.	Technologijos ruošiniams pagaminti parengimas	10	1	12	120
	Iš viso				360

Kitame etape, žinant ruošinių pagaminimo būdus, rengiama mechaninio apdirbimo technologija, kuriai specialistai parenka optimalius įrengimus, įrankius.

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	5	4	12	240
Iš viso				240

Tolesniame etape, atsižvelgiant į gaminamo prietaiso pobūdį, nustatomi kiti reikalingi technologiniai procesai. Technologai pagal prietaiso brėžinius, atsižvelgdami į prietaiso paskirtį, nustato technologinių operacijų eiliškumą ir turinį.

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.	Surinkimo ir šaltkalviškų darbų technologijos parengimas	2	1,0	12	24
	Iš viso				24

5.2.4 lentelė

Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eil. Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, Lt
1.	Medžiagų sąnaudos	30,6
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	624
3.	Socialinio draudimo sąnaudos 33%	205,92
4.	Veiklos sąnaudos 7 %	43,68
	Iš viso	904,2

Medžiagų sąnaudas sudaro išlaidos, susijusios su medžiagų, reikalingų technologinio parengimo darbams atlikti, įsigijimu. Skaičiavimai atliekami analogiškai kaip ir skaičiuojant medžiagų sąnaudas projektavimo darbams atlikti.

5.3. Tiesioginės medžiagų sąnaudos

Atsižvelgiant į planuojamos gamybos programos apimtį, apskaičiuojamas medžiagų ir žaliavų poreikis, parenkamos konkrečios medžiagos, atliekama medžiagų kainų analizė ir tik po to apskaičiuojamos išlaidos medžiagoms ir žaliavoms įsigyti.

Kadangi mūsų atvejų reikalingų medžiagų pagaminti detalėms reikia labai mažai, jas naudosime iš atsargų kas yra sandelyje, kaip likučiai ir tai nesukels medžiagų sąnaudų kainos.

Visos perkamos medžiagos nurodomos 5.3. lentelėje.

5.3 lentelė

Įsigyjamų pusgaminų, komplektuojamų gaminių vertės skaičiavimas, kai gamybos programa 2 vnt.

Eil. Nr.	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių pavadinimas	Pusgaminų, komplektuojamų gaminių kiekis, vnt.	Pusgaminio, komplektuojamo gaminio kaina, Lt	Suma, Lt
1.	Guolis 61902-16 2z	2 x 3 = 6	9,60	57,6
2.	Fiksavimo žiedas Ø28x1,2 DIN472	2 x 1 = 2	0,4	0,8
3.	Sraigas M4x12 DIN7985	2 x 2 = 4	0,3	1,2
4.	Poveržlė M10-Zn DIN127	1 x 2 = 2	0,11	0,22
5.	Veržlė M10 DIN934	1 x 2 = 2	0,18	0,36
6.	Holo daviklis Ø M12, 12-30 V DC - 3 laidų NPN arba PNP išėjimas	1 x 2 = 2	46	92
7.	Holo jutiklių magnetai 37-518-45 1200 mT	20 x 2 = 40	3,41	136,4
	Įš viso			288,58

5.4. Ilgalaikio turto vertė ir nusidėvėjimas

5.4.1. 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.	CNC Tekinimo staklės DOOSAN Lynx 220	1	120000	120000	15	15
2.	CNC Frezavimo staklės DOOSAN DNM 500 HS	1	98000	98000	22	22
I.	Iš viso:	2	218000	218000	37	37
Kiti įrengimai						
1.	Hidraulinės metalo lankstymo staklės AMADA HFE M2	1	130000	130000	6	6
II.	Iš viso:	1	130000	130000	6	6
Transporto priemonės						
1.	Nėra	0	0	0	0	0
III.	Iš viso:					
	Iš viso: (I + II + III)	2	348000	348000	43	43
IV.	Pristatymo, montavimo, komplektavimo, derinimo išlaidos (10% nuo (I + II + III) sumos			34800		
	Įsigijimo savikaina I+II+III + IV			382800		
	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams, Lt			49,95		

Įsigijimo savikaina – tai ilgalaikio turto pagaminimo ar įsigijimo kainos, transportavimo, montavimo bei derinimo išlaidų suma.

Įrengimų išlaidos elektros energijai skaičiuojamos įvertinus visų variklių sunaudojamą elektros energijos kiekį, dirbtą darbo dienų ir pamainų skaičių bei vienos kWh kainą pagal įmonės galingumą. Skaičiuojama taip:

darbo laiko fondas (dienos) x pamainų skaičius x valandų skaičius x galingumų suma (kW) x mokestis už 1 kWh.

5.4.2. lentelė

Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialus ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, Lt	Likvidacinė vertė, Lt	Sukauptas nusidėvėjimas, Lt	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma per metus, Lt	Nusidėvėjimas per 0,025 mėnesio
1. Staklės (10 proc. Likvidacinė vertė).	348000	34800	313200	5	62640	130,5
Iš viso	348000	34800	313200		62640	130,5

Likvidacinė vertė – tai pinigų suma, kurią įmonė tikisi gauti pardavusi turtą pasibaigus jo naudojimo laikotarpiui (atėmusi turto likvidavimo ar perleidimo išlaidas). Likvidacinė vertė gali būti lygi demontuotų vertingų mazgų, detalių pardavimo ar metalo laužo kainai. Likvidacinė vertė negali siekia 10% ilgalaikio turto vertės.

5.5. Darbo užmokesčio išlaidų planavimas

Vieno darbininko efektyvus metinis darbo laiko fondas

5.5.1. lentelė

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.	Apdiramų detalių sk. Darbuotoju i	Gamybos programa	Dirbta valandų	Darbo užmokes tis, Lt
Tekintojas	1	III	12	0,5	3	2	3	36
Frezuotojas	1	III	12	0,5	3	2	3	36
Kiti								
Iš viso							6	72

Išvados: Siekiant pagaminti 2 greičio matuoklius turime pagaminti 10 detalių. Laiko sąnaudos visoms reikiamoms detalėms pagaminti sudaro 6 val. t.y .0,75 darbo dienos, **0,025 mėnesio**. Remiantis tuo ir bus skaičiuojamos baro sąnaudos.

Neturintiems specialaus pasirengimo darbininkams mokamas už valandą minimalus atlyginimas, kuris šiuo metu yra 6,06 Lt, arba minimali mėnesinė alga – 1000 Lt. Kitiems darbininkams minimalus valandinis įkainis koreguojamas įmonėje nustatytais koeficientais, kurie didėja, kylant kvalifikacinei kategorijai.

Projektavimo pradžioje yra žinomos tik vienos detalės laiko normos, todėl tiesioginės darbo išlaidos, reikalingos joms pagaminti, apskaičiuojamos naudojant konkrečius dydžius (laiko normas, vienetinius įkainius).

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	18	20	38	12,54	50,54
	Frezuotojai	18	20	38	12,54	50,54
Surinkimo darbai		1400	200	1600	528	2128
Kiti darbai		700	100	800	264	1064
Iš viso		2136	340	2476	817,08	3293,08

5.6. Netiesioginių gamybos išlaidų skaičiavimas

Netiesioginės gamybos išlaidos – tai visos gamybos išlaidos, išskyrus tiesiogines darbo ir pagrindinių medžiagų išlaidas. Tai pagalbinių žaliavų (medžiagų), netiesioginio darbo užmokesčio, nusidėvėjimo bei kitos gamybos išlaidos, kurių neįmanoma be žymių sąnaudų priskirti konkrečioms gaminiams ar jų grupėms.

Vandens, sunaudoto gamybos tikslams, išlaidos

Rodiklis	Staklių, detalių skaičius	Vandens kiekis staklėms, l / val. (m^3/val)	Kubinio metro kaina, Lt	darbo laikas, val.	Išlaidos šaltam vandeniui, Lt
Aušinimo skysčiui	2 stakl.	0,6 (0,006)	6,92	3	0,25
Detalėms plauti	10	15 (0,015)	6,92	0,33	0,04
Iš viso					0,29

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* 0,025 mėnesio
1.	Elektrikas	0,25	350	40	128,7	518,7	17,4
2.	Įrengimų prižiūrėtojas	025	300	35	110,57	445,57	14,9
3.	Kiti	1	1000	100	363	1463	48
	Iš viso	1,5	1650	175	602,27	2427,27	80,30

*Pagalbinių darbininkų darbo laikas ir atitinkamai darbo užmokesčio išlaidos skaičiuojamos ir į savikainą įtraukiamos už tą patį laikotarpį kaip ir pagrindinės gamybos darbininkams, pvz., jei numatoma, kad pagrindinės gamybos darbininkai dirbs 6 mėnesius, elektrikui darbo užmokestis bus skaičiuojamas už tą patį laikotarpį.

Patalpų šildymo išlaidos

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Šildomasis plotas, kv. m.	1 kv. m. šildymo kaina, Lt	Šildymo sezonas, mėn.	Išlaidos šildymui per dieną, Lt
1.	Administracinės patalpos	50	3,80	0,35	66,5
2.	Gamybinės patalpos	100	3,80	0,025	9,50
3.	Sandėlių patalpos	50	3,80	0,025	4,75
4.	Kitos patalpos	20	3,80	0,025	1,90
	Iš viso	220	3,80	0,025	82,65

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	50	60	55	165	0,45	74,25
2.	Gamybinės patalpos	100	40	6	24	0,45	10,8
3.	Sandėlių patalpos	50	20	5	5	0,45	2,25
4.	Kitos patalpos	20	20	5	2	0,45	0,9
	Iš viso	220			76		88,2

5.7. Veiklos sąnaudos

Veiklos sąnaudos – tai savikainai nepriskirtos sąnaudos, susijusios su visa įmonės ūkine veikla, vykdoma per ataskaitinį laikotarpį nepriklausomai nuo gamybos ir pardavimų apimtys.

Bendrosios ir administracinės sąnaudos

Eil. Nr.	Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, Lt	Pastabos
1.	Atlyginimų sąnaudos	262,6	6.7.2 lentelė per 0,025 mėn
2.	Socialinio draudimo sąnaudos	86,69	6.7.2 lentelė per 0,025 mėn
3.	Komandiruočių sąnaudos	0	5–7% nuo atlyginimų sąnaudų
4.	Nuomos sąnaudos	304,97	6.7.3 lentelė per 0,025 mėn (*administracinės pat. per 0,35 mėn.)
5.	Ilgalaikio turto nusidėvėjimo sąnaudos	130,5	6.4.2 lentelė per 0,025 mėn
6.	Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	3480/87	1–5% nuo įrengimų vertės per 1 mėn/0,025 mėn
7.	Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	140	70–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 6.7.2 lentelę)
8.	Telefoninių pokalbių sąnaudos	100	50–100 Lt vienam administracijos darbuotojui (žr. 6.2 lentelę)

9.	Elektros energijos ir šildymo sąnaudos	170,85	6.6.3 ir 6.6.4 lentelių reikšmių suma
10.	Kiti mokesčiai (mokestis už aplinkos teršimą, žyminis mokestis, mokesčiai už pramoninės nuosavybės objektų registravimą ir pan.)	250	
	Iš viso	1532,61	

5.7.2. 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 0,025 mėn
1.	Direktorius	1	4400	1452	5852	146,30
2.	Buhalteris	1	1800	594	2394	49,8
3.	Gamybos meistras	1	2000	660	2660	66,5
	Iš viso	3	8200	2706	10906	262,6

5.7.3. lentelė

Patalpų nuomos sąnaudos

* Nuomojamosios patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, Lt/mėn	Nuomos vertė, Lt/mėn	Nuomos vertė, Lt per 0,025mėn (*administracinėm skaič 0,35 mėn)
Patalpų rūšis	Patalpų plotas, m ²			
Administracinės patalpos	50	12	600	210
Gamybinės patalpos	100	10	1000	25
Sandėlių patalpos	50	5	250	6,25
Kitos patalpos	20	5	100	2,5
Iš viso	220		1950	48,7
**Nuomojamosios žemės sklypo plotas			500	12,52
Iš viso			2450	304,97

6. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Šiame bakalauro darbe modernizuojame, suprojektuotą, dviračių stabdžių stendą. T.y. integruojame besisukančio rato greičio matuokį, kuris bandymu metu leis nustatyti bandomojo dviračio besisukančio rato greitį.

Stabdžių stendas yra skirtas patikrinti dviračių stabdžių efektyvumą ir dilimą, esant tam tikram pastoviam greičiui (apkrovai). Bakalauro darbe išanalizuoti trys galimi modernizavimo variantai ir parinktas vienas iš jų, kurio veikimo principas paremtas naujomis technologijomis (Holo sistema). Gaminio konstrukcija paprasta ir lengvai pagaminama. Atlikti laikančiosios ašelės kinematiniai stiprumo skaičiavimai. Patikrinta konstrukcijoje naudojamų riedėjimo guolių tarnavimo laikas. Šiais skaičiavimais patikriname ir pagrindžiame kokybišką gaminio konstrukciją.

Siekiant tikslumo, gaminant ašelę, apskaičiuoti apdirbimo kaštai, parinktos ir nustatytos operacijos bei įrankiai, reikalingi apdirbimui. Pasirinktai mazgo detalei - ašelei, naudojant programuojamas tekinimo ir frezavimo stakles, nustatyti staklių pjovimo režimai. Kurie leidžia detalę pagaminti tiksliai ir kokybiškai. Numatyti minimalūs, gaminio ergonominės charakteristikos, eksploatavimo saugumo, poveikio aplinkai, reikalavimai.

Numatoma stabdžių bandymo stendo modernizavimo, greičio matuoklio gamybos, programa 2 vnt. Ekonominiai skaičiavimai parodė, kad gaminio projektavimo ir technologijos parengimo kaina siekia 1576,2Lt. Dviejų greičio matuoklių gamybos savikaina 3741,09 Lt. Vieno įrenginio savikaina 1870,55 Lt.

Kadangi detalė technologiškai nesudėtinga. Gaminant ją, galima būtų naudoti universalias apdirbimo stakles, kas leistų sumažinti detalės gamybos laiką ir veiklos kaštus.

LITERATŪRA

1. Справочник технолога машиностроителя. Т2., 1986., p 6-32, 262-300.
2. А.А.Панова. *Обработка металлов резанием*, Справочник технолога. 1988. p. 676.
3. Šniuolis R. *Pjovimo režimų nustatymas*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2000. 43 p.
4. Bražiūnas A. *Mašinių gamybos technologijos pagrindai*. Kaunas: Technologija, 2004. 512 psl.
5. Krančikas R. *Užlaidų mechaniniam apdirbimui analitinis apskaičiavimas ir parinkimas*:
6. Ramonas Z., Bražėnas A. *Frezavimas programinėmis staklėmis: metodiniai nurodymai*. Kaunas: Technologija, 1992. 84 psl.
7. Ramonas Z., Bražėnas A. *Tekinimas programinėmis staklėmis: metodiniai nurodymai*. Kaunas: Technologija, 1992. 94 psl.
8. Ala Kovierienė, Skaidrė Žičkienė, Zenonas Ramonas. *Mašinių gamybos įmonių produkcijos savikainos skaičiavimas: mechanikos inžinerijos specialybių studentams*: Šiaulių universitetas. Mechanikos inžinerijos katedra; Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2006
9. Dragūnas B. *Inžinieriaus mechaniko žinynas*. Vilnius. 1988
10. Ramonas Z., Čikotienė D. *Žmonių sauga*. -Šiauliai, 2003
11. F. Mikuckis. *Medžiagų atsparumas*. -Kaunas, 2008.
12. Programinė įranga. „SolidWorks“ 2012.
13. Pasyvus magnetinis greičio matuoklis. Prieiga per internetą :
<http://www.heartratemonitorsusa.com/polar-windspeed.html#prettyPhoto> (žiūrėta 2014-04-15)
14. Reduktorinis ašies greičio matuoklis. Prieiga per internetą:
<http://www.strutpatent.com/patent/08054063/motorcycle-wheel-speed-transmission-mechanism-for-speedmeter#!prettyPhoto> (žiūrėta 2014-03-24)
15. Aktyvaus magnetinio greičio matuoklio (Holo daviklio) veikimo principas. Prieiga per internetą: http://www.underhoodservice.com/Article/114510/serVICING_wheel_bearings_and_wheel_speed_sensors.aspx (žiūrėta 2014-03-24)
16. Vienabriaunė freza VARIUS. Prieiga per internetą:
<http://www.cncstep.lt/lt/frezos/pagal-diametra/1-5mm.html> (žiūrėta 2014-05-02)

17. Staklių katalogas. Programinės frezavimo staklės DOOSAN DNM 500HS ir jų techninės charakteristikos. Prieiga per internetą:
<http://www.duroc.com/machinetoollt/lt/naujos-stakl%C4%97s/frezavimo-centras/vertikalaus-apdirbimo-centras/doosan.aspx> (žiūrėta 2014-05-02)
18. Staklių katalogas. CNC tekinimo staklės LYNX 220 ir jų techninės charakteristikos. Prieiga per internetą :
<http://www.duroc.com/machinetoollt/lt/naujos-stakl%C4%97s/cnc-tekinimo-stakl%C4%97s/cnc-tekinimo-centras/doosan-tekinimo-stakles.aspx>
19. Pjovimo įrankių katalogas. Aptekinimo peilis SCACL 0808K. Prieiga per internetą:
http://www.iscar.com/eCatalog/Family.aspx?fnum=961&mapp=IS&app=86&GFS_TYP=M (žiūrėta 2014-05-06)
20. Plienas C45. Mechaninės charakteristikos ir cheminė sudėtis. Prieiga per internetą:
<http://www.steeltrade.lt/lt/metalo-produkcija> (žiūrėta 2014-05-07)