



**VILNIAUS UNIVERSITETAS  
ŠIAULIŲ AKADEMIJA**

ISM – 16 BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

**MANTAS TABOKAS**

**Pagrindinių studijų baigiamasis darbas**

**AUTOMOBILINIS ŽIRKLINIS KELTUVAS**

Darbo vadovas (-ė): lektorius Vitalijus Skačkovas

Šiauliai, 2021

**Studijuojančiojo, teikiančio baigiamąjį  
darbą, GARANTIJA**

**WARRANTY of Final Thesis**

Vardas, pavardė <i>Name, Surname</i>	<b>Mantas Tabokas</b>
Padalinys <i>Faculty</i>	<b>Šiaulių akademija</b> <i>Šiauliai Academy</i>
Studijų programa <i>Study Programme</i>	<b>Mechanikos inžinerija ir robotika ISM-16</b> <i>Mechanical engineering and robotics ISM-16</i>
Darbo pavadinimas <i>Thesis topic</i>	<b>Automobilinis žirklinis keltuvas</b> <i>Car Scissor Lift</i>
Darbo tipas <i>Thesis type</i>	<b>Baigiamasis darbas</b> <i>Final Thesis</i>

Garantuojau, kad mano baigiamasis darbas yra parengtas sąžiningai ir savarankiškai, kitų asmenų indėlio į parengtą darbą nėra. Jokių neteisėtų mokėjimų už šį darbą niekam nesu mokėjęs. Šiame darbe tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos yra pažymėtos literatūros nuorodose.

*I guarantee that my thesis is prepared in good faith and independently, there is no contribution to this work from other individuals. I have not made any illegal payments related to this work. Quotes from other sources directly or indirectly used in this thesis, are indicated in literature references.*

**Aš, Mantas Tabokas, pateikdamas (-a) šį darbą, patvirtinu (pažymėti)**



**Embargo laikotarpis**  
***Embargo Period***

Prašau nustatyti šiam baigiamajam darbui toliau nurodytos trukmės embargo laikotarpį:  
*I am requesting an embargo of this thesis for the period indicated below:*

- \_\_\_\_\_ mėnesių / *months*  
(embargo laikotarpis negali viršyti 60 mėn. / *an embargo period shall not exceed 60 months*).
- Embargo laikotarpis nereikalingas / *no embargo requested*.

Embargo laikotarpio nustatymo priežastis / *Reason for embargo period:*

Tabokas M. Automobilių žirklinis keltuvas: mechanikos inžinerijos bakalauro studijų baigiamasis darbas / baigiamojo darbo vadovas lektorius V. Skačkovas; Vilniaus universitetas Šiaulių akademija – Šiauliai, 2021. – (86p.)

## **SANTRAUKA**

Bakalauro baigiamajame darbe pateiktas suprojektuotas– „Automobilių žirklinis keltuvas“.

Konstruktinėje dalyje išnagrinėta keltuvo paskirtis ir konstrukcija. Atlikta automobilinio žirklinio keltuvo konstrukcinių variantų analizė. Atlikti techniniai skaičiavimai projektuojamo įrenginio.

Technologinėje dalyje atlikta gaminamų detalių analizė. Suprojektuoti šių detalių technologiniai maršrutai ir apskaičiuoti pjovimo režimai.

Pateikti saugaus įrenginio eksploatavimo nurodymai darbo metu.

Atlikti gaminio projektavimo ir gamybos kaštų skaičiavimai. Paskaičiuotos tiesioginės ir netiesioginės išlaidos gaminant šį įrenginį, pagrįsta gaminio savikaina.

Darbą sudaro keturios pagrindinės dalys: konstrukcinė dalis, technologinė dalis, žmonių ir aplinkos apsauga bei ekonominiai skaičiavimai. Darbe yra 37 lentelės, 30 paveikslų. Pridedami 3 priedai.

Darbo apimtis 70 p. teksto be priedų.

Tabokas M. Design of Car's scissors lifter: Master thesis of mechanical engineer advisor Assoc. lecture V. Skačkovas; Vilnius University Siauliai Academy, – Siauliai, 2021. – (86p.)

## **SUMMARY**

The bachelor's final work features a design: "Car Scissor Lift". The design part examined the purpose and construction of the lift. An analysis of the design variants of the car scissor lift was carried out. Technical calculations carried out on the design device.

At the technological part, introduce analysis and details for designed parts. Designed for these parts technological routes and calculate cutting modes.

List of instructions for the safe operation of the plant during operation.

Perform product design and manufacturing cost calculations. Estimate of the direct and indirect costs in the production of this device based on product cost.

The bachelor thesis consists of four main parts: the structural part, technology, people and the environment safety, and economic calculations. The paper contains 37 tables, 30 pictures. Attached 3 additional accessories.

Working volume of 70p. text without attachments.

## TURINYS

IŽANGA .....	9
<b>1. PAGRINDINIAI TECHNINIAI IR EKONOMINIAI RODIKLIAI .....</b>	<b>10</b>
<b>2. KONSTRUKCINĖ DALIS.....</b>	<b>11</b>
2.1. Žirklinio keltuvo konstrukcinė dalis.....	11
2.2. Žirklinio keltuvo konstrukcinių variantų analizė .....	11
2.3. Keltuvo konstrukcijos aprašymas.....	15
<b>3. TECHNINIAI SKIČIAVIMAI .....</b>	<b>17</b>
3.1. Hidraulinės pavaros cilindro skaičiavimas .....	17
3.2. Keltuvaž veikiančios apkrovos skaičiavimas .....	20
3.3. Kvadratinio vamzdžio skerspjūvio parinkimas.....	21
3.4. Varžtų parinkimas.....	26
3.5. Cilindro ausų tvirtinimo piršto stiprumo skaičiavimas .....	28
3.6. Cilindro ausų suvirinimo siūlių stiprumo skaičiavimas.....	29
<b>4. TECHNOLOGINĖ DALIS.....</b>	<b>31</b>
4.1. Gaminamos detalės analizė paskirtis, jos konstrukcija.....	31
4.2. Detalės brėžinio technologinė kontrolė .....	32
4.3. Detalės technologiškumo analizė .....	33
<b>5. TECHNOLOGINIO PROCESO PROJEKTAVIMAS.....</b>	<b>37</b>
5.1. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams, parinkimo principai .....	37
5.2. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju .....	37
5.3. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju .....	41
5.4. Serijinė gamyba iš karštai valcuoto strypo .....	42
5.5. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas.....	43
5.6. Technologinių bazių parinkimas .....	45
5.7. Užlaidų skaičiavimas.....	48
5.8. Pjovimo režimų skaičiavimas .....	51
<b>6. TECHNOLOGINIO PROCESO NORMAVIMAS.....</b>	<b>58</b>
<b>7. TECHNINIAI IR ESPLOATACINIAI REIKALAVIMAI .....</b>	<b>64</b>
7.1. Bendroji dalis .....	64
7.2. Galimi rizikos veiksniai .....	65

7.3. Veiksmai prieš darbo pradžią .....	65
7.4. Saugumo reikalavimai darbo metu.....	65
7.5. Saugumo reikalavimai avarinėse situacijose .....	66
7.6. Saugumo reikalavimai baigus darbą .....	66
7.7. Eksploataciniai reikalavimai.....	66
7.8. Eksploataciniai reikalavimai.....	67
<b>8. EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI.....</b>	<b>68</b>
8.1. Keltuvo ekonominiai skaičiavimai .....	68
8.2. Projektavimo darbų sąnaudos .....	69
8.3. Tiesioginės gamybos išlaidos .....	73
8.4. Netiesioginės darbo išlaidos .....	76
8.5. Veiklos sąnaudos.....	80
<b>IŠVADOS.....</b>	<b>82</b>
<b>LITERATŪRA .....</b>	<b>83</b>
<b>PRIEDAI.....</b>	<b>85</b>

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav. Keltuvo grandinės pavara .....	12
2.2 pav. Žirklinis keltuvas su grandinine pavara .....	12
2.3 pav. Sraigto-veržlės pavara .....	13
2.4 pav. Žirklinis keltuvas su sraigto-veržlės pavara .....	13
2.5 pav. Hidraulinė pavara .....	14
2.6 pav. Žirklinis keltuvas su hidrauline pavara .....	15
2.7 pav. Žirklinio keltuvo kėlimo įtaisas: .....	16
3.1 pav. Skaičiavimo schema.....	21
3.2 pav. Vamzdį veikiančių jėgų ir momentų diagrama.....	22
3.3 pav. Kvadratinio vamzdžio profilis.....	24
3.4 pav. Svirtinis mechanizmas: .....	26
3.5 pav. Varžtą veikiančių jėgų kinematinė schema: .....	26
3.6 pav. Varžtas.....	27
3.7 pav. Cilindro ausų atraminio piršto kirpimas .....	29
3.8 pav. Cilindro atraminių ausų suvirinimo schema .....	30
4.1 pav. Detalės brėžinio paviršiai.....	32
4.2 pav. Ruošinio masė .....	35
4.3 pav. Detalės masė.....	35
5.1 pav. Ruošinio eskizas.....	38
5.2 pav. Detalės eskizas .....	42
5.3 pav. Nuimamas galinis ruošinio paviršius 1mm (1 paviršius).....	45
5.4 pav. Tekinant per 4 praėjimus nuimamas (4 paviršius) .....	46
5.5 pav. Tekinant per 3 praėjimus nuimamas (6,10 paviršius) .....	46
5.6 pav. Tekinant per 3 praėjimus nuimamas (8 paviršius) .....	46
5.7 pav. Tekinant per 3 praėjimus nuimamos nuožulos (2,7,9 paviršiai).....	47
5.8 pav.. Apverčiamas ir vėl įstatomas į spaustuvus nupjaunamas ruošinys.....	47
5.9 pav. Nuimamas galinis detalės paviršius 1mm (12 paviršius) .....	47
5.10 pav. Tekinant per 1 praėjimą nuimama nuožula (11paviršius) .....	48
5.11 pav. Gręžiama skylė su 8mm, grąžtu (3 paviršius).....	48
5.12 pav. spiralinio grąžto eskizas .....	54

## LENTELIU SARASAS

3.1 lentelė: Kvadratinio vamzdžio pagrindiniai parametrai.....	25
3.2 lentelė: Varžto pagrindiniai parametrai.....	27
4.1 lentelė: Plieno C45 LST EN 10083-1 cheminė sudėtis.....	31
4.2 lentelė: Plieno C45 LST EN 10083-1 formavimo ir terminio apdirbimo sąlygos.....	31
4.3 lentelė: Plieno C40 LST EN 10277-2 mechaninės savybės.....	31
4.4 lentelė: Detalės darbo brėžinio technologinė kontrolė.....	33
4.5 lentelė: Detalės konstrukcijos atitikimas pagal technologiškumo kriterijus.....	34
5.1 lentelė: Parinkto ruošinio matmenys.....	38
5.2 lentelė: Detalės paviršių apdirbimo metodai.....	44
5.3 lentelė: Parinkto ruošinio matmenys.....	49
5.4 lentelė: Užlaidų skaičiavimas.....	50
5.5 lentelė: Komponentčių duomenys.....	52
5.6 lentelė: Gražto matmenys.....	54
5.7 lentelė: Pjovimo režimų lentelė.....	57
8.1 lentelė: Gaminio savikainos skaičiavimas.....	68
8.2 lentelė: Projektavimo darbų laiko sąnaudos.....	69
8.3 lentelė: Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos.....	70
8.4 lentelė: Gaminio projektavimo sąnaudos.....	71
8.5 lentelė: Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	71
8.6 lentelė: Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos.....	72
8.7 lentelė: Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos.....	72
8.8 lentelė: Gaminio technologinio parengimo sąnaudos.....	73
8.9 lentelė: Medžiagų vertė.....	73
8.10 lentelė: Grįžtamųjų atliekų vertė .....	74
8.11 lentelė: Pagalbinių medžiagų vertė.....	74
8.12 lentelė: Įsigyjamų standartinių gaminių vertės skaičiavimas.....	75
8.13 lentelė: Pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio apskaičiavimas.....	75
8.14 lentelė: Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas.....	76
8.15 lentelė: Vandens, kuris buvo sunaudotas gamybos tikslams išlaidų suvestinė.....	76
8.16 lentelė: Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos.....	77
8.17 lentelė: Išlaidos patalpų šildymui.....	77
8.18 lentelė: Išlaidos patalpų apšvietimui.....	78
8.19 lentelė: Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimas.....	79
8.20 lentelė: Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas.....	80
8.21 lentelė: Bendros ir administracinės sąnaudos.....	80
8.22 lentelė: Išlaidos vadovų, specialistų ir tarnautojų darbo apmokėjimui.....	81

## **IŽANGA**

Šiuolaikiniame pasaulyje sparčiai vystosi visos pramonės šakos, nemažą dalį užima ir automobilių pramonė. Visame pasaulyje, įskaitant ir Lietuvą – populiariausia susisiekimo priemone išlieka automobiliai, o keliuose nuolatos auga jų skaičius. Lietuvoje, lyginant su kitomis Europos sąjungos šalimis, automobilių parkas yra ganėtinai senas. Tautiečiai yra linkę pirkti naudotus pigesnius automobilius. Neretai iš pasiturinčių šalių gyventojų perkami automobiliai su defektais, taip automobilio kaina pasidaro dar priimtinesnė. Augant automobilių skaičiui šalies keliuose, padaugėja autoįvykių, po kurių reikalingos automobilių remonto meistrų paslaugos. Ši tendencija lemia remontui reikalingų įrankių ir mechanizmų paklausą.

Transporto priemonės remontas – sudėtingas procesas, reikalaujantis kruopštaus bei atsakingo darbo. Šiandieninėmis ekonominėmis sąlygomis, kiekviena įmonė, atliekanti profesionalius automobilių remonto darbus, privalo didelį dėmesį skirti savo teikiamų paslaugų kokybei, aukštai darbuotojų kvalifikacijai, taip pat remonto darbų priemonių modernizavimui, naujausioms technologijoms bei aukštos kokybės sertifikuotoms medžiagoms. Tik laikantis šių esminių principų, įmanoma kokybiškai atlikti transporto priemonės remontą.

Pagrindinis užduoties tikslas, suprojektuoti automobilių žirklinį keltuvažį kuris atitiktų ir viršytų analogiškų gaminių panaudojimo galimybes už priimtina kainą.

Šiame darbe suprojektuotas automobilinis žirklinis keltuvažis, jame yra 8 skyriai, grafine dalį sudaro keturi lapai. Šis įrenginys gali būti panaudotas visuose automobilių remonto dirbtuvėse, nes jis yra lengvai sukomplektuojamas.

## **1. PAGRINDINIAI TECHNINIAI IR EKONOMINIAI RODIKLIAI**

### **Ekonominiai rodikliai:**

Gamybos programa – 5 vnt.;

Gamybos laikas – 44 dienos;

Gamybinių patalpų plotas – 250 m<sup>2</sup>;

Pagaminto gaminio savikaina – 9580,89 Eur..

Gaminio pardavimo kaina – 12000,00 Eur.

### **Techniniai rodikliai:**

Keltuvo hidrocilindro keliamoji galia – 25 kN

Maksimalus tepalo slėgis hidrocilindre – 250 Bar;

Pneumohidraulinės pompos maksimalus išvystomas slėgis – 700 Bar;

Gaminio masė – 1550,00 kg;

Gaminio išmatavimai (ilgis x plotis x aukštis) – 3820 x 1820 x 2220 mm.

## 2. KONSTRUKCINĖ DALIS

### 2.1. Žirklinio keltuvo konstrukcinė dalis

Šių dienų kėlimo mechanizmų gamintojai siūlo begalę automobilinių keltuvų variantų ir modifikacijų. Vartotojas rinkdamasis iš gausybės variantų turėtų atsižvelgti ne tik į būsimo pirkinio kainą ar jo išvaizdą. Pirmiausia reikėtų atkreipti dėmesį į tai kokio galingumo automobilinis keltuvas bus eksploatuojamas, nes nuo keltuvo galios priklauso koks keltuvo pavaros tipas ar variantas tiks optimaliausiai.

Variantui parinkti nagrinėjami keli skirtingi tos pačios paskirties žirklinio keltuvo pavarų variantai ir parenkamas optimaliausias, atitinkantis techninius, ekonominius, ergonominius, darbų saugos bei darbo našumo kriterijus [ 1 ].

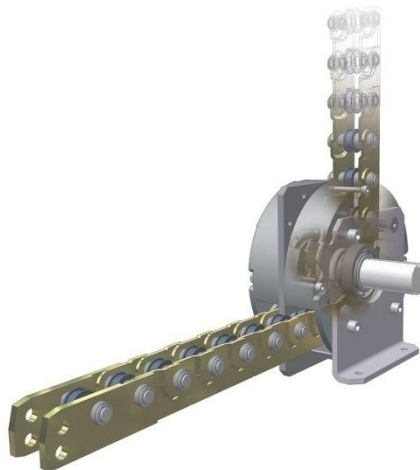
### 2.2. Žirklinio keltuvo konstrukcinių variantų analizė

#### **I variantas. Keltuvo grandinės pavara.** (žr. 2.1 pav.)

Jėgos grandinės pavara skirta kroviniams pakabinti, pakelti ir nuleisti. Jėgos grandinė sudaryta iš specialiai suformuotų šarnyrų, kurių geometrija neleidžia grandinei išlinkti. Tai leidžia jėgos grandinei dirbti kaip įprastai tiesinio judesio pavarai.

- Privalumai:**
1. maži gabaritai;
  2. pastovus perdavimo skaičius;
  3. didelis naudingumo koeficientas (iki 0,98).

- Trūkumai:**
1. grandinės pailgėjimas, išdilus šarnyrams;
  2. grandinę būtina kruopščiai sumontuoti ir prižiūrėti (tepti, reguliuoti);
  3. šiek tiek netolygi pavaros eiga, ypač kai žvaigždutė turi mažai krumplių ir didelis žingsnis.



**2.1 pav.** Keltuvo grandinės pavara



**2.2 pav.** Žirklinis keltuvas su grandinine pavara

**II variantas. Sraigto-veržlės pavara.** (žr. 2.3 pav.)

Sraigto-veržlės pavara sukimo judesį transformuoja į slenkamąjį judesį. Šioje pavaroje yra ašine kryptimi nejudrus besisukantis sraigtas su slenkančia veržle.

- Privalumai:**
1. perduodama didelė jėga;
  2. didelis pastūmos tikslumas;
  3. didelis perdavimo skaičius.

- Trūkumai:**
1. sudėtinga riedėjimo pavaros konstrukcija;
  2. dideli gabaritai.



**2.3 pav.** Sraigto-veržlės pavara



**2.4 pav.** Žirklinis keltuvas su sraigto-veržlės pavara

### **III variantas. Hidraulinė pavara. (žr. 2.5 pav.)**

Hidraulinės sistemos plačiai naudojamos įvairiose pramonės šakose: mašinų gamyboje, transporte, aviacinėje technikoje, poligrafijos pramonėje, žemės ūkyje ir kt.

Jėgos hidrauliniai cilindrai yra tūriniai tiesiaeigio slankiojamojo judesio varikliai, kuriuose darbinis įtaisas (stūmoklis arba plunžeris) slankioja tiesiaeigiu judesiu cilindro korpuso atžvilgiu.

**Privalumai:**

1. išvystomos didelės jėgos ir galios esant mažiems vykdymo įrenginių matmenims;
2. švelnūs jų judesiai;
3. plačios be laipsnio reguliavimo ribos.

**Trūkumai:**

1. darbinio skysčio nutekėjimai per sandariklius;
2. ištekantis tepalas pavojingas gaisro atžvilgiu;
3. reikia hidraulinių stočių darbiniam skysčiui laikyti ir pumpuoti;
4. nemažą triukšmą skleidžia dirbantys hidrauliniai agregatai (siurbiai, hidrauliniai skirstytuvai ir kt.).



**2.5 pav.** Hidraulinė pavara

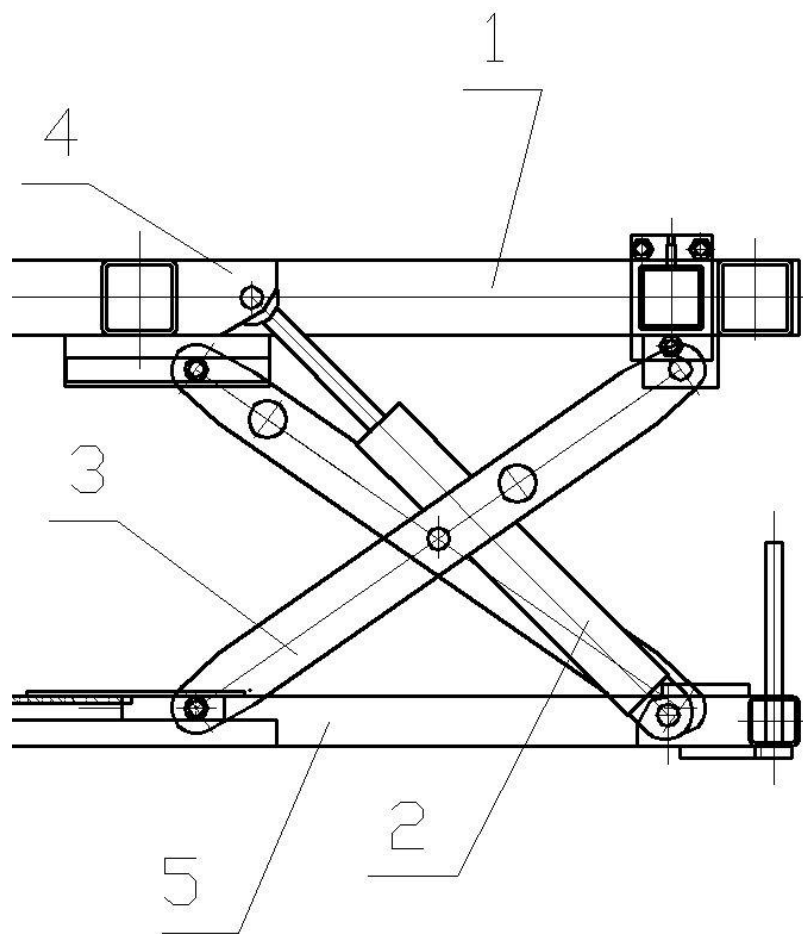


**2.6 pav.** Žirklinis keltuvas su hidrauline pavara

**Išvada:** įvertinus visų tipų pagrindinius privalumus ir trūkumus, tolimesniam projektavimui pasirenkamas žirklinis keltuvas su hidrauline pavara, nes labiausiai atitinka keliamus techninius reikalavimus.

### **2.3. Keltuvo konstrukcijos aprašymas**

Ši konstrukcija pagrinde yra sumontuota iš viršutinio rėmo, žirklių ir hidraulinio cilindro. Žirklys įtvirtintas apatiniame rėme taip, kad išsistumiant hidrocilindrui, jis galėtų pasislinkti į šoną. Žirklinio keltuvo kėlimo mazgo konstrukcija parodyta 2.7 pav.



**2.7 pav.** Žirklinio keltuovo kėlimo įtaisas:

1 - viršutinis rėmas; 2 - hidrocilindras; 3 - žirklės; 4 - svirtis; 5 – apatinis stovas

Hidrocilindro galas yra įtvirtintas apatiniame rėme per hidrocilindro kronšteiną, hidrocilindro kotas pritvirtintas prie svirties, ašies su fiksavimo žiedo pagalba. Hidrauliniui cilindrai atliekant linijinį judesį, per svirtį perduodamas judesys virsta sukamuoju. Taip judant hidrauliniui cilindrai, per pagalbinius mechanizmus keliamas viršutinis rėmas. Tokiu principu sukuriama pakėlimo konstrukcija.

### 3. TECHNINIAI SKIČIAVIMAI

#### 3.1. Hidraulinės pavaros cilindro skaičiavimas

Apskaičiuojame tūrinę hidraulinę pavarą [18,19], kai hidraulinio cilindro darbinis slėgis  $p = 6,3MPa$ , cilindro koto tempiamoji jėga  $F = 24,525kN$ , o greitis  $v = 2m/min$ . Cilindro ir koto sandarinimas – moviniais sandarikliais. Hidraulinio cilindro bendras naudingumo koeficientas  $\eta_c = 0,94$ , o santykis  $\frac{d}{D} = 0,625$ . Nuotekų hidraulinėje sistemoje nevertiname. Naudingumo koeficientai: sandariklių  $\eta_m = 1$ , siurblio  $\eta_s = 0,8$

1. Įsiurbimo ( $d_{is}$ ), nutekėjimo ( $d_n$ ) ir slėgio ( $d_s$ ) linijų vamzdynų skersmenys, imant tokius vidutinius skysčio tekėjimo greičius:

$$\text{įsiurbimo vamzdyje } (d_{is}) v_{isi} = 1,5m/s ;$$

$$\text{slėgio vamzdyje } (d_{sl}) v_{sl} = 5m/s ;$$

$$\text{nutekėjimo vamzdyje } (d_n) v_n = 2m/s ;$$

Apskaičiuoti vamzdyno skersmenis suapvalinant į didesnę standartinių reikšmių pusę.

2. Hidraulinio cilindro sienelės mažiausią storį  $\delta_0$ .
3. Hidraulinės sistemos slėgio vamzdyno sienelės mažiausią storį  $\delta_v$ .

Skaičiuojant  $\delta_0$  ir  $\delta_v$ , sąlyginis hidraulinės sistemos slėgis imamas  $p_s = 1,25p$ , o hidraulinio cilindro plieninio korpuso ir slėgio linijos plieninio vamzdžio leistinieji deformacijos įtempiai imami  $\sigma_{t,adm} = 100MPa$ .

1. Hidraulinio cilindro skersmenį  $D$  apskaičiuojame pagal formulę:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi p \eta_c}} ; \quad (3.1)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 24,525 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,94}} = 0,073m$$

Pagal hidraulinių cilindrų, stūmoklių, kotų ir plunžerių standartų nominaliųjų skersmenų eilę imame  $D = 80$ . Pagal jį skaičiuosime kitus parametrus:  $d = 0,625D = 0,625 \cdot 80 = 50mm$ , o tai atitinka standarto nominaliųjų koto skersmens reikšmes.

2. Apskaičiuojame skysčio kiekį  $Q$ , kai greitis  $v$ , įvertinę stūmoklio ir koto sandarinimą moviniais sandarikliais, kai  $\eta_m = 1$  pagal formulę:

$$Q = \frac{v\pi D^2}{4\eta_m} ; \quad (3.2)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,08^2}{4 \cdot 1} = 0,01005 \frac{m^3}{min} = 10,05 \frac{l}{min}$$

Imame standartinį reikalaujamą nominalųjį skysčio kiekį  $Q = 12,5 \frac{l}{min}$ .

3. Apskaičiuojame hidraulinio cilindro koto išvystomas faktines stumiančiąją  $F_1$  ir traukiančiąją  $F_2$  jėgas, kai  $D = 80mm$ ,  $d = 50mm$ , kai slėgis  $p = 6,3MPa$ :

$$F_1 = \frac{\pi}{4} D^2 p \eta_c ; \quad (3.3)$$

$$F_1 = \frac{3,14}{4} \cdot 0,08^2 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,94 = 29,75 \cdot 10^3 N = 29,75kN$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta_c ; \quad (3.4)$$

$$F_2 = \frac{3,14}{4} (0,08^2 - 0,05^2) \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,94 = 18,13 \cdot 10^3 N = 18,13kN$$

4. Apskaičiuojame faktinius stūmoklio judesio greičius į dešinę (darbo eigos  $v_{d.e}$ ) ir į kairę (tuščiosios eigos  $v_{t.e}$ ), kai  $Q = 12,5 \frac{l}{min}$ :

$$v_{d.e} = \frac{4Q_n \eta_m}{\pi D^2} ; \quad (3.5)$$

$$v_{d,e} = \frac{4 \cdot 12,5 \cdot 1}{3,14 \cdot 0,8^2} = 24,88 \frac{dm}{min} = 2,488 \frac{m}{min} = 0,041 \frac{m}{s}$$

čia:  $Q_n = 12,5 \frac{l}{min}$ , o  $D = 0,08m = 0,8dm$

$$v_{t,e} = \frac{4Q\eta_m}{\pi(D^2 - d^2)}; \quad (3.6)$$

$$v_{t,e} = \frac{4 \cdot 12,5 \cdot 1}{3,14 \cdot (0,8^2 - 0,5^2)} = 40,83 \frac{dm}{min} = 4,083 \frac{m}{min} = 0,068 \frac{m}{s}$$

5. Siurblio naudojama galia:

$$P_s = \frac{pQ_n}{\eta_s \cdot 60}; \quad (3.7)$$

$$P_s = \frac{6,3 \cdot 10^6 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 60} = 1,64 \cdot 10^3 W = 1,64 kW.$$

6. Apskaičiuojame vamzdžių vidinius hidraulinės sistemos skersmenis:

$$\text{įsiurbimo } d_{is} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_n}{v_{is}}}; \quad d_{is} = 1,13 \sqrt{\frac{12,5}{15 \cdot 60}} = 0,13 dm = 13 mm;$$

$$\text{slėgio } d_{sl} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_n}{v_{sl}}}; \quad d_{sl} = 1,13 \sqrt{\frac{12,5}{50 \cdot 60}} = 0,07 dm = 7 mm;$$

$$\text{ištekėjimo } d_n = 1,13 \sqrt{\frac{Q_n}{v_n}}; \quad d_n = 1,13 \sqrt{\frac{12,5}{20 \cdot 60}} = 0,12 dm = 12 mm$$

Pagal apskaičiuotus vidinius vamzdžių skersmenis parenkami tokie standartiniai vidiniai skersmenys:

$$\text{įsiurbimo vamzdyno: } d_{is} = 15 mm;$$

$$\text{slėgimo vamzdyno: } d_{sl} = 10;$$

$$\text{ištekėjimo vamzdyno: } d_n = 15$$

7. Apskaičiuojame hidraulinio cilindro sienelės mažiausią storį  $\delta_0$ :

$$\delta_0 = \frac{p_s D}{2\sigma_{t.adm}} = \frac{1,25 p D}{2\sigma_{t.adm}} ; \quad (3.8)$$

$$\delta_0 = \frac{1,25 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,08}{2 \cdot 100 \cdot 10^6} = 3,15 \cdot 10^{-3} m = 3,15 mm$$

čia:  $p_s = 1,25 p$  – skaičiuojamasis slėgis.

8. Mažiausias hidraulinės sistemos slėgio vamzdžio sienelės storis:

$$\delta_v = \frac{p_s \cdot d_{sl}}{2\sigma_{t.adm}} = \frac{1,25 p \cdot d_{sl}}{2\sigma_{t.adm}} ; \quad (3.9)$$

$$\delta_0 = \frac{1,25 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \cdot 0,01}{2 \cdot 100 \cdot 10^6} = 0,4 \cdot 10^{-3} m = 0,4 mm$$

### 3.2. Keltuą veikiančios apkrovos skaičiavimas

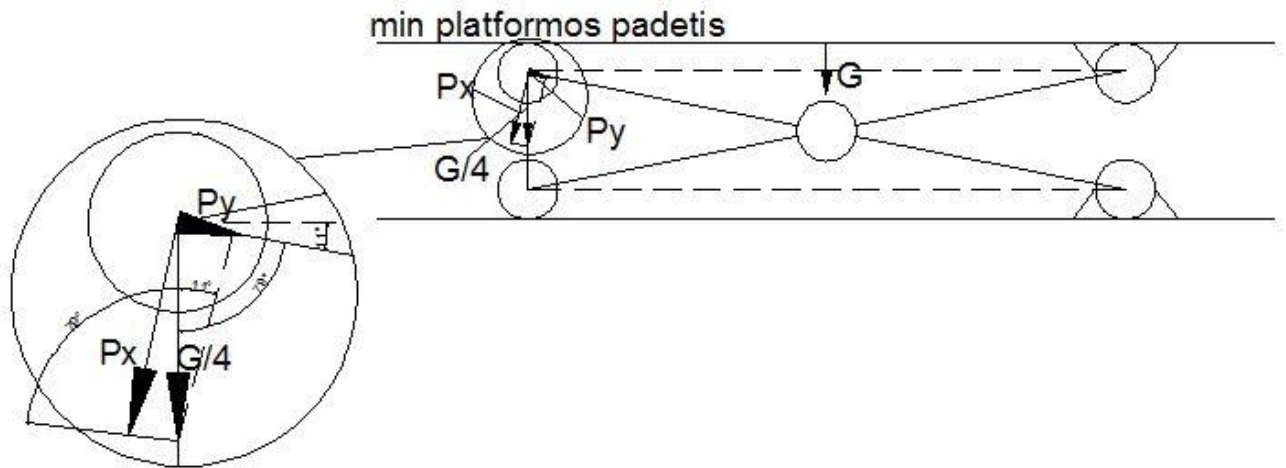
Sunkio jėga:

$$G = m \cdot g ; \quad (3.10)$$

čia:  $m$  - keltuvo keliamą maksimali masė,  $kg$  ;

$g$  - laisvojo kritimo pagreitis,  $m/s^2$ .

$$G = 2500 \cdot 9,81 = 24525 N$$



3.1 pav. Skaičiavimo schema

$$P_x = \frac{\frac{G}{4} \sin 79^\circ}{\sin 90^\circ} ;$$

čia:  $P_x$  - jėga,  $N$  ;

$G$  - sunkio jėga,  $N$  (apskaičiuota  $24525 N$ ).

$$P_x = 6131,25 \cdot 0,982 = 6021 N$$

$$P_y = \frac{\frac{G}{4} \sin 11^\circ}{\sin 90^\circ} ;$$

čia:  $P_y$  - jėga,  $N$  ;

$$P_y = 6131,25 \cdot 0,1908 = 1170 N$$

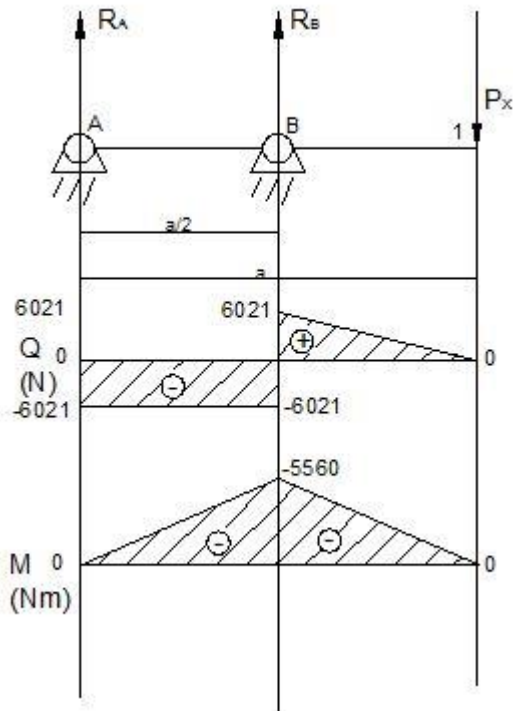
### 3.3. Kvadratinio vamzdžio skerspjūvio parinkimas

$$P_x = 6021 N ;$$

$$a = 1860 mm ;$$

$$\sigma_{adm.45} = 355 MPa ;$$

$\sigma_{adm.45}$  - leistinieji įtempiai plieno 45,  $MPa$ .



3.2 pav. Vamzdį veikiančių jėgų ir momentų diagrama

Reakcijos jėgų skaičiavimas

$$\sum M_A = 0;$$

$$R_B \cdot \frac{a}{2} - P_x \cdot a = 0;$$

$$R_B = \frac{P_x \cdot a}{a/2} = \frac{6021 \cdot 1,860}{0,930} = 12042N$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$-R_A \cdot \frac{a}{2} - P_x \cdot \frac{a}{2} = 0;$$

$$R_A = \frac{-P_x \cdot a/2}{a/2} = \frac{6021 \cdot 1,860}{0,930} = -6021N$$

Skersinių jėgų skaičiavimas

$$Q_A = R_A = -6021 N ;$$

$$Q_B^K = R_A = -6021 N ;$$

$$Q_B^D = R_A + R_B = -6021 + 12042 = 6021 N ;$$

$$Q_1 = R_A + R_B - P_x = -6021 + 12042 - 6021 = 0 N .$$

Momentų skaičiavimas

$$M_1 = 0 ;$$

$$M_B = -P_x \cdot a / 2 = -6021 \cdot 0,930 = -5560 Nm ;$$

$$M_A = -P_x \cdot a + R_B \cdot a / 2 = -6021 \cdot 1,860 + 12042 \cdot 0,930 = 0 Nm .$$

Teorinio skerspjūvio atsparumo momento skaičiavimas

$$\sigma_{sk} = \left| \frac{M_{\max}}{W_{\max}} \right| + \left| \frac{N}{A} \right| \leq \sigma_{adm} ; \quad (3.11)$$

$$W_{\max} = \left| \frac{M_{\max}}{\sigma_{adm}} \right| ; \quad (3.12)$$

čia:  $\sigma_{sk}$  - skaičiuojamieji įtempiai,  $MPa$  ;

$M_{\max}$  - maksimalus veikiantis lenkimo momentas,  $Nm$  ;

$W_{\max}$  - skerspjūvio atsparumo momentas,  $cm^3$  ;

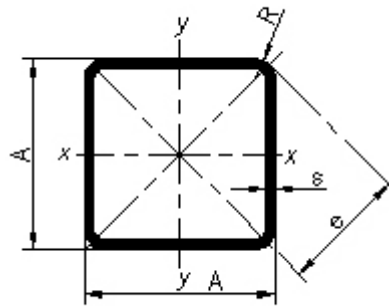
$N = P_y$  - ašinė jėga,  $N$  , (apskaičiuota  $1170 N$ ) ;

$A$  - vamzdžio skerspjūvio plotas,  $m^2$ ;

$\sigma_{adm}$  - leistinieji įtempiai,  $MPa$  .

$$W_{\max} = 5560 / 355 \cdot 10^6 = 15,66 \cdot 10^{-6} m^3 = 15,66 cm^3$$

Iš standartų lentelės pasirenkame kvadratinį vamzdį, kurio skerspjūvio atsparumo momentas artimiausias apskaičiuotajam ( $W_{\max} = 15,66 cm^3$ ) .



**3.3 pav.** Kvadratinio vamzdžio profilis

## Kvadratinio vamzdžio pagrindiniai parametrai

Statische Werte												
	<b>J</b>	Trägheitsmoment		<b>J<sub>D</sub></b>	Drehrägheitsmoment							
Ry2s	<b>W</b>	Widerstandsmoment		<b>W<sub>D</sub></b>	Widerstandsmoment gegen die Torsion (Verwindung)							
	<b>i</b>	Trägheitsradius		<b>e</b>	Abstand bis zur Neutralachse							
Dimensionen		Querschnitt	Fließende Masse	Außenfläche	Hinsichtlich der Biegeachse				Torsion	Torsion		
					x-x = y-y	x-x = y-y	x-x = y-y	ζ - ζ				
<b>A</b> [mm]	<b>s</b> [mm]	<b>F</b> [cm <sup>2</sup> ]	<b>G</b> [kg/m]	<b>M</b> [m <sup>2</sup> /m]	<b>J<sub>x</sub></b> [cm <sup>4</sup> ]	<b>W<sub>x</sub></b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>i<sub>x</sub></b> [cm]	<b>W<sub>ζ</sub></b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>J<sub>D</sub></b>	<b>W<sub>D</sub></b> [cm <sup>3</sup> ]	<b>e</b> [cm]	
70	3	7,808	6,129	0,270	57,60	16,46	2,72	12,25	92,19	26,83	4,70	
70	3,5	8,995	7,061	0,268	65,23	18,64	2,69	14,00	105,40	30,79	4,66	
70	4	10,148	7,966	0,266	72,36	20,67	2,67	15,67	117,98	34,60	4,62	
70	5	12,356	9,700	0,263	85,21	24,34	2,63	18,79	141,18	41,77	4,54	
80	2,5	7,589	5,957	0,311	75,18	18,80	3,15	13,80	118,36	29,97	5,45	

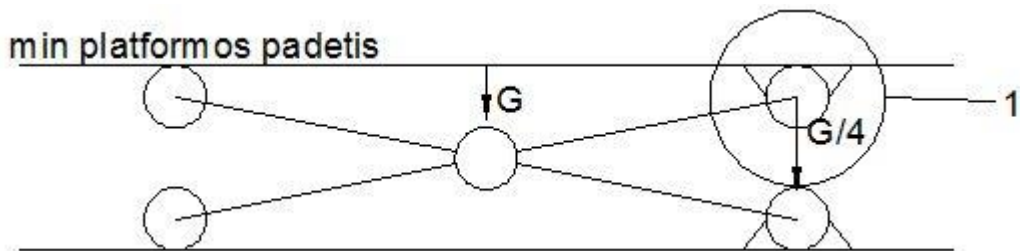
Tikriname ar vamzdis neperkrautas

$$\sigma_{sk} = \left| \frac{-5560}{16,46 \cdot 10^{-6}} \right| + \left| \frac{1170}{780,8 \cdot 10^{-6}} \right| = \frac{263745 + 1170}{780,8 \cdot 10^{-6}} = 339 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 339 \text{ MPa} ;$$

$$\frac{\sigma_{sk} - \sigma_{adm}}{\sigma_{adm}} = \frac{339 \cdot 10^6 - 355 \cdot 10^6}{355 \cdot 10^6} = -0,05 \text{ arba } 5\% \text{ neperkrautas vamzdis.}$$

Pasirenkamas kvadratinis plieninis (plienas 45) vamzdis  $70 \times 70 \text{ mm}$ , kiti parametrai pateikti 3.1 lentelėje.

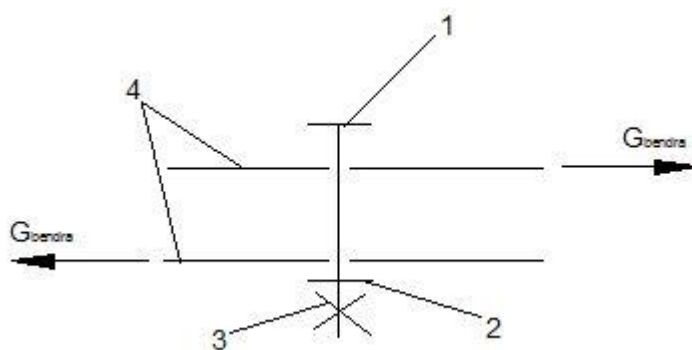
### 3.4. Varžtų parinkimas



3.4 pav. Svirtinis mechanizmas:

1 - skaičiuojamas mazgas;  $G/4$  - jungiamame mazge veikianti jėga (apskaičiuota  $G/4 = 6131 N$ ).

### Varžto skerspjūvio parinkimas



3.5 pav. Varžtą veikiančių jėgų kinematinė schema:

1 - varžtas; 2 - poveržlė; 3 - veržlė; 4 - svirtys

$$\tau_s = \frac{G/4}{\pi d^2} \leq \tau_{adm}; \quad (3.13)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{G/4}{\pi \tau_{adm}}}; \quad (3.14)$$

čia:  $d$  - varžto skersmuo,  $mm$ ;

$G/4$  - sunkio jėga veikianti mazgą,  $N$ , (apskaičiuota  $6131 N$ );

$\tau_{adm}$  - leistinieji kirpimo įtempiai,  $MPa$ , (renkama varžto stiprumo klasė 8,8

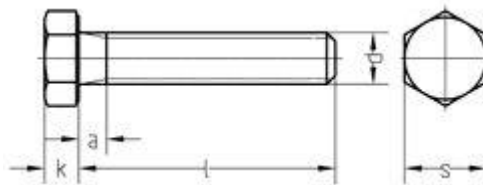
$$\sigma_{adm}^r = \sigma_{yt} \cdot 0,3 = 8 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 0,3 = 192 MPa \text{ (žr. priedą).}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{6131}{3,14 \cdot 192 \cdot 10^6}};$$

$$d \geq 0,031m,$$

$$d \geq 31mm.$$

Pasirenkame standartinį varžtą su atsarga iš katalogo.



3.6 pav. Varžtas

3.2 lentelė

### Varžto pagrindiniai parametrai

DIN933-8.8 varžtai šešiakampe galvute, cinkuoti

d	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	(M36)
k	10	11,5	12,5	14	15	17	18,7	21	22,5
a max.	6	7,5	7,5	7,5	9	9	10,5	10,5	12
s	24	27	30	32	36	41	46	50	55

Ilgis, mm									
20	*								
25	*		*						
30	*	*	*						
35	*	*	*		*				
40	*	*	*	*	*		*		
45	*	*	*	*	*		*		
50	*	*	*	*	*		*		
55	*	*	*	*	*		*		
60	*	*	*	*	*	*	*	*	*
65	*	*	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*	*	*
75	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Pasirenkamas varžtas M33 (3.2 lentelė, 3.6 pav.)

### 3.5. Cilindro ausų tvirtinimo piršto stiprumo skaičiavimas

Tvirtinimo pirštą veikia kirpimo jėgos. Skaičiuojamas stiprumas kirpimui:

Stiprumo sąlyga:

$$\tau = \frac{F}{A} \leq R \quad ; \quad (3.15)$$

čia:  $F$  - kirpimo jėga, veikianti kėlimo konstrukciją;  $F = 2,45 \text{ kN}$  ;

$A$  - kerpamas plotas,  $\text{m}^2$  ;

$R$  - leistini kirpimo įtempimai;  $R = 125 \text{ MPa}$  .

Kadangi tvirtinimo pirštas kerpamas 2 vietose (žr. 2.32 pav.), gauname tokią kerpamo ploto apskaičiavimo formulę:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r^2 \quad ; \quad (3.16)$$

čia:  $r$  - tvirtinimo piršto skerspjūvio spindulys.

$$A = 2 \cdot 3,14 \cdot (17,5 \cdot 10^{-3})^2 = 19,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad ;$$

$$\tau = \frac{2,45 \cdot 10^3}{19,23 \cdot 10^{-4}} = 1,27 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1,27 \text{ MPa} \quad .$$

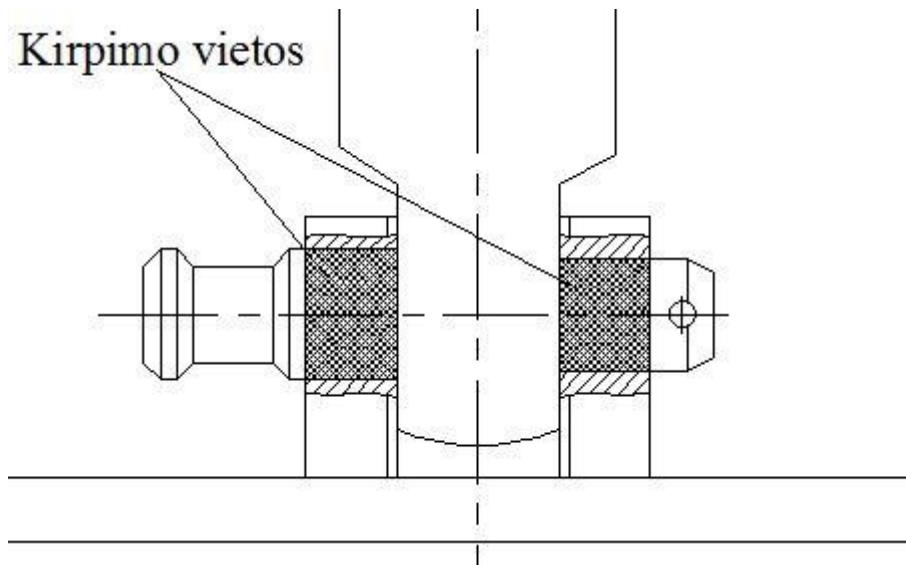
Skaičiuojame atsargos koeficientą:

$$n = \frac{R}{\tau} \quad ; \quad (3.17)$$

$$n = \frac{125}{1,27} = 98,43 \quad .$$

IŠVADA:

Atsarga GARANTUOTA.



**3.7 pav.** Cilindro ausų atraminio piršto kirpimas

### 3.6. Cilindro ausų suvirinimo siūlių stiprumo skaičiavimas

Suvirinimo siūlių stiprumo sąlyga kirpimui pagal (3.18) formulę:

$$\tau = \frac{F}{A_s} \leq R_s \quad (3.18)$$

čia:  $F$  - kirpimo jėga, veikianti suvirinimo siūles;  $F = 2,45kN$  ,

$A$  - kerpamas siūlės plotas,  $m^2$  ;

$R$  - leistini siūlės kirpimo įtempimai;  $R = 180MPa$  .

Suvirinimo siūlės kerpamas plotas:

$$A_s = 0,7 \cdot h \cdot l \quad (3.19)$$

čia:  $h$  - kerpamos siūlės aukštis,  $mm$  ;

$l$  - kerpamas siūlės bendras ilgis,  $mm$  .

$$A_s = 0,7 \cdot 6 \cdot (2 \cdot 120 + 2 \cdot 120) = 2016mm^2 = 20,16 \cdot 10^{-4}m^2 \quad ;$$

$$\tau = \frac{2,45 \cdot 10^3}{20,16 \cdot 10^{-4}} = 1,22 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1,22 \text{ MPa}$$

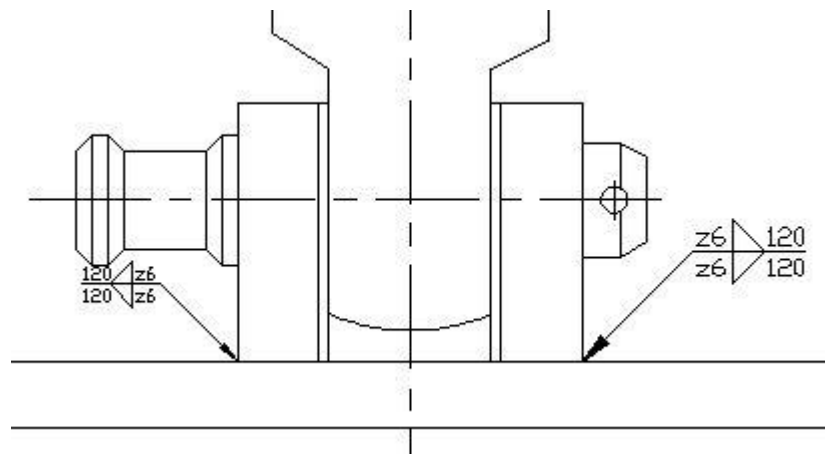
Skaičiuojame atsargos koeficientą pagal (3.20) formulę:

$$n = \frac{R_s}{\tau}; \quad (3.20)$$

$$n = \frac{180}{1,22} = 147,54$$

IŠVADA:

Atsarga GARANTUOTA.



**3.8 pav.** Cilindro atraminių ausų suvirinimo schema

**Išvada:** remiantis atliktais skaičiavimais, galima teigti, cilindro ausų stiprumas pakankamas ir garantuotai atlaikys jį veikiančias apkrovas.

## 4. TECHNOLOGINĖ DALIS

### 4.1. Gaminamos detalės analizė paskirtis, jos konstrukcija

Gaminama detalė – kaištis, kurio paskirtis – tvirtai laikyti hidraulinį cilindrą ir atlaikyti jam tenkančias apkrovas. Detalė yra cilindrinė, lengvai statoma į stakles, ji yra laiptuotu paviršiu. Detalė neturi aštrių briaunų, joje yra išgręžta skylė detalės tvirtinimui, kad dirbant įrenginiui kaištis liktu savo vietoje.

Detalė sudaryta iš 12 paviršių. Pirmiausia bus nuimamas galinis ir šoniniai detalės paviršiai, o vėliau tekinimą iki tam tikro skersmens, ir gręžiama tvirtinimo skylė (3 paviršius),

Detalės gamybai parinkta medžiaga yra plienas C45 (LST EN 10083-1). Šios medžiagos mechaninės ir cheminės savybės pateikiamos 4.1, 4.2 ir 4.3 lentelėse.

4.1 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1 cheminė sudėtis

C,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%	Cr,%	Mo,%	Ni,%	Cr+Mo+Ni,%
0,42	0,1	0,5	-	-	-	-	-	-
0,5	0,4	0,8	0,04	0,04	0,3	0,1	0,30	0,7

4.2 lentelė

Plieno C45 LST EN 10083-1 formavimo ir terminio apdirbimo sąlygos

Apdirbimo būdas	Temperatūra
Normalizavimas	870-920 °C/ oras
Atkaitinimas	800-850°C/ krosnis
Grūdinimas	820-850°C/ vanduo, aliejus
Užgrūdinimas	400-650°C/ oras

4.3 lentelė

Plieno C40 LST EN 10277-2 mechaninės savybės

$\sigma_u$ ,MPa	$\sigma_y$ ,MPa	$\delta_z$ ,%	Z,%	HB (atkaitintas)
$\geq 565$	$\geq 310$	$\geq 16$	$\geq 40$	$\geq 163$

Čia:

$\sigma_u$  – stiprumo riba;

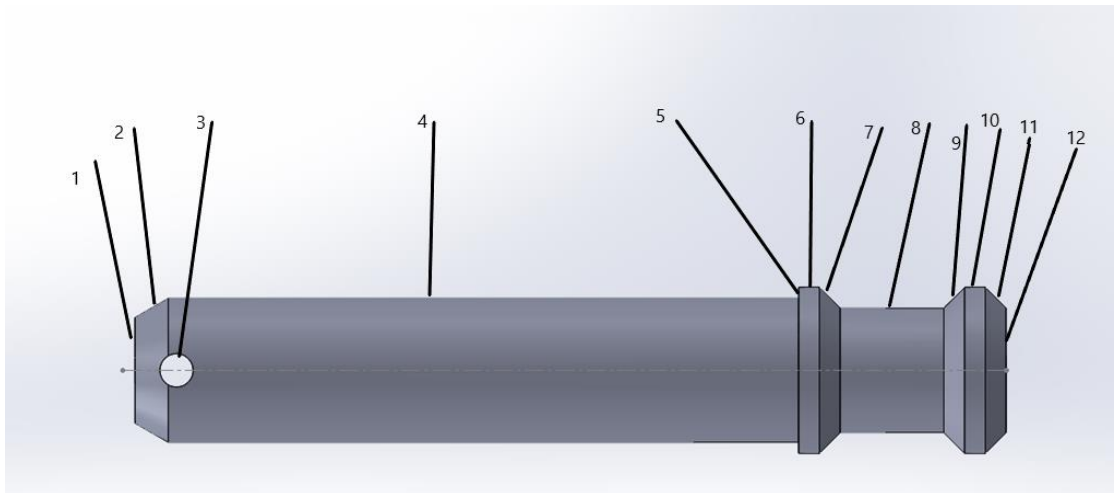
$\sigma_y$  – takumo riba;

$\delta_z$  – bandinio santykinis išstysimas jį nutraukus, kai bandinio ilgis 5 ar 10 kartų didesnis už jo skerspjūvį;

Z – santykinis bandinio skerspjūvio susitraukimas nutraukimo vietoje;

HB – kietumas pagal Brinelį.

## 4.2. Detalės brėžinio technologinė kontrolė



4.1 pav. Detalės brėžinio paviršiai

#### 4.4 lentelė

Detalės darbo brėžinio technologiškumo kontrolė

Eil. Nr.	Technologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijui
1.	Reikalingi matmenys	Visi reikalingi matmenys nurodyti
2.	Atitikimas tarp matmenų tikslumo ir paviršių glotnumo	$\text{Ø}42_{-0,5}^0\text{h}10(\text{Ra}6,3)$
3.	Vaizdai ir pjūviai	Visi reikalingi vaizdai ir pjūviai nurodyti brėžinyje
4.	Matmenų atitikimas standartinei eilei	R5 – 25 R10 – 40 R20 - 32 R40 – 32 papildomi matmenys - 34
5.	Matmenų išdėstymas pagal	Matmenys išdėstyti pagal 3 koordinačių ašis
6.	Techninės sąlygos	LST-EN 22768
7.	Matmenų matavimas	Nesudėtingas

Pagal darbo brėžinyje pateiktus duomenis atliekama detalės technologiškumo analizė.

#### 4.3. Detalės technologiškumo analizė

Detalės konstrukcijos technologiškumas – tai medžiagos, formos ir apdirbimo parinkimas norimai detalei, kad ji galėtų atlikti jai keliamus reikalavimus, būti kuo ekonomiškiau ir paprasčiau pagaminta.

Detalės ekonomiškumas yra vienas svarbiausių punktų, technologinio pasiruošimo etape. Detalės technologiškumas atliekamas tam, kad detalės gamyba būtų kuo paprastesnė ir efektyvesnė, sunaudotu kuo mažiau išteklių ir laiko. Gaminant pavienes detales reikia atsižvelgti į tris pagrindinius reikalavimus:

- 1) Konstrukcijos sudėtingumas
- 2) Išteklių ekonomiškumas
- 3) Darbo našumo didinimas

Neatsižvelgiant į šiuos reikalavimus gaminant vis sudėtingesnes detales, mažėja darbo našumas, didėja darbo laiko, finansų ir žaliavų sąnaudos.

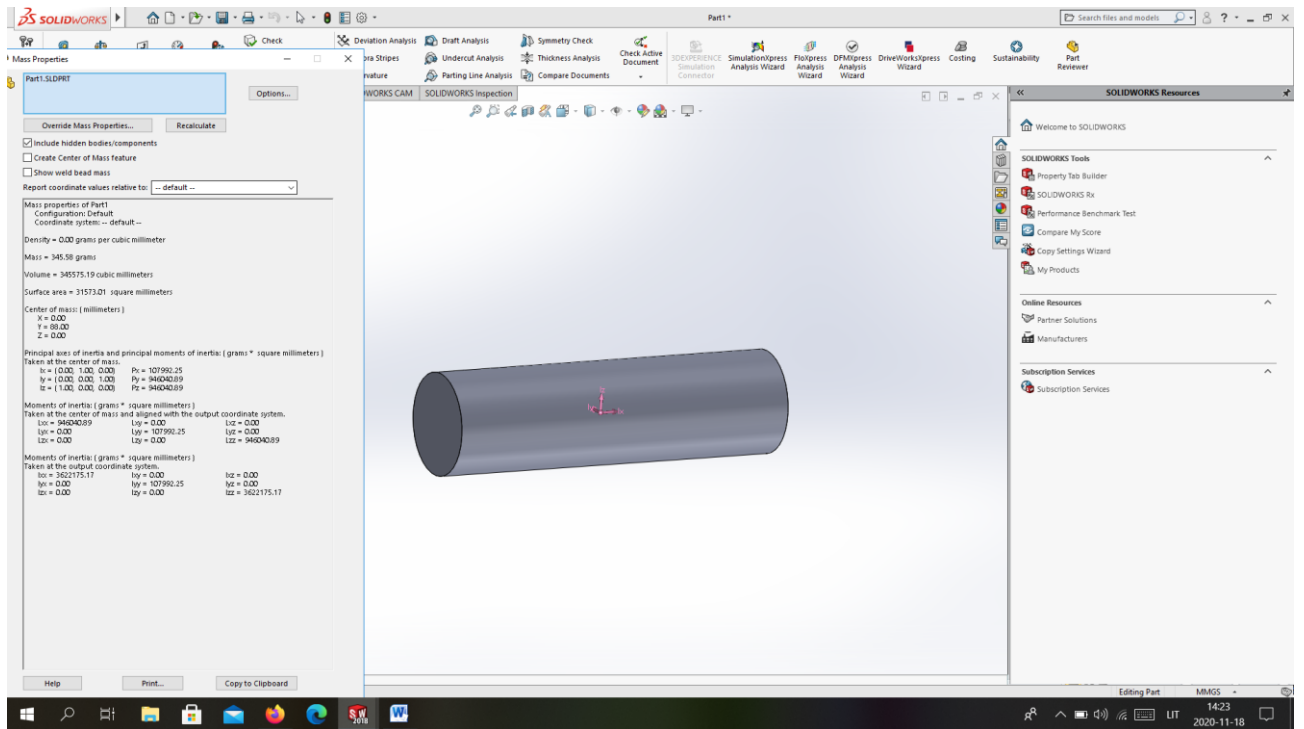
Detalės konstrukcijos atitikimas pagal technologiškumo kriterijus

Eil. Nr.	Technologiškumo kriterijus	Atitikimas technologiškumo kriterijui
1.	Medžiagos rūšies pavadinimas	Plienas C45 LST EN 10083-1
2.	Pasvirę paviršiai	Nuožulos 2x5x29°: 1x5x45°:1x8x29°
3.	Bazės	Nesudėtingas bazavimas
4.	Detalės standumas $\frac{l}{d_{vid}} \leq 15$	$d_{vid} = \frac{40+30+40+34}{4} = 36 \text{ mm}$ $l = 176 \text{ mm}$ $\frac{l}{d_{vid}} = \frac{176}{36} = 4,8888 < 10$ detalė yra standi
5.	Simetrijos ašys ir plokštumos	1 simetrijos ašis
6.	Ar detalės forma nesudarys papildomų sunkumų gaminant ruošinį	Detalės konstrukcijos forma nesudaro papildomų sunkumų gaminant ruošinį. Ruošinys ir skylės yra apdirbamos mechaniškai.
7.	Specialiųjų technologinių operacijų reikalingumas	Nėra
8.	Terminio apdirbimo rūšis	Nėra
9.	Sunkumai iškylantys dėl elementų išdėstymo mechaniškai apdirbant detalę	Detalės konstrukcija nesudarys papildomų sunkumų mechaniškai apdirbant detalę.

## 1. Detalės ir ruošinio masė

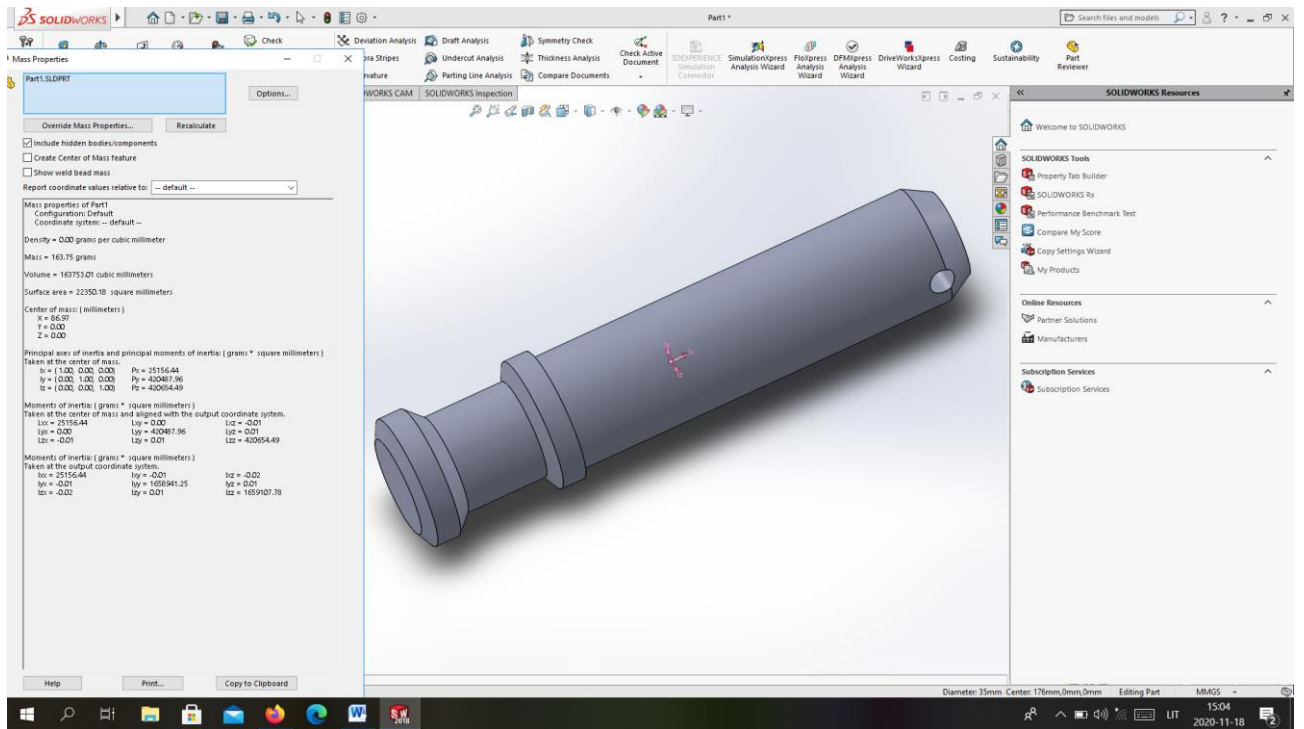
Siekiant išsiaiškinti ar darbas atliekamas ekonomiškai reikia apskaičiuoti detalės ir ruošinio masę. Tai daroma pasinaudojus programa „SOLIDWORKS“, detalė yra gaminama iš plieno C45 kurios ruošinio tankis  $7858 \text{ kg/m}^3$

Ruošinio masė  $M_{ruoš} = 0,346 \text{ kg}$



4.2 pav. Ruošinio masė

Detalės masė  $M_{det} = 0,164 \text{ kg}$



4.3 pav. Detalės masė

Medžiagos išnaudojimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę

$$K_m = \frac{M_{det.}}{M_{ruoš.}};$$

$$K_m = \frac{0,164}{0,346} = 0,577.$$

1. Unifikacijos koeficientas:

$$K_u = \frac{n_u}{n};$$

čia  $n_u$  – unifikuoti paviršiai;

$n$  – visi paviršiai;

$n_u = 7:11$ .

$$K_n = \frac{n_u}{n} = \frac{2}{12} = 0.16 = 16\%.$$

2. Apdirbimo tikslumo koeficientas:

$$K_t = 1 - \frac{I}{A_{vid}};$$

$$K_t = 1 - \frac{I}{10} = 9.$$

Apdirbimo glotnumo koeficientas:

$$K_S = 1 - \frac{1}{B_{vid}}; \quad B_{vid} = \frac{\Sigma B_i \cdot n_i}{n} = \frac{12 \cdot 6.3}{12} = 6,3;$$

$$K_S = 1 - \frac{1}{6,3} = 0.84.$$

Iš technologinės analizės galima teigti, jog detalė nereikalauja daug specialių įrankių, naudojami bus tik keli tekinimo peiliai, atpjovimo peilis ir grąžtai, reikės tik vienu tekimo staklių, kitų technologinių operacijų tokių kaip grūdinimas, cinkavimas, pratraukimas, dažymas neprireiks. Aukštų matmenų tolerancijai detalė nereikalauja, ruošinį reikės perstatyti tik vieną kartą pasiekti reikalingą šiurkštumą ir išgręžti tvirtinimo skylės, todėl nebus papildomų sunkumų apdirbant.

## **5. TECHNOLOGINIO PROCESO PROJEKTAVIMAS**

### **5.1. Ruošinio parinkimas skirtingiems gamybos tipams, parinkimo principai**

Parenkant ruošinį reikia atsižvelgti į jo gavimo metodą, matmenis, užlaidas, tolerancija ir pagaminimo technines sąlygas. Ruošinys yra medžiagos gabalas, pusgaminis, kurį apdirbant gaunama norima detalė. Žinant detalės paskirtį, technologinius reikalavimus, konstrukciją ir gamybos ekonomiškumą tampa kur kas lengviau pasirinkti tinkamą ruošinį ir jo gamybos būdą. Dažniausiai ruošiniai būna paprastų geometrinių formų pavidalo: kvadratas, ritinys, stačiakampis gretasienis, todėl konstruktoriui užtenka nurodyti medžiagą ir jos kietumą, jei reikia ir terminį apdorojimą. Taip pat reiktų atsižvelgti į papildomus veiksmus, dėl kurių būtų atliekama kuo mažiau papildomų apdirbimų ruošiniui, mažesnė gaminio kaina ir būtų sutaupoma laiko. Todėl patariama ruošinio matmenis imti kuo artimesnius detalės matmenims, ir esant didelei gamybinei programai, esant automatinėms linijoms imti ruošinius, kurie jau yra artimos formos į reikiamą detalę.

### **5.2. Detalės ruošinio parinkimas vienetinės gamybos atveju**

Vienetinei gamybai rekomenduojama naudoti ruošinius, kurie yra iš karštai valcuotos plieno juostos. Štampavimas ar liejimas nėra rekomenduojami nes tai neatsiperka lyginant su masine gamyba.

Gaminama detalė yra cilindro formos. Vienetinė darbo gamybinė programa yra 5 vienetai. Parenkama standartinis karštai valcuotas, plieno strypas  $\varnothing 50 \times 1000$  mm. Šis strypas yra artimiausias ruošinio formai.

Užlaida skersmeniui  $\varnothing 40$  mm (Ra 6,3) yra 10 mm.

Užlaida ilgiui 176mm(Ra 6,3) yra 5 mm.

Parenkamos matmenų tolerancijos:

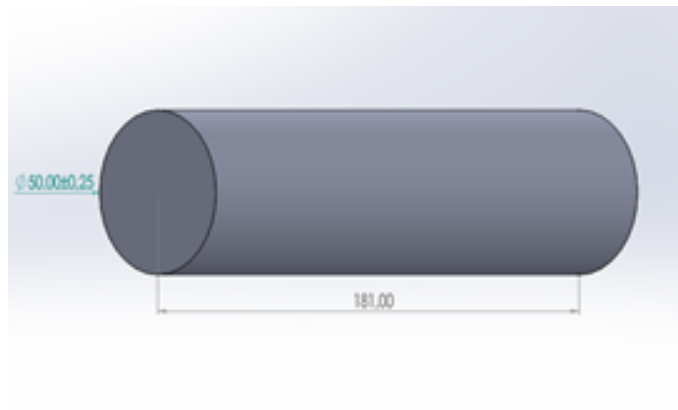
Tolerancija skersmeniui  $\varnothing 40$  mm yra  $\begin{matrix} +1,2 \\ -3,0 \end{matrix}$

Tolerancija ilgiui 176 mm yra  $\begin{matrix} +1,5 \\ -1,5 \end{matrix}$

5.1 lentelė

Parinkto ruošinio matmenys

Detalės matmuo, mm	Užlaidos dydis, mm	Ruošinio matmuo, mm	Tolerancija, $\mu\text{m}$
D= $\varnothing 40$	10	$\varnothing 50_{-3}^{+1,2}$	4200
L= 176	5	$181_{-1,5}^{+1,5}$	3000



5.1 pav. Ruošinio eskizas

Ruošinių, gaunamų iš parinktos juostos ilgio, kiekis randamas pagal formulę:

$$x = \frac{L_{juos} - l_{n.g.} - l_s}{L_r + L_p};$$

čia

$L_{juos}$  – parinktos juostos ilgis, mm;

$l_{n.g.}$  – nupjaunamo galo kiekis, mm;

$l_s$  – juostos dalis, liekanti staklių suspaudimo įtaise, mm.;

$L_r$  – ruošinio ilgis, mm;

$L_p$  – pjūvio plotis, mm;

$x$  – ruošinių, gaunamų iš parinktos juostos ilgio, kiekis.

$$L_{juos} = 1000; l_{n.g.} = 5; l_s = 10; L_r = 181; L_p = 1$$

$$x = \frac{L_{juos} - l_{n.g.} - l_s}{L_r + L_p} = x = \frac{1000 - 5 - 10}{176 + 5} = 5 \text{ vnt.}$$

Ne kartotinumą paskaičiuojamas pagal formulę:

$$L_{nek} = L_{juos} - x(L_r + L_p)$$

$$L_{nek} = 1000 - 5(176 + 5) = 95 \text{ mm.}$$

Medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{G_d}{G_{r.n}};$$

Čia

$G_d$  – detalės masė, nurodyta darbo brėžinyje, kg;

$G_{r.n}$  – medžiagos kiekis vienai detalei, įvertinus technologinius nuostolius, kg.

$$G_{r.n} = G_r + \frac{G_{nek}}{x} + \frac{G_{n.g.}}{x} + \frac{G_s}{x} + G_p;$$

čia

$G_r$  – ruošinio masė, kg;

$G_{nek}$  – strypo nekartotinumų dalies masė, kg;

$G_{n.g.}$  – strypo nupjaunamo galo masė, kg;

$G_s$  – strypo dalies, liekančios staklių suspaudimo įtaise, masė, kg;

$G_p$  – strypo pjūvio dalies masė, kg.

Masės skaičiavimo formulė:

$$G = V \cdot \rho = \frac{\pi d^2 \cdot L}{4} \cdot \rho;$$

Čia

d – skersmuo, m;

L – ilgis, m;

$\rho$  – medžiagos tankis,  $kg/m^3$ .

$$G_{nek} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,095}{5} \cdot 7858 = 1,49 kg;$$

$$G_{n.g.} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,005}{5} \cdot 7858 = 0,06 kg;$$

$$G_s = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,01}{5} \cdot 7858 = 0,12 kg;$$

$$G_p = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,005}{5} \cdot 7858 = 0,06 kg;$$

$$G_{r.n} = 0,346 + \frac{1,49}{5} + \frac{0,06}{5} + \frac{0,12}{5} + 0,06 = 0,740 kg.$$

Ruošinio kaina apskaičiuojama pagal formulę:

$$C_r = C_m \cdot M_{ruoš} - (M_{ruoš} - M_{det}) \cdot \frac{C_{at}}{1000};$$

čia

$C_m$  – 1kg plieno kaina, 0,75 Eur;

Apvalus strypas, plienas 45 DU 50

(Prekės kodas: 210130000050) Matavimo vienetas: 1 tona. Kaina: 749.00 €

**Prekės**

**charakteristikos:**

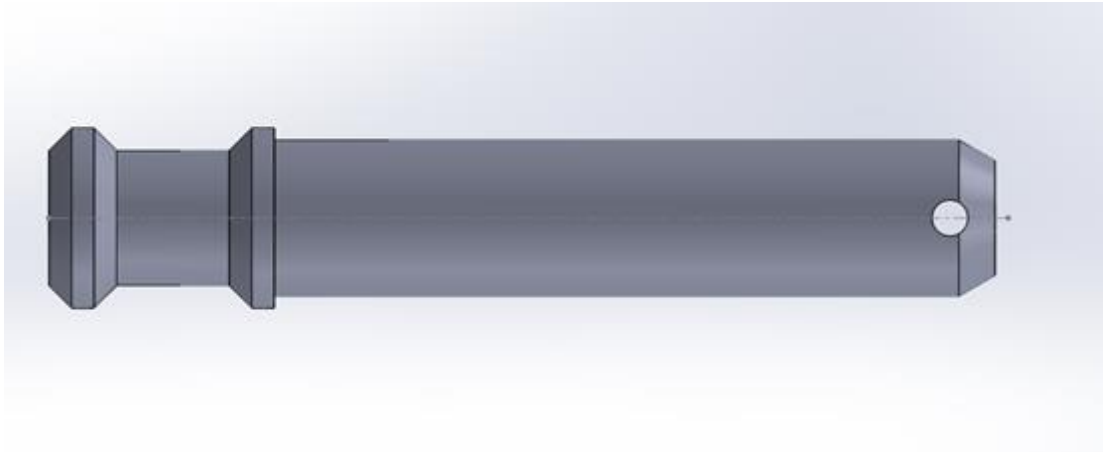
Markė	P1.45
Ilgis	6 m
Svoris (teorinis)	15,42 kg/m

$C_{at}$  – 1t plieno atliekų kaina, 160,00 Eur.

$$C_r = 0,75 \cdot 0,346 - (0,346 - 0,164) \cdot \frac{160}{1000} = 0,23 \cdot 15,42 = 3,55 \text{ Eur.}$$

### 5.3. Detalės ruošinio parinkimas serijinės gamybos atveju

Serijinės gamybos gamybinė programa yra 500 vienetų. Išnagrinėjus gamybos kaštus ruošinys bus imamas iš karštai valcuoto strypo, nes jų kainos yra mažiausios lyginant su kitais būdais.



5.2 pav. Detalės eskizas

#### 5.4. Serijinė gamyba iš karštai valcuoto strypo

Apskaičiuojamas ruošinių kiekis gaunamas iš vieno karštai valcuoto strypo:

$$x = \frac{L_{juos} - l_{n.g.} - l_s}{L_r + L_p};$$
$$x = \frac{6000 - 5 - 10}{176 + 5} = 33 \text{ vnt.};$$

Norint pagaminti 500 vienetų detalių reikės pirkti 16 strypus, kurių ilgis yra 6000 mm.

Kaip ir vienetinėje gamyboje strypo ne kartotinumą skaičiuojamas pagal formulę:

$$L_{nek} = L_{juos} - x(L_r + L_p)$$
$$L_{nek} = 6000 - 33(176 + 5) = 27mm.$$

Skaičiuojamas medžiagos išnaudojimo koeficientas:

$$K_m = \frac{G_d}{G_{r.n}};$$

$$G_{r.n} = G_r + \frac{G_{nek}}{x} + \frac{G_{n.g}}{x} + \frac{G_s}{x} + G_p;$$

$$G_{nek} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,027}{33} \cdot 7858 = 6,423kg;$$

$$G_{n.g.} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,005}{33} \cdot 7858 = 1,189kg;$$

$$G_s = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,01}{33} \cdot 7858 = 2,378kg;$$

$$G_p = \frac{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,005}{33} \cdot 7858 = 1,189kg;$$

$$G_{r.n} = 0,346 + \frac{6,423}{33} + \frac{1,189}{33} + \frac{2,378}{33} + 1,189 = 1,837 kg;$$

$$K_m = \frac{0,740}{1,837} = 0,40$$

Apskaičiuojama ruošinio kaina.

$$C_r = 0,75 \cdot 0,346 - (0,346 - 0,164) \cdot \frac{160}{1000} = 0,23 \cdot 15,42 \cdot 6 \cdot 16 = 340,474Eur.$$

## 5.5. Detalės mechaninio apdirbimo kelio projektavimas

Šiame projektavimo etape nustatant matmenų tikslumą ir paviršiaus kokybę nurodomi staklių tipai, pjovimo įrankiai, kuriais bus apdirbama detalė ir atliekamos operacijos. Sudaromas detalės apdirbimo technologinis maršrutas ir jos paviršiaus apdirbimo maršrutas. Duomenis gaunami iš: detalės brėžinio su techniniais reikalavimais, ruošinio brėžinio, projektavimo metu nustatyto gamybos tipo. Norint pagaminti detalę reikės naudoti vienas stakles – tekimo, todėl pasirenkamos metalo tekimo staklės MAXXTURN 45 GS

Sudaromas detalės paviršių apdirbimo maršrutas. Kiekvienai operacijai nurodomi gaunami paviršiaus tikslumai, šiurkštumai, perėjimų skaičius.

## Detalės paviršių apdirbimo metodai

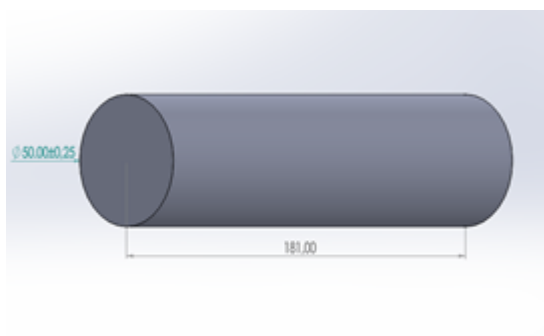
Operacijos Nr.	Perėjimo sk.	Operacija	Įrankis	Staklės
1	1	Galinio paviršiaus 1 nuėmimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	MAXXTURN 45 GS
1	4	Paviršiaus 4 nuėmimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
1	3	Paviršiaus 6,10 nuėmimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
1	3	Paviršiaus 8 nuėmimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
1	3	Nuožulos nuėmimas 2,7,9 paviršiai	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
1	1	Nupjovimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
2	1	Galinio paviršiaus 12 nuėmimas	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
2	1	Nuožulos nuėmimas 11 paviršius	Tekinimo peilio MC6025 įdėklas	
3	1	Gręžiama skylė kiaurai per 4 paviršių	Grąžtas metalui HSS DIN338 8mm	

## 5.6. Technologinių bazių parinkimas

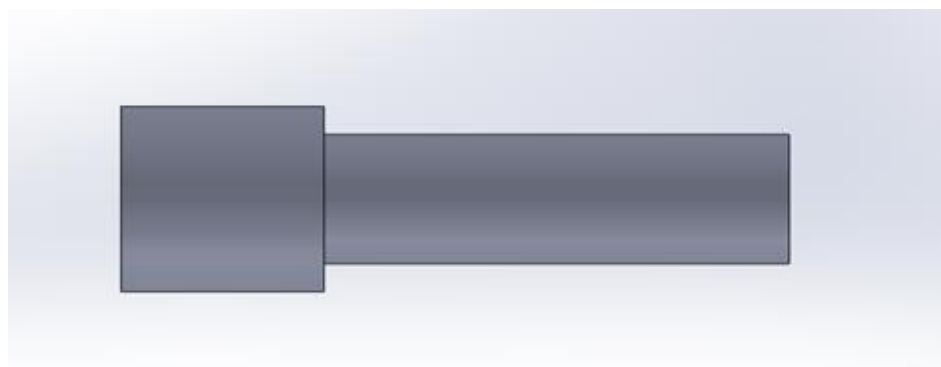
Gaminant detalę, 10 mm ruošinio įtvirtinama spaustuose toks tvirtinimas reikalingas dėl didelių ruošinio gabaritų, stabilumo užtikrinimui. Paviršiai parenkami, kad matmenų ir paviršių tarpusavio padėtys turėtų reikiamą tikslumą. Rekomenduojama turėti tokią įtaiso konstrukcija, jog būtų galima ruošinį patogiai išimti, užspausti, išimti ir lengvai jį apdirbti.

Detalės apdirbimas skirstomas į dvi operacijas ir yra numatytos tokios technologinės bazės:

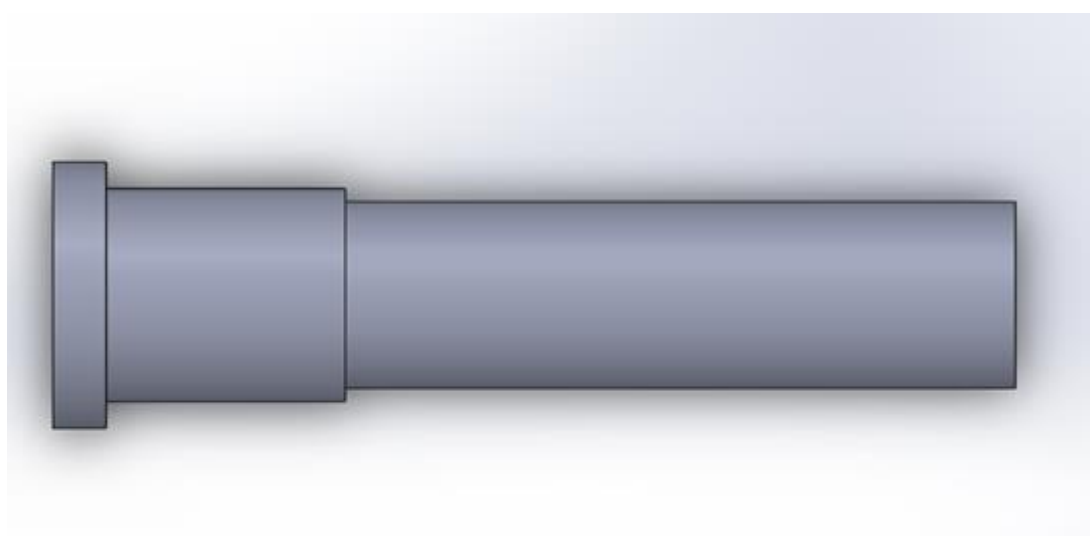
1. Pirmojoje operacijoje ruošinys įstatomas į spaustuvus ir bazuojama ties centru. Spaustuvai suspaudę laiko detalę. Nuimamas galinis 1 paviršius (5.3 pav.), tekinant per 4 praėjimus nuimamas 4 paviršius (5.4 pav.), tekinant per 3 praėjimus nuimamas 6,10 paviršiai (5.5 pav.), tekinant per 3 praėjimus nuimamas 8 paviršius (5.6 pav.), tekinant per 3 praėjimus nuimamos nuožulos 2,7,9 paviršiai (5.7 pav.), apverčiamas ir vėl įstatomas į spaustuvus nupjaunamas ruošinys (5.8 pav.),
2. Antroje operacijoje nuimamas galinis detalės paviršius 1mm 12 paviršius (5.9 pav.), tekinant per 1 praėjimą nuimama nuožula 11 paviršius (5.10 pav.),
3. Trečioje operacijoje gręžiama skylė su 8mm, grąžtu 3 paviršius (5.11 pav.).



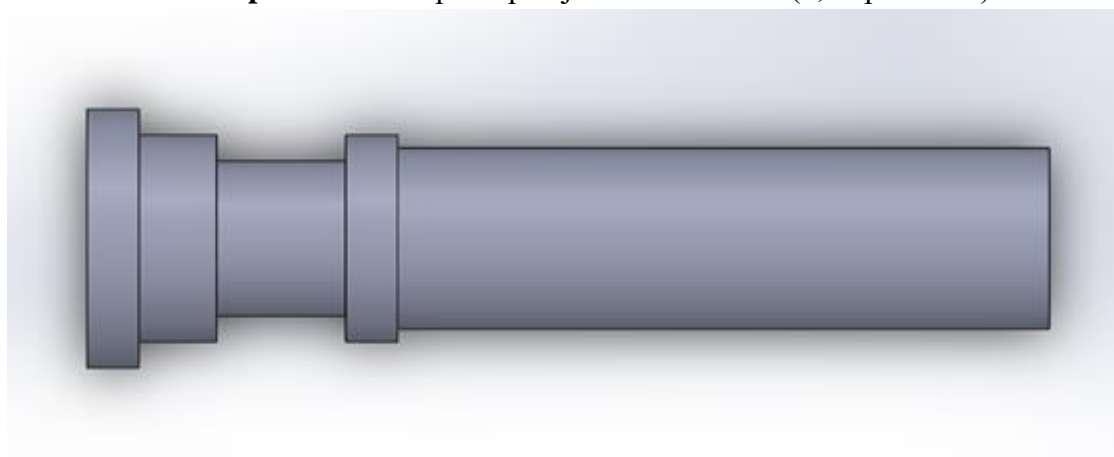
**5.3 pav.** Nuimamas galinis ruošinio paviršius 1mm (1 paviršius)



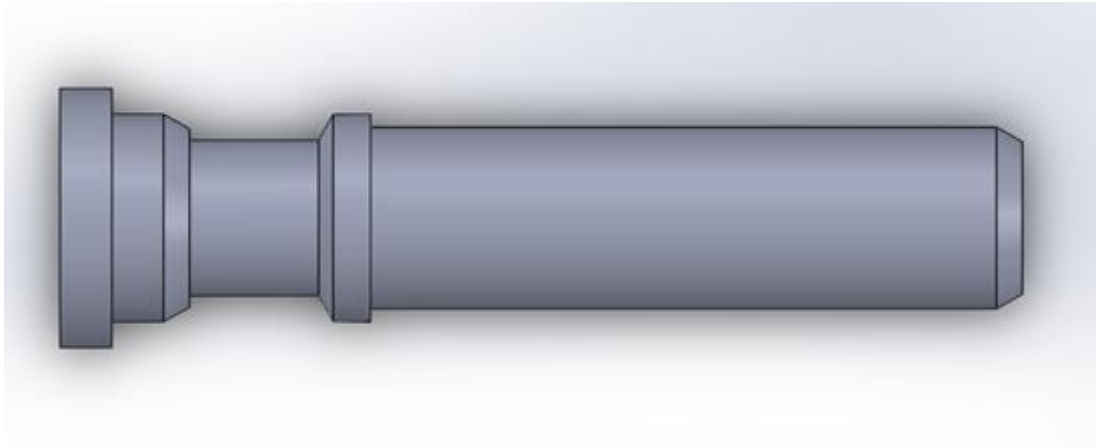
**5.4 pav.** Tekinant per 4 praėjimus nuimamas (4 paviršius)



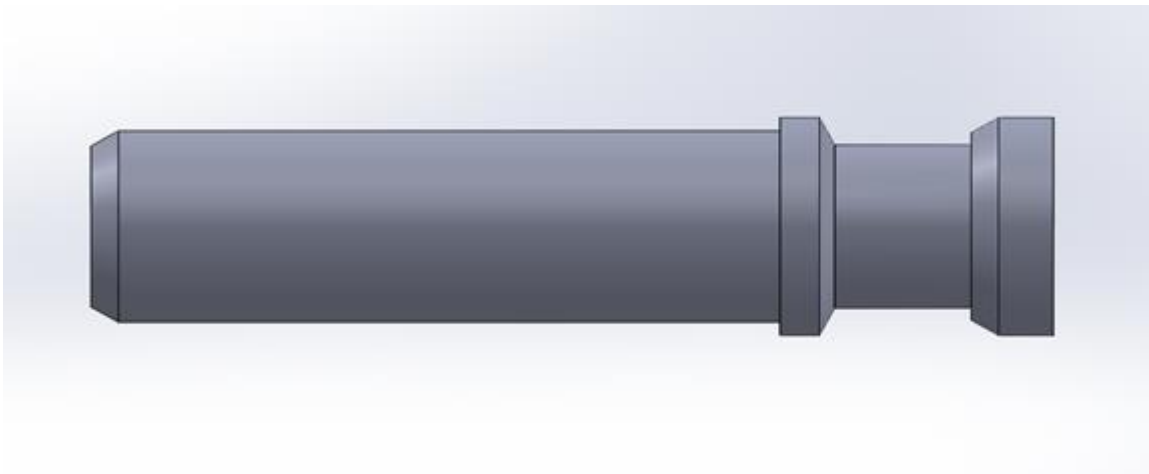
**5.5 pav.** Tekinant per 3 praėjimus nuimamas (6,10 paviršius)



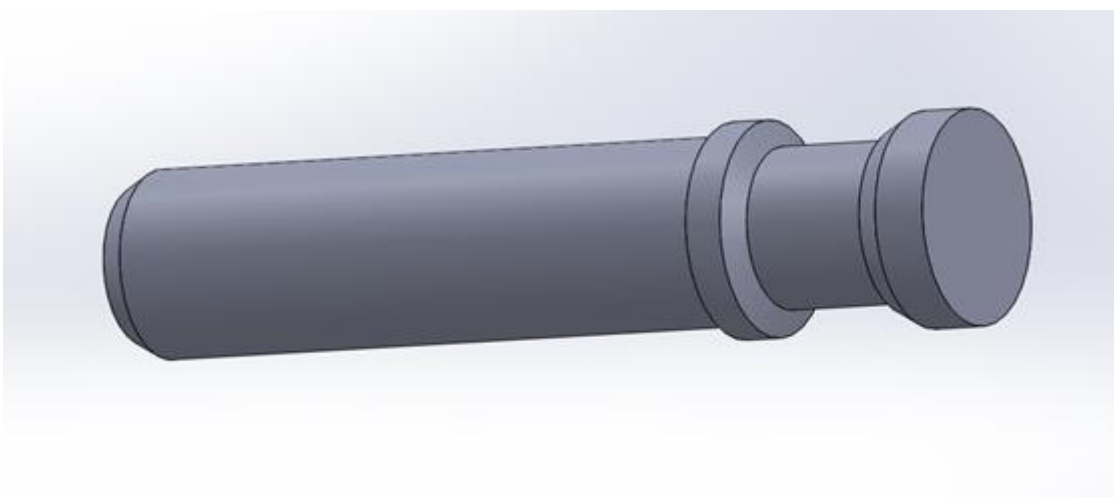
**5.6 pav.** Tekinant per 3 praėjimus nuimamas (8 paviršius)



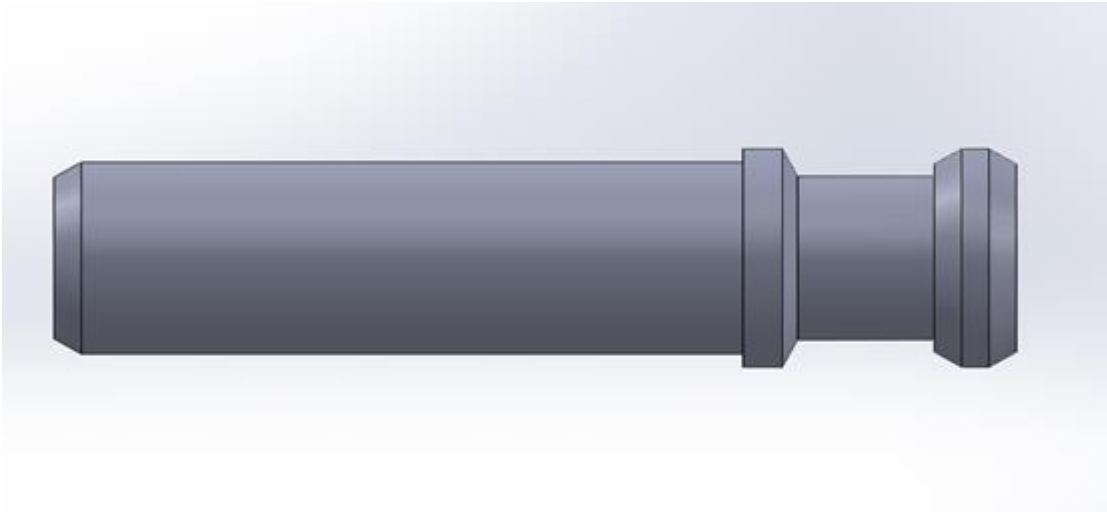
**5.7 pav.** Tekinant per 3 praėjimus nuimamos nuožulos (2,7,9 paviršiai)



**5.8 pav..** Apverčiamas ir vėl įstatomas į spaustuvus nupjaunamas ruošinys



**5.9 pav.** Nuimamas galinis detalės paviršius 1mm (12 paviršius)



**5.10 pav.** Tekinant per 1 praėjimą nuimama nuožula (1 paviršius)



**5.11 pav.** Gręžiama skylė su 8mm, grąžtu (3 paviršius)

## 5.7. Užlaidų skaičiavimas

Norint pašalinti apdirbimo metu gautus defektus, nelygumus ir gauti reikiamo šiurkštumo su reikiamomis savybėmis detalės reikia, kad užlaidos būtų pakankamo didumo. Tačiau per didelės užlaidos prailgina apdirbimo laiką ir didina medžiagos nuostolius. Gauti duomenys surašomi į lenteles, kuriomis naudojantis užlaidu parinkimas yra greitas ir patogus.

### Užlaidos parinkimas ruošiniui

$$D_{str} = D_d + 2z_0 = 40 + 2 * 5 = 50 \text{ mm}$$

$$L_r = L_d + 2z_0 = 176 + 2 * 2,5 = 181 \text{ mm}$$

Parinkto ruošinio matmenys

	Detalės matmuo, mm	Užlaidos dydis, mm	Ruošinio matmuo, mm	Tolerancija, $\mu\text{m}$
Dstr	$\text{Ø}40$	10	$\text{Ø}50_{-3}^{+1.2}$	4200
Lr	176	5	$181_{-1.5}^{+1.5}$	3000

Užlaidos skaičiavimas cilindriniam paviršiui

$$\rho = k \cdot q_{\text{suk}},$$

$$q_{\text{suk}} = \Delta k \cdot l = 0,10 \cdot 176 = 17,6 \mu\text{m}$$

$$\text{Gr. apd.} = 0,06$$

$$\text{Gl. apd.} = 0,05$$

$$\rho_{\text{gr.tk}} = 0,06 \cdot 18 = 1,08 \mu\text{m} \approx 1$$

$$\rho_{\text{gl.tk}} = 0,05 \cdot 18 = 0,9 \mu\text{m} \approx 1$$

$$\epsilon_n = \sqrt{\epsilon_b^2 + \epsilon_{tv}^2 + \epsilon_{pas}^2} = 0 + 110 + 0 = 110 \mu\text{m}$$

$$\epsilon_n \text{ gl.} = k_y \cdot \epsilon_n \text{ gr.} = 0,05 \cdot 110 = 5,5 \mu\text{m}$$

$$2z_{i \text{ min}} = R_{z i-1} + n_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2},$$

$$2z_{i \text{ min}}(\text{gr.tk.}) = 2(160 + 250 + \sqrt{18^2 + 110^2}) = 1042,92 \mu\text{m}$$

$$2z_{i \text{ min}}(\text{gl.tk.}) = 2(50 + 50 + \sqrt{1^2 + 6^2}) = 213,6 \mu\text{m}$$

$$D_{\text{sk.gl.}} = 42 - 0,5 = 41,5 \text{ mm}$$

$$D_{\text{sk.gr.}} = 41,5 + 0,214 = 41,714 \text{ mm}$$

$$D_{\text{sk.r.}} = 41,714 + 1,043 = 42,757 \text{ mm}$$

$$T_{\text{gr.}} = (4200 + 190) / 2 = 2195 \mu\text{m}$$

$$D_{\max} = D_{\text{sk}} + T,$$

$$D_{\max(\text{gl.tk.})} = 41,5 + 190 = 231,5 \text{ mm}$$

$$D_{\max(\text{gr.tk.})} = 41,714 + 2195 = 2236,7 \text{ mm}$$

$$D_{\max(\text{r.})} = 42,757 + 4200 = 4242,757 \text{ mm}$$

$$z_{\min} = D_{\min} - D_{\min-1},$$

$$z_{\min(\text{gr.tk.})} = D_{\min.\text{r}} - D_{\min.\text{gr.}} = 42,757 - 41,714 = 1,043 \text{ mm} = 1043 \mu\text{m}$$

$$z_{\min(\text{gl.tk.})} = D_{\min.\text{gr.}} - D_{\min.\text{gl.}} = 41,714 - 41,5 = 0,214 \text{ mm} = 214 \mu\text{m}$$

$$z_{\max} = D_{\max} - D_{\max-1},$$

$$z_{\max(\text{gr.tk.})} = D_{\max.\text{r}} - D_{\max.\text{gr.}} = 4242,7 - 2236,7 = 2006 \text{ mm} = 2006000 \mu\text{m}$$

$$z_{\max(\text{gl.tk.})} = D_{\max.\text{gr.}} - D_{\max.\text{gl.}} = 2236,7 - 231,5 = 2005 \text{ mm} = 2005000 \mu\text{m}$$

$$\Sigma = 1043 + 214 = 1257$$

$$\Sigma = 2006000 + 2005000 = 4011000$$

5.4 lentelė

Užlaidų skaičiavimas

Technologiniai perėjimai $\text{Ø}42_{-0,5}^{+0}h10$	Užlaidos elementai, $\mu\text{m}$				Skaičiuotina užlaida, $\mu\text{m}$	Skaičiuotinas matmuo, mm	Tolerancija, $\mu\text{m}$	Ribiniai matmenys, mm		Ribinių užlaidų reikšmės, $\mu\text{m}$	
	Rz	h	$\rho$	$\epsilon$	Zmin	Dsk	T	Dmin	Dmax	Zmin	Zmax
Ruošinys	160	250	18	-	-	42,757	4200	42,757	4242,7	-	-
Grubus tekimas	50	50	1	110	1043	41,714	2195	41,714	2236,7	1043	200600
Glotnus tekimas	30	30	1	6	214	41,5	190	41,5	231,5	214	200500

$\Sigma$

1257	4011000
------	---------

## 5.8. Pjovimo režimų skaičiavimas

Tekinimo režimų skaičiavimas.

1. Pjovimo gylis.

$$t = u$$

čia

u – užlaidos dydis

$$t = u = 10 \text{ mm.}$$

Tekinimo patuma

$$s=0,3 \text{ mm/aps.}$$

2. Pjovimo greitis tekinant.

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv};$$

čia

$K_v$  – bendras pataisos koeficientas.

$$K_{mv}=K_r=1,2 \cdot \left(\frac{750}{565}\right)^{1,75} = 1,96 \text{ – koeficientas, įvertinantis apdirbamą medžiagą [1];}$$

$K_{iv}=1$  – koeficientas, įvertinantis įrankio medžiagą [1];

$K_{lv}=1$  – koeficientas, įvertinantis gręžimo gylį [1];

$C_v=420$ ,  $x=0,15$ ,  $y=0,2$ ,  $m=0,2$  konstantos ir laipsnių rodikliai [1];

$T=60 \text{ min}$  – peilio patvarumo reikšmė.

$$K_v = 1,96 \cdot 1 \cdot 1 = 1,96$$

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 10^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,96 = 326,92 \approx 327 \frac{\text{mm}}{\text{min}}.$$

3. Sukimosi dažnis

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 327}{3,14 \cdot 50} = 2082,80 \approx 2083 \text{ aps/min.}$$

4. Pjovimo jėga

Pjovimo jėga  $N$  išskaidoma į komponentes, nukreiptas staklių koordinačių kryptimis (tangentinė  $P_z$ , radialinė  $P_y$  ir ašinė  $P_x$ ), jas apskaičiuoju pagal formulę:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n \cdot K_p,$$

čia

$K_p$  – pataisos koeficientas išreiškiamas kaip komponentių sandauga ( $K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$ )

$K_{mp}$  – pataisos koeficientas apdirbant plieną ir ketų, įvertinantis apdirbamos medžiagos kokybės įtaką jėgos priklausomybėms;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750}\right)^n = \left(\frac{565}{750}\right)^{0,75} = 0,808$$

$K_{\varphi p}$  – pagrindinis kampas  $\varphi^0$ ;

$K_{\gamma p}$  – priekinis kampas  $\gamma^0$ ;

$K_{\lambda p}$  – pagrindinės pjovimo briaunos polinkio kampas  $\lambda^0$ ;

$K_{rp}$  – viršūnės spindulys  $r$ , mm.

$$K_{rp} = 0,93 \text{ mm}$$

$$K_{\varphi p} = K_{\gamma p} = K_{\lambda p} = 1$$

$$K_p = 0,808 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,751$$

Komponentių duomenys

5.5 lentelė

$C_p(P_z) = 300$	$C_p(P_y) = 243$	$C_p(P_x) = 339$
$x = 1$	$x = 0,9$	$x = 1$
$y = 0,75$	$y = 0,6$	$y = 0,5$
$n = -0,15$	$n = -0,3$	$n = -0,4$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 10^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 327^{-0,15} \cdot 0,751 = 3831,95 \text{ N}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 10^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 327^{-0,3} \cdot 0,751 = 1239,23 \text{ N}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 10^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 327^{-0,4} \cdot 0,751 = 1375,88 \text{ N}$$

1. Pjovimo galingumas.

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{3831,95 \cdot 327}{1020 \cdot 60} = 20,47 \text{ kW}.$$

2. Parinkti pjovimo režimai turi tenkinti sąlygą.

$$N \leq N_v \cdot \mu;$$

čia

$N_v$  – pagrindinio elektros variklio galia, kW;

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

$$20,47 \leq 30 \cdot 0,8$$

$$20,47 \leq 24$$

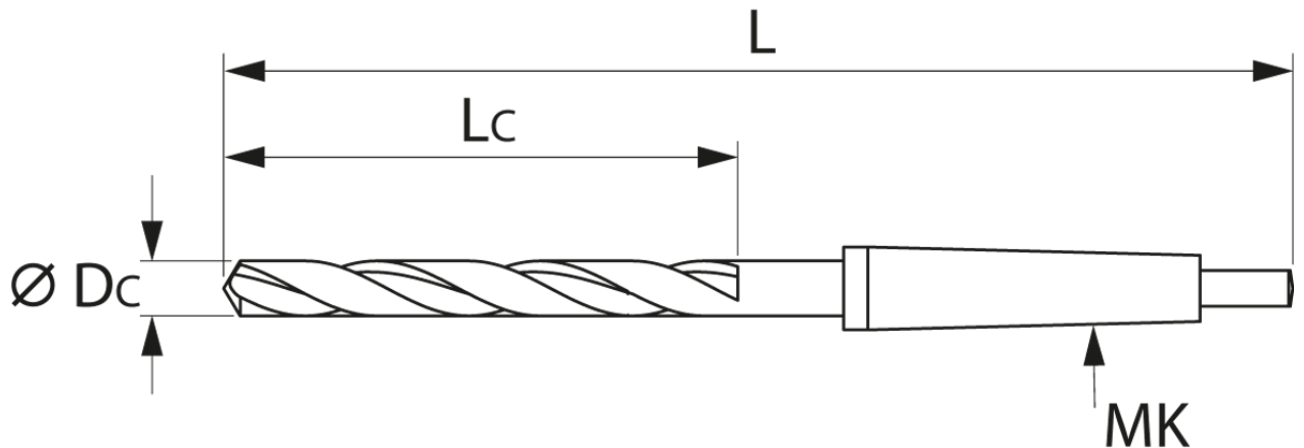
3. Pagrindinis technologinis laikas.

$$T_m = \frac{L_i \cdot i}{S_{min}};$$

čia  $i$  – perėjimų skaičius = 3.

$$T_m = \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(176 + 2 + 2) \cdot 3}{0,3 \cdot 2083} = 0,86 = 1,26 \text{ min.}$$

Gręžiama skylė 8mm. Skylė apdirbama spiraliniu grąžtu, matmenys surašyti 5.6 lentelėje.



5.12 pav. spiralinio grąžto eskizas

5.6 lentelė

Grąžto matmenys

Grąžtas	d, mm	$L_1$	$L_2$
HSS/E ISO 116360	8	75	43

Gręžimo režimų nustatymas:

1. Pjovimo gylis  $t = 0,5 D = 0,5 \cdot 8,2 = 4,1$  mm.
2. Gręžimo patuma vienam apsisukimui  $s = 0,32$  mm/ aps.
3. Pjovimo greitis gręžiant:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v,$$

čia  $D$  – gręžimo skersmuo, mm;

$C_v = 9$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,2$  – konstantos ir laipsnių rodikliai.

$T = 45$  min - grąžto patvarumas;

$K_v$  – bendras pataisos koeficientas;

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv},$$

čia  $K_{mv} = 1,28$  – koeficientas, įvertinantis apdirbamosios medžiagos įtaką pjovimo greičiui;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_u} \right)^n, \text{ kur (6.32)}$$

$K_{\Gamma} = 1,0$  – koeficientas apibūdinantis plieno grupę;

$n = 0,9$  – laipsnio rodiklis.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,28.$$

$K_{lv} = 1$  – koeficientas, įvertinantis gręžimo gylio įtaką;

$K_{uv} = 1$  – koeficientas, įvertinantis gražto medžiagos įtaką.

$$K_v = 1,28 \cdot 1 \cdot 1 = 1,28;$$

$$v = \frac{9 \cdot 8,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 1,28 = 18,1 \text{ m/min.}$$

4. Gražto sukimosi dažnis:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 18,1}{3,14 \cdot 8,2} = 626,6 \text{ r/min.}$$

5. Sukimosi dažnio suderinimas su staklių paso duomenimis.

Vertikalaus apdirbimo centro HURCO VMX24 špindelį gali sukurti nuo 75 iki 1000 aps/min nuosekliai. Parenkame sukimosi dažnį  $n_{st} = 500 \text{ r/min}$ .

$$n_{st} \leq n.$$

6. Gręžimo minutinė patuma:

$$s_m = s n_{st} = 0,32 \cdot 500 = 160 \text{ mm/min.}$$

7. Tikrasis pjovimo greitis:

$$v_t = \frac{\pi D n_{st}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,2 \cdot 500}{1000} = 14,4 \text{ m/min.}$$

8. Sukimosi momentas:

$$M = 10 C_M D^q s^y K_p,$$

čia  $C_m = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$ .

$K_p = 0,8$  – koeficientas, naudojamas ašinei jėgai paskaičiuoti.

$$K_p = \left( \frac{\sigma_u}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,81.$$

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,2^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,8 = 9,5 \text{ Nm.}$$

9. Apskaičiuojama ašinė pjovimo jėga:

$$P_0 = 10C_p D^q s^y K_p ,$$

čia  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$ .

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 8,2^1 \cdot 0,32^{0,7} \cdot 0,8 = 2254,2 \text{ N.}$$

10. Apskaičiuojama grąžtui sukti reikalinga pjovimo galia:

$$N = \frac{Mn_{st}}{9750} = \frac{9,5 \cdot 500}{9750} = 0,487 \text{ kW.}$$

Pjovimo režimas turi tenkinti sąlygą:

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

čia  $N_v$  – pagrindinio elektros variklio galia;

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

$$0,487 \leq 7,2 \text{ ( sąlyga tenkinama).}$$

11. Gręžimo mašininis laikas:

$$T_{m1} = \frac{L}{s_m} = \frac{40}{160} = 0,25 \text{ min,}$$

čia  $L = l + l_1 + l_2 = 35 + 5 = 40 \text{ mm.}$ ,

$l = 35 \text{ mm}$  – apdirbamosios detalės skersmuo;

$l_1 + l_2 = 5$  - grąžto įsipjovimo gylis ir praėjimo ilgis.

Apskaičiuoti pjovimo režimai pateikiami 5.7 lentelėje.

Pjovimo režimų lentelė

Operacijos nr.	Perėjimo nr.	Paviršiaus nr.	Pjovimo gylis t, mm	Patuma S, mm/aps	Pjovimo greitis v, mm/min	Sukimosi dažnis, aps/min	Pjovimo galingumas, kW
Tekinimas, gręžimas, centravimas							
1	1	Nuimamas galinis 1 paviršius	1	0,3 mm/aps.	327	2083	20
1	4	Paviršiaus 4 nuėmimas	2	0,3 mm/aps.	327	2083	20
1	3	Paviršiaus 6,10 nuėmimas	2	0,3 mm/aps.	327	2083	20
1	3	Paviršiaus 8 nuėmimas	2	0,3 mm/aps.	327	2083	20
1	3	Nuožulos nuėmimas 2,7,9 paviršiai	2	0,3 mm/aps.	327	2083	20
1	3	Nupjovimas	25	0,3 mm/aps.	327	2083	20
2	1	Galinio paviršiaus 12 nuėmimas	1	0,3 mm/aps.	327	2083	20
2	1	Nuožulos nuėmimas 11 paviršius	8	0,3 mm/aps.	327	2083	20
3	1	Gręžiama skylė kiaurai per 4 paviršių	35	0,32 mm/aps.	14,4	500	0,48

## 6. TECHNOLOGINIO PROCESO NORMAVIMAS

Technologinio proceso normavimas atliekamas kiekvienai operacija. Tekinimo staklėmis operacijos vienetinio laiko norma apskaičiuojama pagal formulę:

$$t_v = \sum t_0 + t_p + t_{ap} + t_{pl};$$

čia

$t_0$  – pagrindinis laikas, min;

$t_p$  – pagalbinis laikas, min;

$t_{ap}$  – darbo vietos aptarnavimo laikas, min;

$t_{pl}$  – laikas darbuotojo asmeniniams poreikiams.

Pagrindinis pjovimo laikas kiekvienam perėjimui:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f};$$

čia

$L$  – įrankio perslinkimo skaičiuojamas ilgis apdirbimo metu, mm;

$i$  – darbo eigų skaičius atliekamas perėjime;

$v_f$  – pastūmos greitis, mm/min.

Kai apdirbimo ciklas automatinis, dydis  $L$  nustatomas:

$$L = l + l_a + l_u;$$

$l$  – apdirbamo paviršiaus ilgis, mm;

$l_a$  – įrankio įsipjovimo ilgis, mm;

$l_u$  – įrankio praėjimo ilgis, mm.

Pagalbinis laikas  $t_p$  priklauso nuo staklių tipo ir apskaičiuojamas:

$$t_p = t_{pu} + t_{pv} + t_{pm};$$

čia

$t_{pu} = 0,30 \text{ min}$  – detalės uždėjimo ir nuėjimo laikas;

$t_{pv}$  – staklių valdymo laikas, min;

Staklių įjungimas ir išjungimas – 0,02 min;

Staklių skydo atidarymas ir uždarymas – 0,02 min;

Įrankio nustatymas į pradinę padėtį – 0,01 min;

$t_{pm} = 0,2 \text{ min}$  – detalių matavimo laikas.

Darbo vietos aptarnavimo laikas:

$$t_{ap} = t_t + t_{org};$$

čia

$t_t$  – techninis laikas, skirtas nudilusiam įrankiui pakeisti, įrankio reguliavimui;

$t_{org}$  – organizacinis laikas, darbo vietos paruošimas darbo pradžiai;

Darbo vietos aptarnavimo ir poilsio laikas skaičiuojami pagal formulę:

$$t_{ap} = \frac{t_0 \cdot a_{apt}}{100};$$

$$t_{pl} = \frac{(t_0 \cdot t_p) \cdot a_{pl}}{100};$$

čia

$a_{apt}$  –  $t_{ap}$  nuo pagrindinio laiko, 2%;

$a_{pl}$  –  $t_{pl}$  nuo pagrindinio laiko, 2%;

### Skačiuojama vienetinio laiko forma

Nuimamas galinis 1 paviršius.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{50 \cdot 1}{50} = 1 \text{ min.}$$

Paviršiaus 4 nuėmimas

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 126 + 0,3 + 1 = 127,3 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{127,3 \cdot 4}{50} = 10,18 \text{ min.}$$

Paviršiaus 6,10 nuėmimas.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 50 + 0,3 + 1 = 51,3 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{51,3 \cdot 3}{50} = 3,08 \text{ min.}$$

Paviršiaus 8 nuėmimas.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 25 + 0,3 + 1 = 26,3 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{26,3 \cdot 3}{50} = 1,58 \text{ min.}$$

Nuožulos nuėmimas 2,7,9 paviršiai.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 18 + 0,3 + 1 = 19,3 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{19,3 \cdot 3}{50} = 1,16 \text{ min.}$$

Nupjovimas.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 1 + 50 + 1 = 52 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{52 \cdot 1}{50} = 1,04 \text{ min.}$$

Galinio paviršiaus 12 nuėmimas.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 50 + 1 = 51 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{51 \cdot 1}{50} = 1,02 \text{ min.}$$

Nuožulos nuėmimas 11 paviršius.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 5 + 0,3 + 1 = 6,3 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{6,3 \cdot 1}{50} = 0,13 \text{ min.}$$

Gręžiama skylė kiaurai per 4 paviršių .

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{v_f}$$

$$L = l + l_a + l_u;$$

$$L = 8,2 + 0,3 + 1 = 9,5 \text{ mm}$$

$$t_0 = \frac{9,5 \cdot 1}{50} = 0,19 \text{ min.}$$

Pagrindinis laikas.

$$\sum t_0 = 1 + 10,18 + 3,08 + 1,58 + 1,16 + 1,04 + 1,02 + 0,13 + 0,19 = 19,38 \text{ min.}$$

Pagalbinis laikas.

$$\sum t_0 = 0,30 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,35 \text{ min.}$$

Aptarnavimo laikas

$$t_{ap} = \frac{t_0 \cdot a_{apt}}{100} = \frac{0,35 \cdot (2\% \cdot 19,38)}{100} = 0,0014 \text{ min.}$$

Poilsio laikas

$$t_{pl} = \frac{(t_0 \cdot t_p) \cdot a_{pl}}{100} = \frac{(0,35 \cdot 0,39) \cdot 19,38}{100} = 0,026min.$$

Skaičiuojama vienetinė laiko norma.

$$t_v = 0,35 + 19,38 + 0,0014 + 0,026 = 19,76min.$$

## 7. TECHNINIAI IR ESPLOATACINIAI REIKALAVIMAI

### 7.1. Bendroji dalis

- Darbuotojo atsakomybė už darbų saugos instrukcijų pažeidimą. Darbuotoją, išklausių darbų saugos įvadinį instruktažą, instruktažą darbo vietoje ir apie tai pasirašiusiam saugos darbe instruktavimo žurnaluose, už darbų saugos instrukcijų pažeidimą, taikoma Lietuvos Respublikos įstatymų numatyta darbo drausminė, materialinė, administracinė arba baudžiamoji atsakomybė [ 2,3,4,7 ].

- Su žirklinių keltuvu gali dirbti asmuo sulaukęs 18 metų, patikrinęs sveikatą ir apie tai pateikęs medicinos įstaigos pažymėjimą, išklauses įvadinį ir darbo vietoje instruktažus bei pasirašęs apie tai instruktažų registravimo žurnale.

- Darbuotojas privalo laikytis įmonės vidaus darbo tvarkos taisyklių, su kuriomis turi būti supažindintas sudarant darbo sutartį.

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

- Rūkyti leidžiama tik rūkymui įrengtoje ir ženklų pažymėtoje vietoje.

- Dirbti privalo tik tą darbą, kurį apmokytas dirbti, atitinkamai instruktuos darbo vietoje ir turi vadovo nurodymą šį darbą atlikti. Nejungti staklių ir įrengimų su kuriais darbuotojui nenurodyta dirbti.

- Priešgaisrinės apsaugos reikalavimai. Darbuotojas privalo:

- a) žinoti priešgaisrinės apsaugos instrukcijų bei taisyklių reikalavimus ir juos vykdyti;

- b) žinoti kur objekte saugomos gaisro gesinimo priemonės ir mokėti jomis naudotis;

- Nukentėjęs nelaimingo atsitikimo metu asmuo (susižeidęs darbe, kelyje tarp darbovietės ir namų) turi nedelsdamas apie tai pranešti tiesioginiam darbų vadovui arba bendradarbiams.

- Darbo vieta ir įrengimų būklė iki bus pradėtas nelaimingo atsitikimo tyrimas, turi išlikti tokios, kokios buvo nelaimingo atsitikimo metu, jeigu tai nekelia pavojaus kitų darbuotojų sveikatai ir saugai.

- Palaikyti sanitarinės buitinės patalpos švarą ir tvarką.

- Praneškite vadovui jeigu nepakankamai apšviesta darbo vieta, jeigu darbo sąlygos (dulkės, triukšmas) neatitinka reglamentuojamoms higienos normoms.

## **7.2. Galimi rizikos veiksniai**

- Judančios mašinos ir mechanizmai.
- Gamybinių įrengimų judančios dalys.
- Daiktų, ruošinių kritimas (įskaitant atšokusias jų skeveldras).
- Nuo staklių atšokančios drožlės.
- Blogas darbo vietos stovis (darbo zonos užgriozdinimas, pašaliniai daiktai ir t.t.)
- Hidraulinės sistemos gedimai.

## **7.3. Veiksmai prieš darbo pradžią**

- Prieš kiekvieną staklių įjungimą įsitikinti, kad tai niekam nekels pavojaus.
- Susipažinti su praėjusią pamainą įvykusiais gedimais ir jiems šalinti panaudotomis priemonėmis.
  - Apie staklių gedimą tuojau pat pranešti vadovui ir kol nebus pašalintas gedimas nepradėti dirbti.
  - Įrankius ir įtaisus išdėstyti patogiai jais naudotis tvarka.
  - Patikrinti ir pasirūpinti, kad staklės būtų tinkamai suteptos.
  - Laikyti darbo vietą švaroje ir neužkauti jos detalėmis ir ruošiniais, metalinėmis atliekomis ir šiukšlėmis.
  - Jeigu grindys slidžios (išlieta emulsija ar alyva) reikia jas pabarstyti pjuvenomis ir išvalyti.
  - Patikrinti hidraulinės sistemos elementų hermetiškumą.

## **7.4. Saugumo reikalavimai darbo metu**

- Staklėms dirbant neimti ir neperdavinėti per veikiančias stakles bet kokių daiktų.
- Būtina sustabdyti stakles:
  - a) laikinai nutraukus darbą;
  - b) nutrūkus ar sumažėjus hidraulinės sistemos slėgiui;
  - c) valant, tepant, šluostant stakles;

- d) pastabėjus įrengimų gedimų;
- e) veržiant veržles varžtus ir kitas staklių jungimo detales;
- f) tvirtinant apdirbamas detales;
- g) pastebėjus hidraulinio skysčio nuotėkį.

### **7.5. Saugumo reikalavimai avarinėse situacijose**

- Nedelsiant pranešti administracijai apie įrengimų gedimus, kurie gali būti pavojingi dirbančiųjų sveikatai ir gyvybei. Nepašalinus gedimo - darbo nepradėti.
- Įvykus nelaimingam atsitikimui, nukentėjusiam tuojau pat suteikti medicininę pagalbą ir apie įvykį pranešti cecho administracijai. Avarinę situaciją, kurioje buvo traumuotas žmogus plikti be pakeitimų.
- Pastebėjus gaisrą nedelsiant pranešti ugniagesiams, imtis priemonių informuoti žmones apie gaisrą, gesinti gaisrą turimomis priemonėmis ir iškviesti objekto vadovą.

### **7.6. Saugumo reikalavimai baigus darbą**

- Išjungti staklių hidraulinę stotelę.
- Sutvarkyti darbo vietą: nuvalyti nuo staklių drožles, purvą ir patepti besitrinančias staklių dalis, sutvarkyti įrankius, prietaisus, tvarkingai sudėti detales ir ruošinius arba atiduoti juos į sandėlį.
- Sudėti įrankius į tam tikslui skirtas vietas.
- Parduodant pamainą, pranešti priimančiajam apie pastebėtus staklių, įrankių gedimus ir apie priemones, kurių buvo imtasi jiems pašalinti.

### **7.7. Eksploataciniai reikalavimai**

- Tepti judančius mazgus prieš pradedant darbus.
- Keisti alyva ir filtrus kartą į mėnesį.
- Turi būti iškabintos instrukcijos matomoje vietoje.

- Turi būti vedamas apžiūrų žurnalas.
- Prie kiekvieno įrenginio turi stovėti įrenginio pasas su techninėmis charakteristikomis.

### **7.8. Eksploataciniai reikalavimai**

- Eksploataciniai skysčiai turi būti saugomi metalinėse sandariose tarose.
- Panaudotos pirštinės, pašluostės turi būti saugomos metalinėse talpyklose.
- Kas savaitę tikrinti staklių būseną, žiūrėti ar neatsirado skysčiu pratekėjimo iš eksploatuojamų įrenginių.

## 8. EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

### 8.1. Keltuvo ekonominiai skaičiavimai

Ekonominėje dalyje paskaičiuota automobilių žirklinio keltuvo gamybos savikaina, bei pateikiama galima pardavimo kaina.

8.1 lentelė

#### Gaminio savikainos skaičiavimas

	Išlaidų straipsnis	Išlaidos, EUR
<b>I.</b>	<b>Gaminio projektavimo ir technologinio rengimo išlaidos:</b>	
a)	projektavimo darbai	4213,12
b)	technologijos paruošimo darbai	1887,50
	<b>Iš viso projektavimo ir technologinio rengimo išlaidų</b>	<b>6100,62</b>
<b>II.</b>	<b>Tiesioginės gamybos išlaidos:</b>	
<b>1.</b>	<b>Tiesioginės medžiagų sąnaudos</b>	
a)	medžiagų ir žaliavų išlaidos	5048
b)	grįžtamosios atliekos	80,42
c)	pagalbinių medžiagų išlaidos	473,10
d)	standartinių detalių pirkimo išlaidos	1513,55
<b>2.</b>	<b>Tiesioginės darbo apmokėjimo sąnaudos (pagrindinės gamybos darbininkams)</b>	
a)	darbo užmokestis	5933,54
b)	socialinis draudimas (31%)	1839,34
	<b>Iš viso tiesioginių gamybos išlaidų</b>	<b>7772,88</b>
<b>III.</b>	<b>Netiesioginės gamybos išlaidos:</b>	
a)	vandens išlaidos	3,44
c)	elektros išlaidos technologiniams tikslams	8993,6
d)	aptarnaujančio personalo darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidos	8448
e)	patalpų šildymo išlaidos	0,00
f)	patalpų apšvietimo išlaidos	271,04
g)	ilgalaikio turto nusidėvėjimas	2319
	<b>Iš viso netiesioginių gamybos išlaidų</b>	<b>20035,08</b>
	<b>Gamybos savikaina</b>	<b>33908,58</b>
<b>IV.</b>	<b>Veiklos sąnaudos</b>	<b>13995,84</b>
	<b>Iš viso išlaidų</b>	<b>47904,42</b>
	Gamybos programa, vnt.	5
	Vieno gaminio išlaidos	9580,89
	Gaminio pardavimo kaina	12000,00

## 8.2. Projektavimo darbų sąnaudos

8.2 lentelė

Projektavimo darbų laiko sąnaudos

Eilės Nr.	Projektavimo darbų charakteristikos	Vienos detalės projektavimo laiko sąnaudos, val.	Brėžinių skaičius, vnt.	Visų detalių laiko sąnaudos, val.
1.	Techninė užduotis	0,9	1	0,9
2.	Techninis projektas	3	1	3
3.	Darbo brėžiniai	2,5	22	55
4.	Surinkimo brėžiniai	0,8	11	8,8
5.	Brėžinių kontrolė	1	32	32
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	2,5	33	82,5
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	1	22	22
8.	Brėžinių po bandymo taisymas	1,5	5	7,5
9.	Darbų apiforminimas	1	32	32
10.	Kopijavimo darbai	0,2	32	6,4
			<b>Iš viso:</b>	<b>253,5</b>

Priimama, kad mėnuo turės 22 darbo dienas, o darbo dienos trukmė – 8 val., dirbant viena pamaina. Projektavimo trukmė – 2 mėnesiai.

Projektuotojų skaičius skaičiuojamas pagal formulę:

$$N = \frac{T_{pr.}}{T_{ef.}} \quad (8.1)$$

čia

$T_{pr}$  – projektavimo darbų sąnaudos;

$T_{ef}$  - efektyvus vieno projektuotojo darbo laiko fondas.

Efektyvus vieno projektuotojo darbo laiko fondas skaičiuojamas pagal formulę:

$$T_{ef.} = D * \alpha \quad (8.2)$$

čia:

$D$  – darbo valandų skaičius, skirtas projektavimo darbams;

$\alpha$  – koficientas, įvertinantis planinius laiko nuostolius.  $\alpha = 0,92$ .

$$T_{ef.} = 2 * 8 * 22 * 0,92 = 323,84.$$

$$N = \frac{293,5}{323,84} = 0,9.$$

Pagal atliktus skaičiavimus darbo krūvis neviršija vieno projektuotojo darbo atlikimo galimybių, todėl priimama, kad projektavimo darbus atliks vienas projektuotojas.

Apskaičiavus projektavimo laiko sąnaudas ir sąlygą, kad projektą atliks vienas žmogus, galima skaičiuoti projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudas. Projektuotojui taikoma laikinė darbo apmokėjimo forma. Ši forma priklauso nuo išdirbto laiko ir valandinio tarifo įkainio. Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos pateikiamos 8.3 lentelėje.

8.3 lentelė

**Projektuotojo darbo apmokėjimo sąnaudos**

<b>Eilės Nr.</b>	<b>Projektavimo darbai</b>	<b>Visų detalių laiko sąnaudos, val.</b>	<b>Visų detalių laiko sąnaudos, dienomis</b>	<b>Vidutinis dienos darbo užmokestis, EUR</b>	<b>Apmokėjimo suma, EUR</b>
1.	Techninė užduotis	0,9	0,11	100	11,25
2.	Techninis projektas	3	0,38	100	37,5
3.	Darbo brėžiniai	55	6,88	100	687,50
4.	Surinkimo brėžiniai	8,8	1,1	100	110
5.	Brėžinių kontrolė	32	4	100	400
6.	Specifikacijų ir techninių sąlygų sudarymas	82,5	10	100	1031,25
7.	Bandomojo pavyzdžio gamyba	22	2,75	50	137,50
8.	Brėžinių po bandymo taisymas	7,5	0,94	100	93,75
9.	Darbų apiforminimas	32	4	40	160
10.	Kopijavimo darbai	6,4	0,8	40	32
				<b>Iš viso:</b>	<b>2700,72</b>

Gaminio projektavimo sąnaudų apskaičiavimas pateikiamas 8.4 lentelėje.

8.4 lentelė

**Gaminio projektavimo sąnaudos**

<b>Eilės Nr.</b>	<b>Kalkuliaciniai straipsniai</b>	<b>Suma, EUR</b>
1.	Medžiagų sąnaudos (10%)	270,07
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	2700,72
3.	Socialinio draudimo sąnaudos (31%)	837,22
4.	Veiklos sąnaudos (15%)	405,11
	<b>Iš viso:</b>	<b>4213,12</b>

Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudų suvestinė pateikiama 8.5 lentelėje.

8.5 lentelė

**Ruošinių gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos**

<b>Eilės Nr.</b>	<b>Darbų rūšis</b>	<b>Ruošinių skaičius, vnt.</b>	<b>Darbų imlumas, val.</b>	<b>Valandinis tarifas, EUR</b>	<b>Ruošinio gamybos technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, EUR</b>
1.	Detalių technologiškumo analizė	22	1	12,5	275,00
2.	Technologijos ruošiniams pagaminti parengimas	22	1	12,5	275,00
				<b>Iš viso:</b>	<b>550,00</b>

Parinkant ruošinį svarbu atlikti išsamią gaminamos detalės ar detalių technologiškumo analizę. Prieš pradėdant gamybinį procesą taip pat reikia numatyti gaminio ruošinių pagaminimo būdus ir jų išsamią technologiją. Šiuos darbus atlieka technologai, valandiniai įkainiai nustatomi remiantis vidutinių tarifiniais atlygiais bei konsultuojantis su realiai egzistuojančių firmų vadovais. Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudų suvestinė pateikiama 8.6 lentelėje.

8.6 lentelė

**Mechaninio apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos**

<b>Darbų rūšis</b>	<b>Detalių skaičius, vnt.</b>	<b>Darbų imlumas, val.</b>	<b>Valandinis tarifas, EUR</b>	<b>Detalių apdirbimo technologijos darbo užmokesčio sąnaudos, EUR</b>
Mechaninio apdirbimo technologijos parengimas	22	1	12,5	275,00
			<b>Iš viso:</b>	<b>275,00</b>

Turint atliktas detalių technologiškumo analizes, nustatomas jiems pagaminti gamybos technologinio proceso turinys, parenkami įrengimai, įrankiai bei darbininkų, atliekančių mechanines operacijas vienetiniai laikai. Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudų suvestinė pateikiama 8.7 lentelėje.

8.7 lentelė

**Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Darbų rūšis</b>	<b>Detalių (surinkimo vienetų) skaičius, vnt.</b>	<b>Darbų imlumas, val.</b>	<b>Valandinis tarifas, EUR</b>	<b>Kitų technologinių procesų darbo užmokesčio sąnaudos, EUR</b>
1.	Terminio ir suvirinimo darbų technologijos parengimas	14	1	12,5	175,00
2.	Surinkimo ir šaltkalvių darbų technologijos parengimas	20	1	12,5	250,00
				<b>Iš viso:</b>	<b>425,00</b>

8.8 lentelė

## Gaminio technologinio parengimo sąnaudos

Eilės Nr.	Kalkuliaciniai straipsniai	Suma, EUR
1.	Medžiagų sąnaudos (10%)	125,00
2.	Darbo užmokesčio sąnaudos	1250,00
3.	Socialinio draudimo sąnaudos (31%)	387,50
4.	Veiklos sąnaudos (10%)	125,00
	<b>Iš viso:</b>	<b>1887,50</b>

## 8.3. Tiesioginės gamybos išlaidos

8.9 lentelė

## Medžiagų vertė

Eil. Nr	Medžiagos pavadinimas	Kaina, EUR/t arba EUR/m	Matavimo vienetai	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, EUR
1.	Plienas 20, kvadratinio profilio vamzdis, 150 x 150 x 10 mm storio	5000,00	t	0,1	500
2.	Plienas 20, kvadratinis vamzdis 100 x 100 x 6 mm storio	5000,00	t	0,31	1550
3.	Plienas 20, kvadratinis vamzdis 140 x 140 x 8 mm storio	5000,00	t	0,04	200
4.	Plienas 20, kvadratinis vamzdis 160 x 160 x 8mm storio	5200,00	t	0,35	1820
5.	Plienas 10, 12 x 1500 x 6000 lakštas	4500,00	t	0,03	135
6.	Plienas 20, 20 x 2000 x 6000 lakštas	4500,00	t	0,03	135
7.	Plienas 45, Ø42 strypas	2400,00	t	0,095	228
8.	Plienas 45, Ø52 strypas	2400,00	t	0,2	480
			<b>Iš viso:</b>	<b>1,155</b>	<b>5048</b>

Atliekų kiekis produkcijos vienetui skaičiuojamas pagal formulę:

$$A = Q - q ;$$

čia:  $Q$  - ruošinių masė,  $kg$  ;

$q$  - detalių masė,  $kg$  .

$$A = 230,3 - 30,3 = 30,3kg .$$

Gamybos programos atliekų kiekis skaičiuojamas pagal formulę:

$$A_m = A \cdot N ;$$

čia:  $A$  - atliekų kiekis produkcijos vienetui,  $kg$  ;

$N$  - gamybos programa,  $vnt$  , ( $5vnt$  ).

$$A_m = 30,3 \cdot 5 = 151,5kg .$$

8.10 lentelė

**Grižtamųjų atliekų vertė**

Atliekų pavadinimas	Atliekų kiekis, kg	Atliekų kaina, EUR/kg	Suma, EUR
Plienas	151,75	0,53	80,42
		<b>Iš viso:</b>	<b>80,42</b>

8.11 lentelė

**Pagalbinių medžiagų vertė**

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vienetai	Kaina, EUR	Sunaudota medžiagų	Medžiagų vertė, EUR
1.	Suvirinimo viela Mig/Mag	Kg	3,00	50	150,00
2.	Dujos suvirinimo darbams	ltr	110,00	0,5	55,00
3.	Purškiamas cinkas	kg	20,00	6	120,00
4.	Dažai	kg	17,00	8,5	144,50
5.	Emulsija aušinimui	kg	6,00	0,6	3,60
				<b>Iš viso:</b>	<b>473,10</b>

8.12 lentelė

**Įsigyjamų standartinių gaminių vertės skaičiavimas**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Standartinių detalių pavadinimas</b>	<b>Detalių kiekis</b>	<b>Detalės kaina</b>	<b>Suma, EUR</b>
1.	Hidrocilindras D80 L240	5	116,00	580,00
2.	Hidraulinė pompa „Power Team P460“	5	105,00	525,00
3.	Veržlė DIN985 M12x1,5-Zn	20	0,33	6,60
4.	Varžtas DIN961 M12x1,5x25-8.8-Zn	20	0,75	15,00
5.	Spyr. poveržlė DIN127 M12-Zn	20	0,05	1,00
6.	Varžtas DIN931 M16x55-8.8-Zn	40	0,45	18,00
7.	Veržlė DIN985 M16x1,5-Zn	40	0,59	23,60
8.	Poveržlė DIN9021 M16-A2	40	0,04	1,60
9.	Varžtas DIN960 M33x1,5x80-10.9	10	1,87	18,70
10.	Veržlė DIN936 M33x1,5-Zn	10	0,86	8,60
11.	Spyr. poveržlė DIN127 M20-Zn	5	0,13	0,65
12.	Spyruoklė DIN 2097. D = 11, d = 1, L = 130.	5	1,36	6,80
13.	Spyruoklė DIN 17223 D = 40, d = 5, L = 420.	5	13,00	65,00
14.	Ratukas LK-SPO 150G Ø150	20	12,00	240,00
15.	Vielinis kaištis DIN94 4x32-A4	20	0,15	3,00
			<b>Iš viso:</b>	<b>1513,55</b>

8.13 lentelė

**Pagrindinių darbininkų darbo užmokesčio apskaičiavimas**

<b>Profesijos pavadinimas</b>	<b>Skaičius</b>	<b>Kvalifikacijos kategorija</b>	<b>Valandinis įkainis</b>	<b>Laikas vienai detalei apdirbti val.</b>	<b>Gamybos programa vnt.</b>	<b>Dirbta valandų</b>	<b>Darbo užmokestis, EUR</b>
Tekintojas	1	III	12,50	0,047	5	0,235	2,94
Frezuotojas	1	III	12,50	0,067	5	0,335	4,19
						<b>Iš viso:</b>	<b>7,13</b>

8.14 lentelė

## Tiesioginių darbo užmokesčio išlaidų skaičiavimas

Profesijos pavadinimas	Pagrindinis DU*, EUR	Papildomas DU*, EUR	Bendras DU*, EUR	Atskaitymai socialiniam draudimui, EUR	Iš viso DU* išlaidų, EUR
<b>Projektuojamai detalei pagaminti</b>					
Tekintojas	2,94	0,35	3,29	1,02	4,31
Frezuotojas	4,19	0,50	4,69	1,45	6,14
<b>Kitoms detalėms pagaminti</b>					
Tekintojas	1342,04	134,20	1476,24	457,63	1933,87
Frezuotojas	1536,32	153,63	1689,95	523,88	2213,83
Suvirintojas	1336,17	133,61	1469,78	455,63	1925,41
Dažytojas	464,93	46,49	511,42	158,50	669,96
Surinkėjas	707,43	70,74	778,17	241,23	1019,40
<b>Iš viso:</b>			<b>5933,54</b>	<b>1839,34</b>	<b>7772,92</b>

\*DU – darbo užmokestis

Projektuojamoms detalėms pagaminti darbuotojai dirbs vieną dieną, kitoms detalėms pagaminti reikės vieno mėnesio. Surinkimo darbai truks du mėnesius.

## 8.4. Netiesioginės darbo išlaidos

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

8.15 lentelė

## Vandens, kuris buvo sunaudotas gamybos tikslams išlaidų suvestinė

Rodiklis	Vandens kiekis įrenginiui, l / val.	Kubinio metro kaina, EUR	Staklių darbo laikas, val.	Išlaidos šaltam vandeniui, EUR
Aušinimo skysčiui	3	1.30	176	0.69
Detalėms plauti	15	1.30	125	2.44
Terminiam apdirbimui	3	1.30	80	0.31
<b>Iš viso:</b>				<b>3.44</b>

8.16 lentelė

## Netiesioginės darbo užmokesčio išlaidos

Eil. Nr.	Profesijos pavadinimas	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, EUR	Papildomas DU, EUR	Atskaitymai soc. draudimui, EUR	Mėnesio DU išlaidos, EUR vienam	Iš viso DU išlaidų, EUR viso
1.	Elektrikas	1	1100	110,0	242,0	1452,0	2904,0
2.	Įrengimų prižiūrėtojas	1	1100	110,0	242,0	1452,0	2904,0
3.	Vairuotojas	1	1000	100,0	220,0	1320,0	2640,0
	Iš viso	3	3200	320	704	<b>4224</b>	<b>8448</b>

Projektuojamoms detalėms pagaminti darbuotojai dirbs vieną dieną, kitoms detalėms pagaminti reikės vieno mėnesio. Surinkimo darbai truks du mėnesius.

8.17 lentelė

## Išlaidos patalpų šildymui

Projektavimo darbai trunka 2 mėnesius, gamyba – truks du mėnesius. Mažinant savikainą, visi darbai bus atliekami šiltuoju metų laiku, todėl šildymo sąnaudos bus nulinės.

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Šildomas plotas, kv. m	1 kv. m šildymo kaina, EUR	Šildymo sezonas, mėn.	Išlaidos šildymui (gamybinei programai)
1	Administracinės patalpos	50	4,85	0	0
2	Gamybinės patalpos	200	2,58	0	0
<b>Iš viso:</b>					<b>00,00</b>

8.18 lentelė

## Išlaidos patalpų apšvietimui

Eil. Nr.	Patalpų pavadinimas	Patalpų plotas, kv. m	Apšvietimo norma, W / kv. m	Apšvietimo laikas, val.	Elektros energijos sąnaudos, kWh	1 kWh kaina, EUR	Išlaidos už elektros energiją, EUR
1.	Administracinės patalpos	50	0,06	352	1056	0,07	73.92
2.	Gamybinės patalpos	200	0,04	352	2816	0,07	197.12
	Iš viso	250					<b>271.04</b>

Projektuojamoms detalėms pagaminti darbuotojai dirbs vieną dieną, kitoms detalėms pagaminti reikės vieno mėnesio. Surinkimo darbai truks du mėnesius.

8.19 lentelė

## Įrengimų poreikio ir jų galingumo skaičiavimas

Eil. Nr.	Įrengimų pavadinimas	Kiekis, vnt.	Vertė, EUR		Vieneto galingumas, kW	Galingumų suma, kW
			Įrengimo	Visų įrengimų		
<b>Staklės</b>						
1	Programinio valdymo tekinimo staklės EMCO TURN 420MC	1	30000	30000	8,9	8,9
2	Skaitmeninio programinio valdymo frezavimo staklės Lagun GBM 14	1	15000	15000	17	17
3	Programinės vertikalios gręžimo staklės 2C135Φ2.	1	8000	8000	10	10
<b>I</b>	<b>Iš viso</b>	3		<b>53000</b>		<b>35,9</b>
<b>Kiti įrengimai</b>						
1	Suvirinimo aparatas Telwin TIG 422 AC/DC	1	5000	5000	8	8
2	Oro kompresorius su varžtų sukimo įranga	1	3000	3000	3,2	3,2
<b>II</b>	<b>Iš viso</b>	2		<b>8000</b>		<b>11,2</b>
<b>Transporto priemonės</b>						
1	Elektrinis krautuvas „J1.60-2.00XMT“	1	2500	2500	4	4
2	Rankinis hidraulinis keltuvas 2004 PT2	1	400	400		
3	Mikroautobusas	1	4000	4000		
<b>III</b>	<b>Iš viso</b>	3		<b>6900</b>		4
	<b>Iš viso (I+II+III)</b>	9		<b>67900</b>		<b>51,1</b>
<b>IV</b>	Pristatymo, montavimo, komplektavimo, derinimo išlaidos			6790		
	Įsigijimo savikaina I+II+III+IV			74690		
	Išlaidos elektros energijai technologiniams tikslams					<b>8993,6</b>

8.20 lentelė

## Ilgalaikio turto nusidėvėjimo skaičiavimas

Materialusis ilgalaikis turtas	Įsigijimo vertė, EUR	Likvidacinė vertė, EUR	Normatyvas, metais	Nusidėvėjimo suma per 1 metus, EUR	Nusidėvėjimo suma per 2 mėn., EUR
Staklės	53000	5300	5	10600	1766
Kiti įrengimai	8000	800	5	1600	266
Transporto priemonės	6900	690	4	1725	287
<b>Iš viso</b>	<b>67900</b>	<b>6790</b>		<b>13925</b>	<b>2319</b>

Projektuojamoms detalėms pagaminti darbuotojai dirbs vieną dieną, kitoms detalėms pagaminti reikės vieno mėnesio. Surinkimo darbai truks du mėnesius.

## 8.5. Veiklos sąnaudos

8.21 lentelė

## Bendros ir administracinės sąnaudos

Sąnaudų pavadinimas	Sąnaudos, EUR.	Pastabos
Atlyginimų sąnaudos	7858,84	
Nuomos sąnaudos	4000	
Remonto ir eksploatacijos sąnaudos	2037	2-5% nuo įrengimų vertės
Kanceliarinių prekių ir prenumeratos sąnaudos	100	50 EUR vienam administracijos darbuotojui
<b>Iš viso</b>	<b>13995,84</b>	

8.22 lentelė

## Išlaidos vadovų, specialistų ir tarnautojų darbo apmokėjimui

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Mėnesinė alga, EUR.	Atsiskaitymai soc. draudimui, EUR.	Mėnesio DU išlaidos, EUR.	Iš viso išlaidų, EUR
Buhalteris	1	1300	402,74	1702,74	3405,48
Sekretorė	1	900	278,82	1178,82	2357,64
Valytoja	1	800	247,86	1047,86	2095,72
<b>Iš viso</b>	<b>3</b>	<b>3000</b>	<b>930</b>	<b>3930</b>	<b>7858,84</b>

Projektuojamoms detalėms pagaminti darbuotojai dirbs vieną dieną, kitoms detalėms pagaminti reikės vieno mėnesio. Surinkimo darbai truks du mėnesius.

8.23 lentelė

## Išlaidų patalpų nuomai apskaičiavimas ( 2 mėn.)

Nuomojamos patalpos		Kvadratinio metro nuomos kaina, EUR	Nuomos vertė, EUR
Patalpų rūšis	Patalpų plotas, m <sup>2</sup>		
Administracinės patalpos	50	20	2000
Gamybinės patalpos	200	5	2000
<b>Iš viso</b>	<b>250</b>		<b>4000</b>

## IŠVADOS

Baigiamajame bakalauro darbe suprojektavau automobilių žirklinį keltuva. Darbe pateiktos išsamios analogiškų įrenginių ir konstrukcijų analizės. Aprašyta įrenginio konstrukcija. Atlikti pagrindinių įrenginio detalių stipruminiai skaičiavimai. Pasirinkta viena detalė iš projektuojamo įrenginio ir atlikta technologinio apdirbimo analizė. Apskaičiuotos gamybos išlaidos ir gaminio savikaina.

Įvykdytas pagrindinis iškeltas uždavinys: pavyko suprojektuoti įrenginį funkcionalesnį už analogiškus įrenginius esančius rinkoje pasiekiant žemesnę realizacijos kainą.

## LITERATŪRA

1. Bražiūnas A.J. *Mašinių gamybos technologijos pagrindai*, Kaunas: Technologija, 2004. – 512p.;
2. Juodojo metalo laužo kainos. Prieiga per internetą: [www.metalukainos.lt](http://www.metalukainos.lt) [Žiūrėta: 2020.11.20 14:29];
3. Hoffman įrankių katalogas. Prieiga per internetą: <http://www.hoffmann-group.com> [Žiūrėta: 2020.11.20 14:49];
4. Konstrukcinių plieno strypų kainos. Prieiga per internetą: [www.b-a.lt](http://www.b-a.lt) [Žiūrėta: 2020.11.20 15:32];
5. Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. *Справочник технолога – машиностроителя*. В двух томах, Том 2, Москва, Машиностроение, 1985;
6. Staklių katalogas. Prieiga per internetą: [www.emco.co.uk/products](http://www.emco.co.uk/products) [Žiūrėta: 2020.11.20 16:30];
7. Pjovimo įrankių katalogas. Prieiga per internetą: [www.MS24.lt](http://www.MS24.lt) [Žiūrėta: 2020.11.20 17:25];
8. Панова А. А. *Обработка металлов резанием. Справочник технолога*, Москва, Машиностроение, 1988;
9. Ramonas Z., Bražėnas A. *Tekinimas programinėmis staklėmis. Metodiniai nurodymai*, Kaunas, Technologija, 1991, 94p.;
10. Ramonas Z., Bražėnas A. *Frezavimas programinėmis staklėmis. Metodiniai nurodymai*, Kaunas, Technologija, 1992, 84p.;
11. Rimkus J. *Mašinių gamybos technologija. Kursinis projektavimas*, Šiauliai, 2003, 84p.;
12. Šniuolis R. *Pjovimo režimų nustatymas*, Šiauliai, ŠU leidykla, 2000., 43p.;
13. *Tunguloy Cutting Tools Catalog*, 2004, 2092p.;
14. Pjovimo įrankių katalogas . Prieiga per internetą: [www.mitsubishicarbide.com](http://www.mitsubishicarbide.com) [Žiūrėta: 2020.11.23 14:20];
15. Ramonas Z., Petronis V., Ramonienė A. *Mašinių braižyba*. Šiauliai, Šiaulių universitetas, 2006., 202p.;
16. Žiliukas A. *Medžiagų mechanika*, Kaunas, Technologija, 2004, 595p.;
17. Ramonas Z., Skačkovas V. *Mechaninių sistemų projektavimas*, Šiauliai, ŠU leidykla, 2000., 43p.;
18. Žiedelis S. *Hidraulinių pavaryų skaičiavimo metodika ir uždaviniai*, Kaunas, Technologija, 2004, 111p.;
19. Ulozas R., Sluckuvienė Z. *Hidraulika ir pneumatika*, Šiauliai, ŠU leidykla, 2008, 181p.;

20. Metalo ruošinių svoriai. Prieiga per internetą:  
<http://www.antejas.lt/index.php?preke=4&action=preke> [Žiūrėta: 2020.11.23 11:20];
21. Šniuolis R. *Inžinerinės medžiagos*. Šiauliai, Lucilijus, 2009, 255 p.
22. Dragūnas B., Pilkauskas K. ir kt. *Inžinieriaus mechaniko žinynas*. Vilnius, Mokslas, 1988, 528 p.
23. Baturinas A., Ickovičius G. Ir kt. *Mašinų detalės*. Vilnius, Mintis, 1973, 491 p.
24. Stasiūnas A. *Metalo pjovimas, įrankiai ir staklės*. Vilnius, Mokslas, 1981, 415 p.
25. Spruogis B. *Hidraulinių ir pneumatinių sistemų skaičiavimas ir projektavimas*. Vilnius, Technika, 2010, 160 p.
26. Varžtų parametrai. Prieiga per internetą: [http://www.drutsraigtis.lt/varztai\\_din931-8.8.php](http://www.drutsraigtis.lt/varztai_din931-8.8.php) [Žiūrėta 2020.11.24 11:50].

**PRIEDAI**

## Programinio valdymo tekinimo staklių EMCO concept Turn 250 charakteristika

<b>CONCEPT TURN 250</b>	
<b>Work area</b>	
Swing over bed	Ø 250 mm (9.8")
Swing over cross slide	Ø 85 mm (3.35")
Maximum distance between centers	405 mm (15.9")
Maximum turning diameter	Ø 85 mm (3.35")
Maximum turning length TC / TCM	270 / 256 mm (10.6 / 10.1")
Maximum bar-stock diameter	Ø 25.5 mm (1")
<b>Travel</b>	
Travel in X	100 mm (3.94")
Travel in Z	300 mm (11.8")
<b>Main spindle</b>	
Speed range	60 – 6300 rpm
Spindle torque	35 Nm (25.8 ft/lbs)
Spindle nose	Ø 70 h5
Spindle bearing (inner diameter at front)	Ø 50 mm (2")
Spindle bore	Ø 30 mm (1.2")
<b>C axis</b>	
Resolution	0.01°
Rapid motion speed	1000 rpm
<b>Main motor</b>	
Drive performance	5.5 kW (7.4 hp)
<b>Tool turret</b>	
Number of tool positions	12
Tool holding shaft in accordance with VDI (DIN 69880)	16
Tool cross-section for square tools	12 x 12 mm (0.47 x 0.47")
Shank diameter for boring bars	16 mm (0.63")
Turret indexing time	1.0 sec
<b>Driven tools</b>	
Number of stations	0 resp. 6
Drive performance	1.2 kW (1.6 hp)
Maximum torque	4 Nm (2.95 ft/lbs)
Speed range	200 – 6000 rpm
<b>Feed drives</b>	
Rapid motion speed X/Z	15/15 m/min (590.6/590.6 ipm)
Feed force in the X/Z axis	3000/3000 N (674.4/786.8 lbs)

## Leistinieji įtempiai

## Rectangular Tubing Mechanical Test

	Tensile(Mpa)	Yeild(Mpa)	Elongation(%)	Hardness
Gr.B	400	290	23	...
St52	About 510	355 Min	22 Min	...
S355J*	About 510	355 Min	22 Min	...
Carbon	...	...	...	...
Alloy	...	...	...	...

## Varžtų stiprumo klasės, leistinieji kirpimo ir glemžimo įtempiai

Stiprumo klasė	Minimali stiprumo riba $\sigma_{ut}$ , MPa	Minimali sąlyginė takumo riba $\sigma_{0.2}$ , MPa	Medžiagos
4.6	400	240	Mažanaglis ir vidurinio anglingumo plienai
4.8	420	340	
5.6	500	300	
5.8	520	420	
6.8	600	480	
8.8	830	660	Grūdinti vidurinio anglingumo plienai
9.8	900	720	
10.9	1040	940	Grūdinti mažanagliai martencitiniai plienai
12.9	1220	1100	Grūdinti legiruoti plienai

Pastaba: galima priimti, kad  $\sigma_{0.2} \approx \sigma_{yt}$ .

Metrinų varžtų pirmasis stiprumo klasės skaičius nurodo apytikslę stiprumo ribą MPa, sumažintą 100 kartų. Abiejų stiprumo klasės skaičių ir 10 sandauga nurodo apytikslę takumo ribą MPa. Pavyzdžiui, 6.8 stiprumo klasė parodo, kad stiprumo riba  $\sigma_{ut} \approx 6 \times 100 = 600$  MPa, o takumo riba  $\sigma_{yt} \approx 6 \times 8 \times 10 = 480$  MPa.

Leistinasis įtempimas	Apkrovos pobūdis		
	statinė ( $r = 1$ )	kintanti pagal pulsuojančią ciklą ( $r = 0$ )	kintanti pagal simetrinį ciklą ( $r = -1$ )
$\tau_{k adm}$	$0.4 \sigma_{yt}$	$0.3 \sigma_{yt}$	$0.2 \sigma_{yt}$
$\sigma_{gl adm}$	$0.8 \sigma_{yt}$	$0.6 \sigma_{yt}$	$0.5 \sigma_{yt}$

Pastaba:  $\sigma_{yt}$  – medžiagos takumo riba tempiant.