



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS FAKULTETAS

MECHANIKOS IR MEDŽIAGŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Laimonas Ramanauskas

**30 TONŲ ALIUMINIO DROŽLIŲ PRESO PROJEKTAVIMAS**  
**DESIGNING A 30 TON ALUMINIUM CHIP PRESS**

Baigiamasis bakalauro darbas

Gamybos inžinerijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6121EX047

Pramonės technologijos specializacija

Mechanikos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2023

**VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS**

**MECHANIKOS FAKULTETAS**

**MECHANIKOS IR MEDŽIAGŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas

---

(Parašas)

**Doc. dr. Ina Tetsman**

(Vardas, pavardė)

---

(Data)

Laimonas Ramanauskas

**30 TONŲ ALIUMINIO DROŽLIŲ PRESO PROJEKTAVIMAS**  
**DESIGNING A 30 TON ALUMINIUM CHIP PRESS**

Baigiamasis bakalauro darbas

Gamybos inžinerijos ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6121EX047

Pramonės technologijos specializacija

Gamybos inžinerijos studijų kryptis

**Vadovas** Prof. dr. Audrius Čereška

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2023

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
MECHANIKOS FAKULTETAS  
MECHANIKOS IR MEDŽIAGŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Studijų kryptis: Gamybos inžinerija

Studijų programa: Gamybos inžinerija ir valdymas , valstybinis kodas 6121EX047

Specializacija: Pramonės technologija

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Ina Tetsmann

2023-05-15

**BAKALAURO BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) UŽDUOTIS**

Nr. PTf-19-3327

Vilnius

Studentas (-ė): Laimonas Ramanauskas

Baigiamojo darbo (projekto) tema: 30 t aliuminio drožlių preso projektavimas

Baigiamojo darbo (projekto) užbaigimo terminas pagal numatytą studijų kalendorinį grafiką.

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) UŽDUOTIS:**

Duomenys:

Preso galia ne mažesnė nei 30 tonų. Preso darbo našumas 10 tonų per mėnesį. Įrenginio gabaritai: 1500x1900 mm.

Aiškinamasis raštas:

Įvadas, variantinė analizė ir literatūros apžvalga, konstrukciniai ir technologiniai preso mazgų skaičiavimai, ekonominis įvertinimas, rezultatų aptarimas ir išvados.

Brėžiniai:

1 A1 formato preso bendro vaizdo brėžinys, 1 A1 hidraulinės sklendės surinkimo brėžinys, 0,5 A1 preso veikimo schema, 0,25 A1 presavimo antgalio darbo brėžinys, 0,25 A1 atramos darbo brėžinys, 0,5 A1 preso blokinė elektrinė schema, 0,5 A1 ekonominio įvertinimo rodikliai.

Vadovas profesorius Audrius Čereška

## Anotacija lietuvių kalba

Vilniaus Gedimino technikos universitetas	ISBN	ISSN
Mechanikos fakultetas	Egz. sk. ....	
Mechanikos ir medžiagų inžinerijos katedra	Data .....-.....-.....	

Pirmosios pakopos studijų <b>Gamybos inžinerijos ir valdymo</b> programos bakalauro baigiamasis darbas 3	
Pavadinimas	<b>30 t aliuminio drožlių preso projektavimas</b>
Autorius	<b>Laimonas Ramanauskas</b>
Vadovas	<b>Audrius Čereška</b>

	<b>Kalba:</b> lietuvių
--	------------------------

<b>Anotacija</b>
<p>Baigiamajame darbe projektuojamas aliuminio drožlių presas. Atlikta panašių įrenginių analizė ir išnagrinėtas rinkos poreikis. Darbe aprašyta projektuojamo įrenginio konstrukcija: darbo veikimo ciklas, jutikliai, elektrinė spinta, programavimas ir hidraulinė sistema. Atlikti stipruminiai bei našumo skaičiavimai. Pateiktas detalės apdirbimo kelias. Aprašyta darbų sauga. Ekonominėje dalyje pateikti savikainos kaštai, pardavimų prognozė ir atsipirkimo laikotarpis.</p> <p>Darbą sudaro grafinė ir analitinė dalys. Analitinėje dalyje pateikiamas: įvadas, variantinė analizė ir literatūros apžvalga, konstrukciniai ir technologiniai presavimo mazgų skaičiavimai, ekonominis įvertinimas, rezultatų aptarimas ir išvados. Grafinėje dalyje pateikiami šie brėžiniai: 1 A1 formato įrenginio bendro vaizdo brėžinys, 1 A1 sklendės surinkimo brėžinys, 0,5 A1 veikimo schema, 0,25 A1 presavimo antgalio darbo brėžinys, 0,25 A1 Durelių atramos darbo brėžinys, 0,5 A1 Įrenginio blokinė elektrinė schema, 0,5 A1 ekonominio įvertinimo grafikai. Darbo apimtis: 52p. teksto be priedų, 32 paveikslai ir 15 lentelių. Atskirai pridedami darbo priedai.</p>

<b>Prasminiai žodžiai:</b> Metalų apdirbimas, hidraulinė sistema, konstrukciniai skaičiavimai, variantinė analizė, perdirbimas, sąnaudų optimizavimas.
--

## Anotacija anglų kalba

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Vilnius Gediminas Technical University</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Faculty of Mechanics</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Department of Mechanical and Material Engineering</td> </tr> </table>	Vilnius Gediminas Technical University	Faculty of Mechanics	Department of Mechanical and Material Engineering	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ISBN</td> <td style="padding: 2px;">ISSN</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Copies No. ....</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Date .....-.....-.....</td> </tr> </table>	ISBN	ISSN	Copies No. ....		Date .....-.....-.....	
Vilnius Gediminas Technical University										
Faculty of Mechanics										
Department of Mechanical and Material Engineering										
ISBN	ISSN									
Copies No. ....										
Date .....-.....-.....										

Bachelor Degree Studies <b>Production Engineering and Management</b> study programme Bachelor Graduation Thesis 3	
Title	<b>Designing a 30 t Aluminum Chip Press</b>
Author	<b>Laimonas Ramanauskas</b>
Academic supervisor	<b>Audrius Čereška</b>

	<b>Thesis language:</b> Lithuanian
--	------------------------------------

<b>Annotation</b>
<p>The final project is the design of an aluminium chip press. An analysis of similar machines is carried out and the market demand is analysed. The work describes the design of the machine to be designed: duty cycle, sensors, electrical cabinet, programming and hydraulic system. Strength and performance calculations have been carried out. The machining path of the part is presented. Safety is described. The economic part contains costing, sales forecast and payback period.</p> <p>The work consists of graphical and analytical parts. The analytical part includes: introduction, analysis of options and literature review, structural and technological calculations of the pressing units, economic evaluation, discussion of results and conclusions. The graphical part contains the following drawings: general view drawing of the 1 A1 unit, assembly drawing of the 1 A1 valve, operating diagram of 0,5 A1, working drawing of the pressing nozzle of 0,25 A1, working drawing of the door support of 0,25 A1, block electrical diagram of the 0,5 A1 unit, and the graphs of the economic evaluation of the 0,5 A1. Extent of the work: 52 pages of text without appendices, 32 figures and 15 tables. Annexes to the work are attached separately.</p>

<b>Keywords:</b> Metalworking, hydraulic system, structural calculations, option analysis, recycling, cost optimisation.
--

## TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	7
1    LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	8
ĮVADAS.....	9
2    LITERATŪROS APŽVALGA .....	10
3    PASIRINKTO SPRENDIMO PAGRINDIMAS .....	14
4    KOMERCINIŲ SPRENDIMŲ ANALIZĖ.....	15
5    PROJEKTUOJAMO ĮRENGINIO KONSTRUKCIJA .....	18
5.1    Veikimo ciklas.....	21
5.2    Elektronika .....	23
5.3    Programavimas .....	27
5.4    Hidraulinė sistema .....	29
6    ĮRENGINIO PAGRINDINIŲ PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI .....	32
6.1    Puansono atsparumo skaičiavimas .....	32
6.2    Sklendės mazgo atsparumo skaičiavimai .....	34
6.3    Našumo skaičiavimas .....	36
7    PUANSONO APDIRBIMO EIGA .....	37
7.1    Operacija 005.....	39
7.2    Operacija 010.....	42
7.3    Veleno pjovimo jėgų skaičiavimas.....	43
8    DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA.....	44
9    EKONOMINIS SKAIČIAVIMAS .....	49
IŠVADOS .....	57
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	58
PRIEDAI.....	60

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<b>3.1 pav.</b> "NEFF" metalo drožlių presas (neffpress.com, 2023) .....	15
<b>3.2 pav.</b> "RUF" metalo drožlių presas (ruf-briquetter.com, 2023) .....	16
<b>4.1 pav.</b> Įrenginio vaizdas iš šono .....	18
<b>4.2 pav.</b> Įrenginio vaizdas iš viršaus .....	18
<b>4.3 pav.</b> Įrenginio bendras vaizdas .....	19
<b>4.4 pav.</b> Įrenginio mazgų vaizdavimas .....	19
<b>4.5 pav.</b> Įrenginio mazgų vaizdavimas 2 .....	20
<b>4.6 pav.</b> Veikimo ciklo schema .....	21
<b>4.7 pav.</b> Veikimo ciklo schema. 2 dalis .....	22
<b>4.8 pav.</b> Indukcinis atstumo jutiklis (anodas.lt, 2023) .....	24
<b>4.9 pav.</b> IFM Slėgio jutiklis (ifm.com, 2023) .....	25
<b>4.10 pav.</b> Hidraulinės stoties sandara (dominga.lt, 2022) .....	29
<b>4.11 pav.</b> hidraulinis vožtuvas valdomas salenoidais (dominga.lt, 2022) .....	30
<b>4.12 pav.</b> ES5B34PLX3F blokas (dominga.lt, 2022) .....	30
<b>4.13 pav.</b> AFR180C10NR grįžtamos linijos filtras (dominga.lt, 2022) .....	30
<b>5.1 pav.</b> Puansono eskizas .....	32
<b>5.2 pav.</b> Puansono įtempių simuliacija .....	33
<b>5.3 pav.</b> Puansono deformacijų simuliacija .....	33
<b>5.4 pav.</b> Presavimo procesas .....	34
<b>5.5 pav.</b> Sklendės įtempių simuliacija .....	35
<b>5.6 pav.</b> Sklendės deformacijų simuliacija .....	35
<b>6.1 pav.</b> Tekinimo staklės HAAS ST-10 (haascnc.com, 2023) .....	37
<b>6.2 pav.</b> Operacijos 005 įrankiai ir judėjimo kryptis .....	39
<b>6.3 pav.</b> Operacijos 005 Paruošos užspaudimas .....	40
<b>6.4 pav.</b> Operacijos 010 įrankiai ir judėjimo kryptis .....	42
<b>6.5 pav.</b> Operacijos 010 Paruošos užspaudimas .....	42
<b>7.1 pav.</b> Judančių dalių išpėjamas ženklas (Bonson_safety.com, 2023) .....	45
<b>7.2 pav.</b> Aukštos įtampos ženkinimas (UK_Safety_store.uk, 2023) .....	47
<b>7.3 pav.</b> Gesintuvo ženklinimas ISO 7010 (badenconsulting.com, 2023) .....	48
<b>8.1 pav.</b> LOGO! Valdiklis (new.siemens.com, 2023) .....	49
<b>8.2 pav.</b> Kintamų išlaidų grafikas .....	50
<b>8.3 pav.</b> Pastovių išlaidų grafikas .....	51
<b>8.4 pav.</b> Išlaidų sudėties grafikas .....	52

## 1 LENTELIŲ SĄRAŠAS

<b>6.1 lentelė.</b> Puansono gamybos įrankiai .....	38
<b>6.2 lentelė.</b> Pirmos operacijos pakopos.....	40
<b>6.3 lentelė.</b> Pirmos operacijos pakopų parametrai .....	41
<b>6.4 lentelė.</b> Antros operacijos pakopos .....	42
<b>6.5 lentelė.</b> Antros operacijos pakopų parametrai .....	43
<b>8.1 lentelė.</b> Kintamos išlaidos .....	50
<b>8.2 lentelė.</b> Pastovios išlaidos per mėnesį.....	51
<b>8.3 lentelė.</b> Vienkartinės investicijos .....	51
<b>8.4 lentelė.</b> Įmonių išlaidų palyginimas .....	53
<b>8.5 lentelė.</b> Įmonės balansas .....	54
<b>8.6 lentelė.</b> Įmonės išlaidos ir pajamos .....	54
<b>8.7 lentelė.</b> Šalių įmonių kiekiai .....	55
<b>8.8 lentelė.</b> Rinkos dydžio prognozė.....	56
<b>8.9 lentelė.</b> Pajamų bei sąnaudų prognozė.....	56
<b>8.10 lentelė.</b> Balanso skaičiavimas .....	56



## IVADAS

Inžinerinės gamybos studijų sritis nuolat tobulėja, kuriamos naujos technologijos ir metodai, gerinantys efektyvumą ir našumą. Viena iš tokių sričių yra lengvųjų metalų, tokių kaip aliuminis, varis ir cinkas, išėigos perdirbimas. Šio baigiamojo darbo tikslas – suprojektuoti lengvųjų metalų apdirbimo presą, kuris būtų tinkamas vidutinėms įmonėms kaip atskiras įrenginys, o ne integruota sistema.

Lengvųjų metalų drožlių utilizavimo problema yra sudėtinga, reikalaujanti subtilaus sąnaudų, efektyvumo ir aplinkos apsaugos balanso. Šiuo metu šiam tikslui galima įsigyti komercinių pramoninės klasės presų, tačiau jie dažnai yra per brangūs vidutinio dydžio įmonėms ir reikalauja išankstinio planavimo apie atliekų tvarkymą. Tai yra iššūkis įmonėms, kurios jau veikia ir neturi infrastruktūros šiems procesams integruoti.

Pagrindinis šio tyrimo tikslas – sukurti presą, tinkamą vidutinėms įmonėms ir sprendžiančią sąnaudų, efektyvumo ir aplinkos saugos iššūkius. Tai bus atlikta naudojant kaštų ir naudos analizę, kurioje bus atsižvelgta į spaudos ir žaliavos kainą, taip pat į galimą laiko ir žmogiškųjų išteklių taupymą.

Šio baigiamojo darbo tyrimo planas apims komerciškai prieinamų lengvųjų metalų presavimo sprendimų konkurencinę analizę ir išsamų siūlomo preso aprašymą, įskaitant jo matmenis, svorį ir ypatybes. Taip pat bus aprašytas preso veikimo ciklas, įskaitant lengvųjų metalų drožlių pakrovimą, apdorojimą ir iškrovimą.

Be to, baigiamajame darbe bus nustatytos galimos projektavimo klaidos, kurios gali atsirasti preso veikimo metu, pvz., drožlių susidarymas, durų storis ir drožlių padavimo problemos.

Taip pat bus pateiktos elektrinės ir hidraulinės preso schemas bei valdymo sistemos aprašymas, įskaitant automatinį ir rankinį valdymą. Taip pat bus aprašytas operatoriaus vaidmuo presavimo veikloje.

Galiausiai, baigiamajame darbe bus atlikta kaštų ir naudos analizė, kurios metu bus apskaičiuotos spaudos gamybos kaštai, pardavimo kaina ir pelningumas. Išvadoje apibendrintos pagrindinės baigiamojo darbo išvados ir pateikiamos rekomendacijos būsimiems spaudos dizaino tyrimams ar patobulinimams.

Preso projektavimas bus atliktas 3D modeliavimo programinės įrangos pagalba, taip pat bus pateiktas detalus visų dalių aprašymas bei tiekėjų sąrašas. Taip pat bus atliktas preso ir proceso modeliavimas, siekiant patikrinti preso veikimą ir atlikti reikiamus pakeitimus. Tyrimas apims visus presavimo aspektus, įskaitant veikimą, saugą, sąnaudų ir naudos analizę ir atitiktį reglamentams. Šio tyrimo tikslas – pateikti pramonei praktišką ir ekonomišką sprendimą, galintį padėti vidutinėms įmonėms optimizuoti gamybos procesą ir pagerinti apdirbamų lengvųjų metalų detalių produkciją.

## 2 LITERATŪROS APŽVALGA

Per pastaruosius kelis dešimtmečius CNC frezavimo staklių naudojimas gamybos pramonėje labai išaugo. Šiomis staklėmis pjaunamos ir formuojamos įvairios medžiagos, įskaitant metalus, plastikus ir kompozitus. Tačiau frezavimo proceso metu susidaro daug atliekų - drožlių ir tekinimo drožlių pavidalu. Šios atliekos ne tik užima vertingą vietą gamybos įmonėje, bet ir kelia pavojų aplinkai, jei nėra tinkamai šalinamos. Vienas iš šios problemos sprendimų - aliuminio briketų naudojimas.

Europos Sąjungoje galioja nemažai įstatymų ir reglamentų, skirtų atliekų tvarkymo klausimui spręsti, įskaitant ir tuos, kurie susiję su aliuminio atliekų briketavimu. Pavyzdžiui, ES pagrindų direktyva dėl atliekų siekiama sumažinti susidarančių atliekų kiekį ir padidinti jų perdirbimo lygį. Joje taip pat nustatyti tam tikrų medžiagų, įskaitant aliuminį, perdirbimo tikslai. Be to, ES sąvartynų direktyvoje nustatyti biologiškai skaidžių komunalinių atliekų, kurias galima šalinti sąvartynuose, kiekio apribojimai, todėl daugiau dėmesio skiriama atliekų prevencijai ir perdirbimui.

Be šių teisės aktų, taip pat yra tarptautinių standartų, reglamentuojančių aliuminio atliekų tvarkymą ir briketavimą. Pavyzdžiui, ISO 14001 yra tarptautinis aplinkosaugos vadybos sistemų standartas. Jame numatyta sistema, pagal kurią organizacijos gali nustatyti ir kontroliuoti savo poveikį aplinkai bei laikytis atitinkamų įstatymų ir reglamentų. Šį standartą plačiai taiko organizacijos ES ir visame pasaulyje, ir jis dažnai laikomas geriausia aplinkosaugos vadybos praktika.

ISO 50001 standartas, kuriame aptariamos energijos vadybos sistemos, taip pat yra aktualus aliuminio atliekų briketavimui. Šiame standarte nustatyta sistema, pagal kurią organizacijos gali valdyti energijos naudojimą ir mažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. Įgyvendindamos šį standartą, organizacijos gali pagerinti savo energijos vartojimo efektyvumą ir sumažinti poveikį aplinkai.

Be to, ISO 14021 standarte, kuriame kalbama apie aplinkosauginius ženklus ir deklaracijas, pateikiamos gairės, kaip organizacijoms pranešti klientams ir suinteresuotosioms šalims apie savo aplinkosauginį veiksmingumą. Šis standartas leidžia organizacijoms teikti skaidrią informaciją apie savo poveikį aplinkai, o klientams padeda priimti pagrįstus sprendimus dėl perkamų produktų ir paslaugų.

Aliuminio briketavimas - tai aliuminio drožlių ir atraižų sutankinimo į tankius cilindro formos briketus procesas. Šiuos briketus galima lengvai transportuoti, sandėliuoti ir perlydyti, todėl jie yra vertinga alternatyva tradiciniams atliekų tvarkymo metodams. Šioje literatūros apžvalgoje nagrinėsime aliuminio briketų gamybos procesus, šio metodo privalumus ir trūkumus bei alternatyvias CNC frezavimo atliekų tvarkymo galimybes.

Svarbu pažymėti, kad aliuminio briketavimas nėra nauja technologija ir įvairiose pramonės šakose naudojama jau daugelį metų. Tiesą sakant, pirmasis aliuminio briketų gamybos mašinos patentas Jungtinėse Valstijose buvo pateiktas XX a. pradžioje. Tačiau vis daugiau dėmesio skiriant aplinkos tvarumui ir atliekų mažinimui, pastaraisiais metais aliuminio briketavimo naudojimas CNC frezavimo pramonėje sulaukė didelio dėmesio.

### **Aliuminio briketavimo procesai**

Aliuminio briketavimo procesą sudaro keli etapai. Pirma, aliuminio drožlės ir tekinimo drožlės surenkamos ir gabenamos į briketavimo mašiną. Pačią mašiną paprastai sudaro bunkeris, sliekas arba sraigė, presavimo kamera ir hidraulinis cilindras.

Operatorius tiekia aliuminio drožles ir drožles į bunkerį, kuriame įjungiamas sliekas arba sraigė, kad tam tikras medžiagos kiekis patektų į presavimo kamerą. Tada preso kamera užsidaro ir hidraulinis cilindras suspaudžia aliuminio drožles ir atraišas, suspausdamas jas į tankius briketus. Po to briketai išmetami iš mašinos ir gali būti transportuojami, sandėliuojami ir vėl išlydomi, kad juos būtų galima naudoti ateityje.

Vienas iš svarbiausių aliuminio briketų gamybos proceso veiksnių yra sutankinimo lygis. Jis paprastai matuojamas pagal briketų svorio ir aliuminio drožlių bei tekinių svorio prieš sutankinimą santykį. Pramonės standartas yra nuo 6:1 iki 8:1. Tai reiškia, kad kiekvienai 8 kilogramai aliuminio drožlių ir drožlių sveria nuo 1 iki 1,5 kilogramo briketų.

Kitas svarbus aliuminio briketavimo proceso veiksnys yra pjovimo skysčių, tepalų ir kitų teršalų pašalinimas. Šie skysčiai gali sudaryti nemažą aliuminio drožlių ir tekinimo medžiagų svorio dalį prieš sutankinimą. Briketavimo proceso metu išspaudus šiuos skysčius, gaunami briketai paprastai būna 99 % sausi, todėl juos lengviau transportuoti, sandėliuoti ir perlydyti.

### **Aliuminio briketavimo privalumai**

Aliuminio briketavimas, kaip CNC frezavimo atliekų tvarkymo būdas, turi keletą privalumų. Pirmoji - tai, kad atliekų kiekis sumažėja net 20:1. Taip ne tik sutaupoma vertingos vietos gamybos įmonėje, bet ir sumažinamos transportavimo ir šalinimo išlaidos.

Kitas aliuminio briketavimo privalumas yra tas, kad gamintojai gali atgauti vertingus pjovimo skysčius ir tepalus. Šiuos skysčius galima filtruoti ir naudoti pakartotinai, taip sumažinant brangiai kainuojančių pakeitimų poreikį ir sumažinant aplinkos užteršimo riziką.

Be to, aliuminio briketavimas gali padidinti atliekų vertę. Kadangi briketus galima lengvai transportuoti, sandėliuoti ir perlydyti, perdirbėjams juos galima parduoti brangiau nei palaidas drožles ir tekinimo medžiagas. Kai kurie gamintojai pranešė, kad per pirmuosius 18 veiklos mėnesių pajamos, gautos pardavus briketus, viršijo briketavimo įrangos kainą.

### **Aluminio briketavimo trūkumai**

Nepaisant daugybės aliuminio briketavimo privalumų, reikia atsižvelgti ir į kai kuriuos trūkumus. Vienas iš pagrindinių trūkumų - didelė įrangos kaina. Briketavimo mašinos gali būti gana brangios. Be to, šių mašinų įrengimas ir klientų aptarnavimas gali būti ribotas dėl jų didelio dydžio ir būtinybės naudoti specializuotą įrangą joms aptarnauti.

Kitas trūkumas, į kurį reikia atsižvelgti, yra priklausomybė nuo užsienio platintojų. Daugelis briketavimo mašinų gamintojų yra įsikūrę Jungtinėse Valstijose ir gali neturėti vietinių platintojų kitose šalyse. Dėl to gali būti sunku rasti jūsų poreikius atitinkančią įrangą, taip pat gali būti sunkiau gauti reikiamą pagalbą, kad įranga veiktų sklandžiai.

### **Alternatyvos**

Svarbu pažymėti, kad nors briketavimas gali būti ekonomiškai efektyvus ir veiksmingas aliuminio atliekų tvarkymo sprendimas, tai nėra vienintelė galimybė. Kiti aliuminio atliekų tvarkymo būdai yra perdirbimas, lydymas ir šalinimas sąvartynuose.

Perdirbimas yra įprastas aliuminio atliekų tvarkymo būdas, nes aliuminį galima perdirbti be galo, neprarandant jo savybių. Aluminio asociacijos duomenimis, 75 % viso kada nors pagaminto aliuminio šiandien vis dar naudojama. Perdirbimo procesas apima aliuminio laužo lydymą ir jo liejimą į naujus gaminius. Šis procesas gali reikalauti daug energijos, nes aliuminis turi būti įkaitintas iki 660 laipsnių Celsijaus, kad būtų išlydytas. Tačiau perdirbant aliuminį reikia tik 5 % energijos, reikalingos aliuminiui gaminti iš žaliavų.

Lydymas yra dar viena aliuminio atliekų tvarkymo galimybė. Šio proceso metu aliuminio laužas kaitinamas aukštoje temperatūroje, kol tampa skysčiu. Tada skystą aliuminį galima pilti į formas naujiems gaminiams gaminti. Šis procesas gali reikalauti daug energijos ir ne visada yra ekonomiškai efektyvus tvarkant nedidelius aliuminio atliekų kiekius.

Sąvartynas yra mažiausiai pageidautinas aliuminio atliekų tvarkymo būdas, nes dėl jo gali pablogėti aplinkos būklė ir išsiskirti kenksmingų cheminių medžiagų. Tačiau tai gali būti vienintelė galimybė tam tikrų rūšių aliuminio atliekams, kurių negalima perdirbti ar išlydyti.

Be šių metodų, yra ir mechaninio perdirbimo būdų, pavyzdžiui, smulkinimas, granuliavimas ir pjaustymas kubeliais. Šie metodai dažnai naudojami aliuminio atliekams paruošti perdirbimui. Smulkinimas - tai aliuminio atliekų smulkinimas smulkintuvu į mažus gabalėlius. Granuliuojant aliuminio laužas susmulkinamas į smulkias daleles naudojant granuliatorių. Pjaustant kubeliais aliuminio laužas supjaustomas į mažus kubelius naudojant pjaustymo mašiną.

Apibendrinant galima teigti, kad aliuminio briketavimas yra ekonomiškai efektyvus ir veiksmingas aliuminio atliekų tvarkymo sprendimas. Jis teikia keletą privalumų, įskaitant atliekų kiekio mažinimą, brangių pjovimo skysčių atgavimą ir kompaktiško, lengvai transportuojamo produkto sukūrimą. Tačiau svarbu pažymėti, kad yra ir kitų aliuminio atliekų tvarkymo būdų, įskaitant perdirbimą, lydymą ir šalinimą sąvartynuose. Svarbu įvertinti kiekvieną variantą ir pasirinkti tinkamiausią konkrečioje situacijoje, atsižvelgiant į tokius veiksnius kaip kaina, energijos vartojimo efektyvumas ir poveikis aplinkai.

Norint priimti informacija pagrįstą sprendimą, svarbu apsvarstyti visas galimas galimybes ir pasverti kiekvieno metodo privalumus ir trūkumus. Be to, svarbu atlikti sąnaudų ir naudos analizę, kad būtų nustatytas ekonomiškai efektyviausias sprendimas. Atidžiai įvertinus visas galimybes ir atlikus išsamią analizę, galima priimti pagrįstą sprendimą ir pasirinkti geriausią aliuminio atliekų tvarkymo metodą.

### **3 PASIRINKTO SPRENDIMO PAGRINDIMAS**

CNC frezavimo įmonės turi apsvarstyti galimybę savo veikloje įdiegti aliuminio briketavimo sistemas, kad pagerintų savo aplinkosauginį veiksmingumą ir sumažintų sąnaudas. Briketavimo sistemos suspaudžia aliuminio drožles, tekimo drožles ir drožles į kietus disko formos briketus, todėl labai sumažėja atliekų kiekis ir išspaudžiami pjovimo skysčiai ir tepalai. Taip gaunami iki 99% sausi briketai, todėl skysčiai gali būti filtruojami ir pakartotinai naudojami.

Naudojant briketavimo sistemas, CNC frezavimo įmonės taip pat gali sutaupyti lėšų. Suslėgtus briketus lengva perlydyti ir transportuoti, juos netgi galima saugoti, kol pakils perdirbimo kainos. Be to, daugelis briketavimo sistemų, gali apdoroti įvairių rūšių metalus, įskaitant aliuminį, plieną ir kitus.

Be to, aliuminio briketavimo sistemos įdiegimas gali padėti CNC frezavimo įmonėms laikytis vietinių, valstijų ir federalinių atliekų tvarkymo taisyklių bei ISO 14001 aplinkosaugos vadybos standartų. Pagal šias taisykles privaloma mažinti atliekų kiekį ir tinkamai tvarkyti atliekų srautus, o jų nesilaikymas gali užtraukti dideles finansines baudas.

Norėdamos užtikrinti aplinkosauginę atsakomybę ir maksimalų pelną, CNC frezavimo įmonės gali žengti tris žingsnius: pirma, jos turi įvertinti dabartinius atliekų srautus ir nustatyti sritis, kuriose briketavimas gali pagerinti aplinkosauginį veiksmingumą ir sumažinti sąnaudas. Antra, joms reikia investuoti į aukštos kokybės briketavimo sistemą, kuri atitiktų konkrečius jų poreikius, ir integruoti ją į esamą veiklą. Galiausiai reikia parengti sistemos priežiūros ir stebėsenos planą, kuris užtikrintų, kad sistema veiktų efektyviai ir veiksmingai.

Apibendrinant galima teigti, kad aliuminio briketavimo sistemos įdiegimas CNC frezavimo įmonėms gali būti labai naudingas, įskaitant geresnį aplinkosauginį veiksmingumą, sąnaudų taupymą, teisės aktų laikymąsi ir pelno didinimą.

## 4 KOMERCINIŲ SPRENDIMŲ ANALIZĖ

Šioje apžvalgoje aptarsime du populiarius rinkoje esančius aliuminio briketų prekės ženklus - "Neff" ir "Ruf". Abi bendrovės yra žinomos dėl savo aukštos kokybės briketavimo sprendimų ir turi jau paruoštų ir išbandytų sprendimų, skirtų aliuminio drožlėms paversti tankiais ir kompaktiškais briketais.



**4.1 pav.** "NEFF" metalo drožlių presas (neffpress.com, 2023)

"Neff" briketavimo sprendimai - tai daugybė didelio našumo mašinų, skirtų aliuminio drožlėms ir kitoms medžiagoms suspausti į tankius, aukštos kokybės briketus. Šias mašinas gamina amerikiečių bendrovė "Neff Press", kuri specializuojasi briketavimo įrangos projektavimo ir gamybos srityje.

Neff briketų gamybos sprendimų asortimentą sudaro keli modeliai, kurių kiekvienas turi skirtingas specifikacijas, atitinkančias skirtingus gamybos poreikius. Pavyzdžiui, modelio MX20-15M bendrasis pagrindinio siurblio srautas yra 87,1 litro per minutę, o bendra naudojama jėga - 42 tonos, o modelio MX70-250M bendrasis pagrindinio siurblio srautas yra 636,9 litro per minutę, o bendra naudojama jėga - 577 tonos. Visų modelių darbinis slėgis svyruoja nuo 3000 psi iki 4219 psi, o standartinis priekinis slėgis visuose modeliuose yra 30000 psi. Visų modelių cilindro kiaurymės dydis svyruoja nuo 160mm iki 355mm.

Neff briketavimo sprendimai turi keletą pažangių funkcijų, kurios padidina jų našumą ir efektyvumą. Tarp jų yra slėgio ir padėties grįžtamasis ryšys, gamybos stebėjimas, aktyvus dvigubas sutankinimas, borto diagnostika ir pranešimai apie klaidas, PLC valdymas ir HMI bei prevencinės techninės priežiūros pagalbininkas. Be to, mašinose įrengti NEMA korpusai, TEFC varikliai, papildomi "E-stop" gnybtai, hidraulinės dekompresijos grandinės, jos atitinka NFPA 79 reikalavimus, turi pagrindinį maitinimo atjungiklį ir avarinio stabdymo mygtuką.

Neff briketavimo sprendimai pasižymi dideliu biriuoju tankiu, o tai reiškia, kad jie gali suspausti didelį kiekį aliuminio drožlių į mažus, tankius briketus. Pavyzdžiui, įrenginys MX20-15M gali pagaminti 56,7 kg/h briketų, kurių piltninis tankis yra 448 kg/m<sup>3</sup>, o įrenginys MX70-250M - 2535,2 kg/h tokio pat piltninio tankio briketų. Piltninis tankis gali būti reguliuojamas atsižvelgiant į konkrečius kliento reikalavimus.

Tačiau svarbu pažymėti, kad "Neff" briketavimo sprendimai turi keletą trūkumų. Pirma, jie yra brangūs - jų kainos prasideda nuo 60 000 dolerių plus pristatymo išlaidos. Tai gali būti didelė investicija mažoms ir vidutinėms įmonėms. Be to, "Neff" yra Amerikos bendrovė, o jos platintojai įsikūrę užsienyje, todėl Lietuvos bendrovėms gali būti sudėtinga įsigyti ir gauti klientų aptarnavimą dėl šių mašinų. Dėl atstumo tarp Lietuvos ir Amerikos diegimo ir klientų aptarnavimo galimybės yra ribotos, todėl bendrovėms gali būti sunku gauti reikiamą techninės priežiūros ir remonto pagalbą.



**4.2 pav.** "RUF" metalo drožlių presas (ruf-briquetter.com, 2023)

Ruf briketavimo sistemos sukurtos taip, kad būtų labai veiksmingos ir ekonomiškios. Įmonė siūlo platų sprendimų spektrą - nuo nedidelių sistemų, kurias galima naudoti dirbtuvėse, iki didelių, pramoninių sistemų, kurios gali atlaikyti didelės apimties gamybos operacijų reikalavimus. Bendrovė jau seniai tiekia aukštos kokybės ir patikimas briketavimo sistemas klientams visame pasaulyje ir yra užsitarnavusi šios pramonės šakos lyderės reputaciją.



Vienas iš pagrindinių "Ruf" briketavimo sistemų privalumų - galimybė sumažinti atliekų kiekį ir padidinti efektyvumą. Šios sistemos sukurtos taip, kad medžiagų atliekas paverstų didelio tankio briketais, kuriuos galima parduoti arba pakartotinai panaudoti kitose srityse. Tai gali gerokai sumažinti įmonės susidarančių atliekų kiekį, o tai savo ruožtu gali padėti sumažinti sąnaudas ir pagerinti finansinius rezultatus. Be to, "Ruf" briketavimo sistemos sukurtos taip, kad jas būtų lengva naudoti ir prižiūrėti, o tai gali padėti sumažinti darbo sąnaudas.

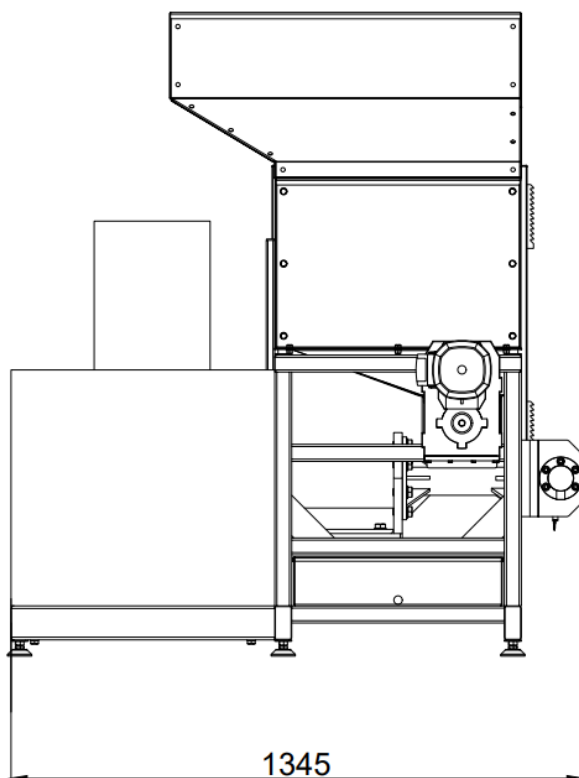
Kitas "Ruf" briketavimo sistemų privalumas - galimybė išgauti pjovimo skysčius. Daugelyje metalo apdirbimo procesų reikia naudoti pjovimo skysčius, kurie gali būti brangūs ir sunkiai pašalinami. "Ruf" briketavimo sistemos sukurtos taip, kad būtų galima išgauti šiuos skysčius, kurie vėliau gali būti pakartotinai naudojami kitose srityse. Tai gali padėti sumažinti išlaidas, susijusias su naujų pjovimo skysčių pirkimu, taip pat gali padėti sumažinti metalo apdirbimo operacijų poveikį aplinkai.

Tačiau šios sistemos yra gana brangios - jų kaina prasideda nuo 50 tūkst. eurų be pristatymo. Be to, kadangi "Ruf" yra užsienio bendrovė, dėl atstumo gali būti ribotas montavimas ir klientų aptarnavimas. Bendrovė gali turėti platintojų užsienyje, tačiau prieš perkant visuomet geriausia pirmiausia su jais pasitarti.

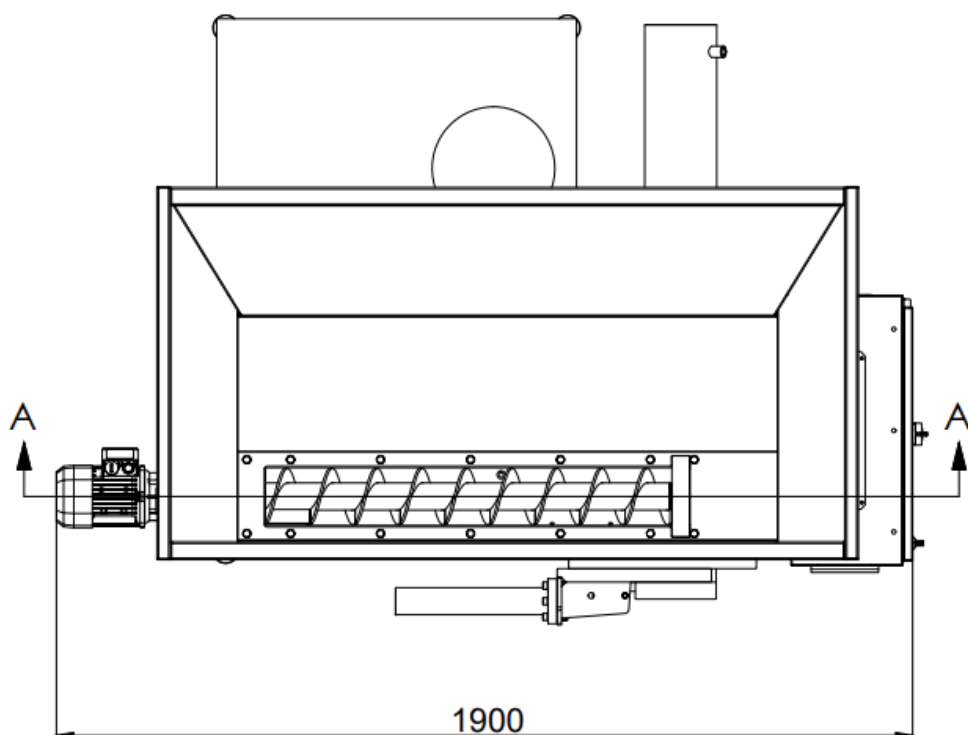
Šiuo metu rinkoje jau yra keli sprendimai atitinkantys bendrus įrenginiui keliamus reikalavimus, tačiau šie sprendimai brangūs, todėl Lietuvoje arba Baltijos šalyse dar yra vietos konkurencijai ir tokio įrenginio pardavimas galėtų būti pelningas.

## 5 PROJEKTUOJAMO ĮRENGINIO KONSTRUKCIJA

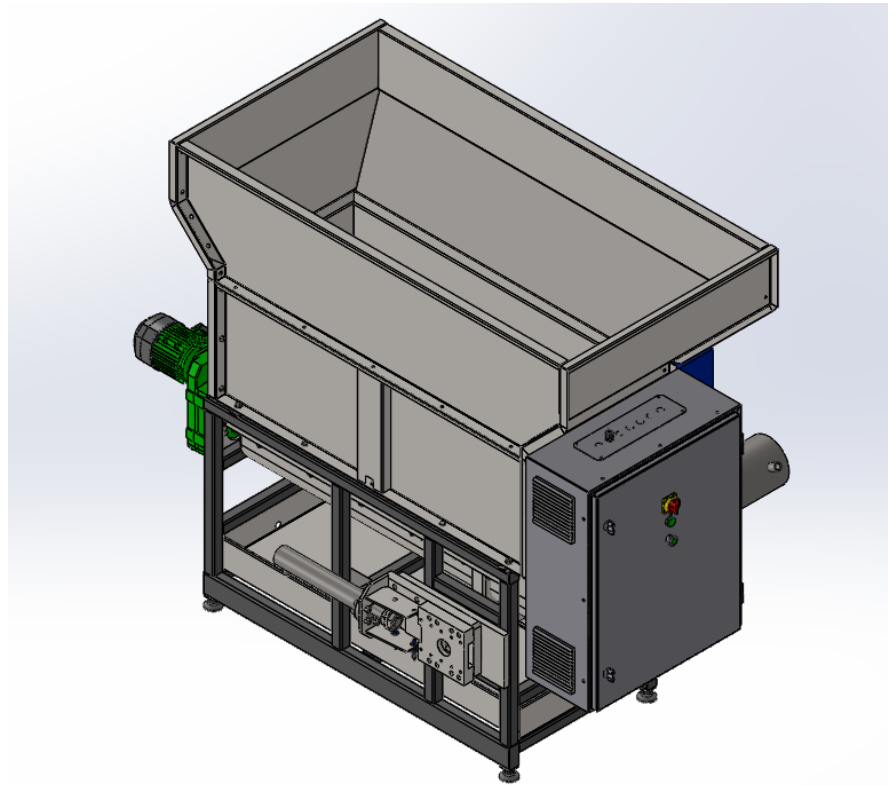
Šiame skyriuje apžvelgsime pagrindines dalis ir bendras charakteristikas. Įrenginio bendras aukštis 1500 milimetrų.



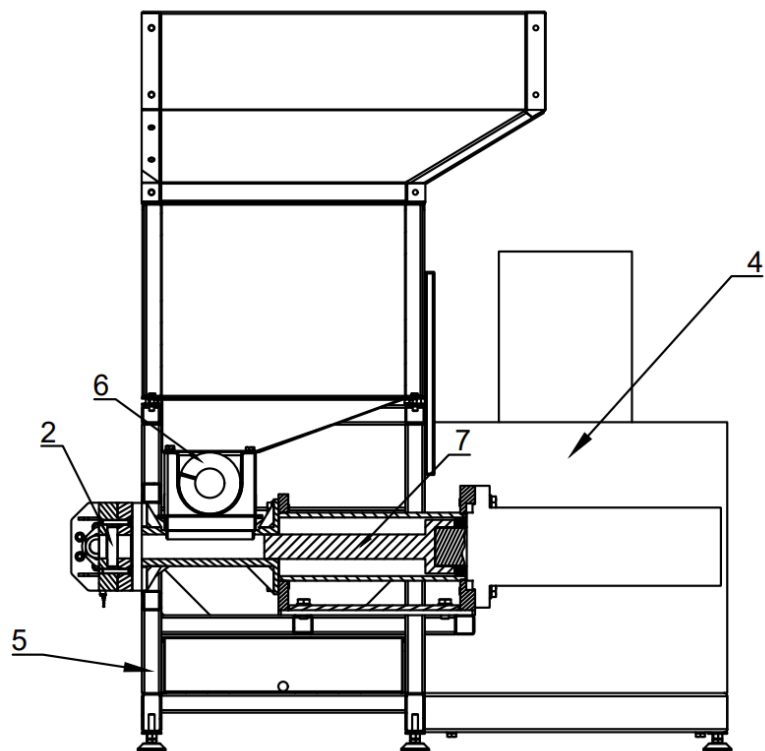
5.1 pav. Įrenginio vaizdas iš šono



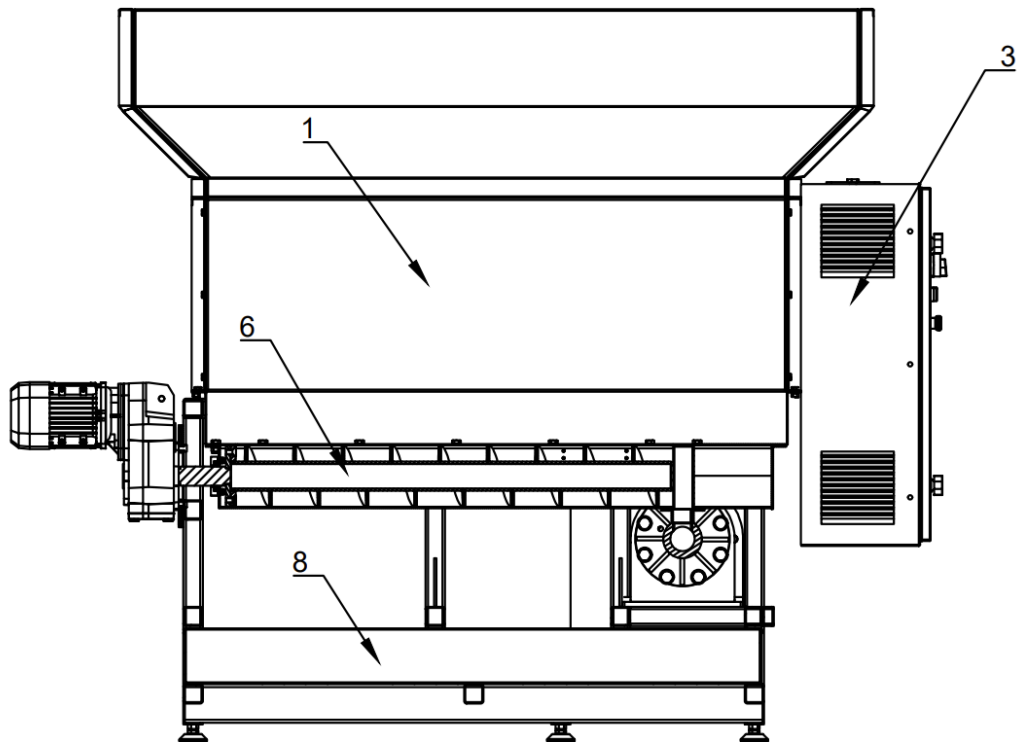
5.2 pav. Įrenginio vaizdas iš viršaus



**5.3 pav. Įrenginio bendras vaizdas**



**5.4 pav. Įrenginio mazgų vaizdavimas**



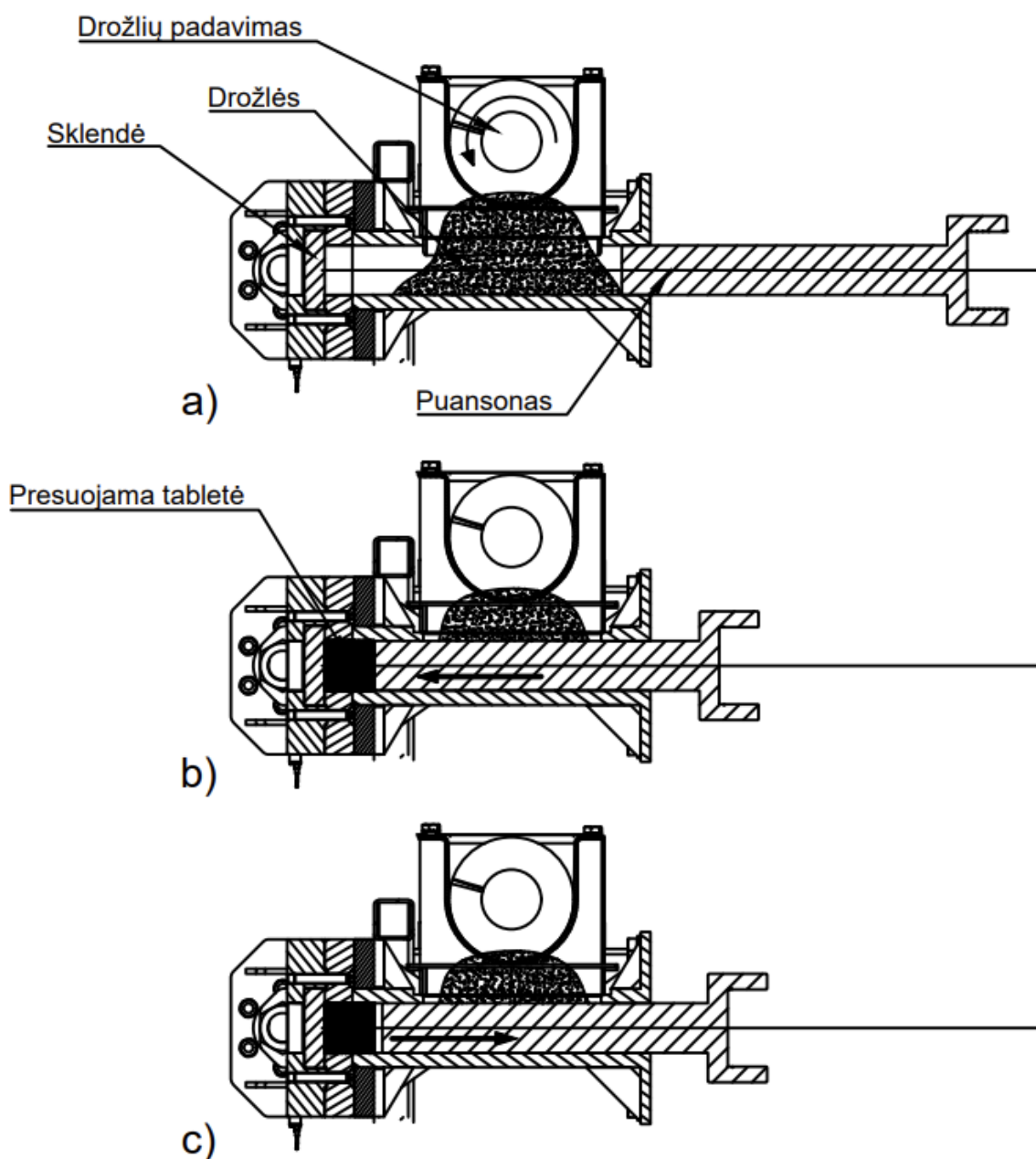
**5.5 pav.** Įrenginio mazgų vaizdavimas 2

Pagrindiniai preso mazgai:

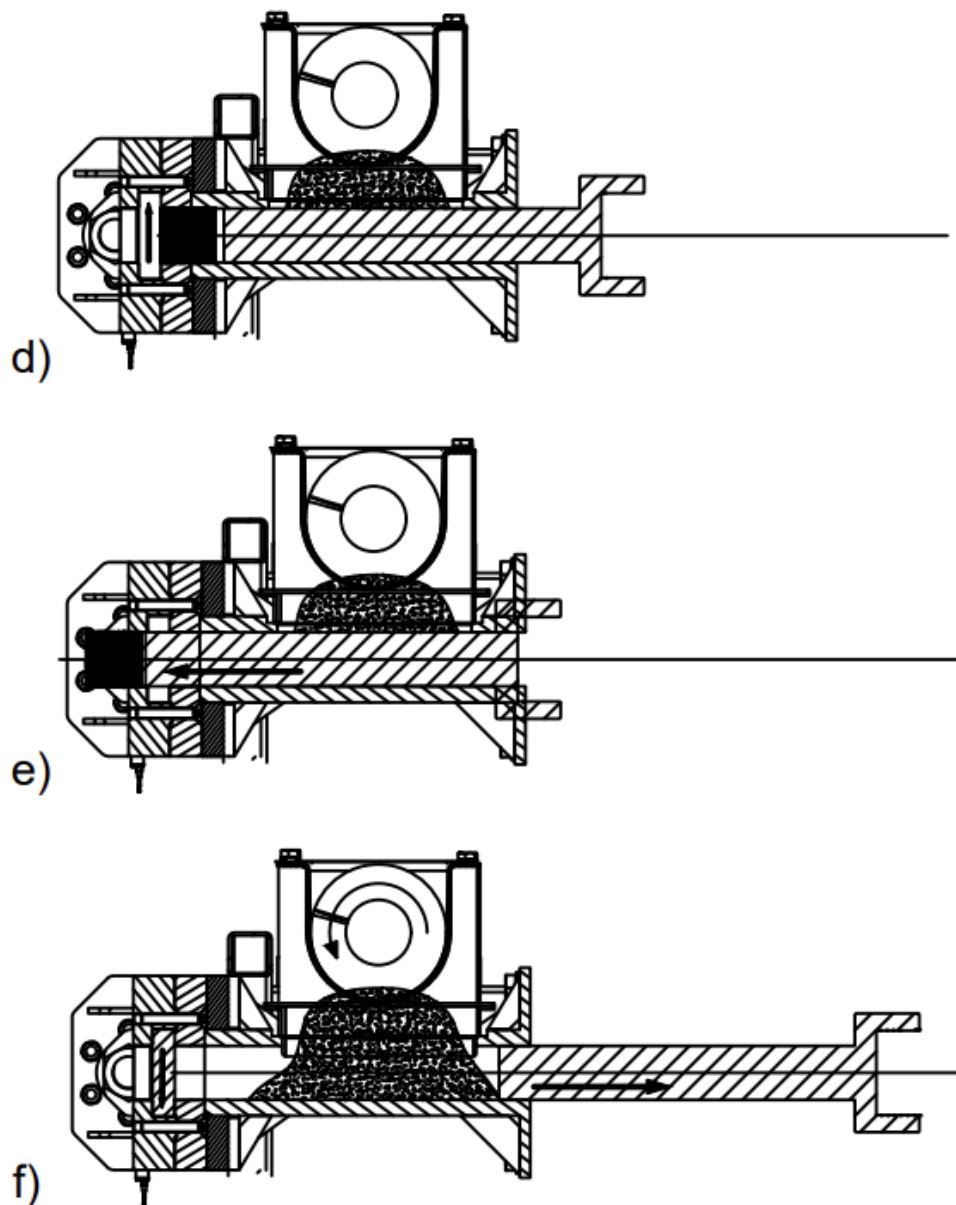
1. Drožlių talpa. Čia operatorius supila drožles. Talpos tūris 1,4 m<sup>3</sup>
2. Presavimo kameros sklendė. Ji uždaro ir atidaro presavimo kamerą, kad galėtų būti išstumta jau supresuota tabletė.
3. Elektros spinta. Į čia ateina elektros srovė iš tinklo ir yra paskirstoma kitoms sistemos dalims: varikliams, hidraulinėms pompoms ir jutikliams. Viduje taip pat yra pagrindinis valdiklis (PLC Programinis logikos valdiklis), kuris sinchronizuoja visų dalių bendrą veikimą.
4. Hidraulinė stotelė. Tai specialiai šiam prietaisui pagal užsakymą surinkta hidraulinė stotelė. Apie ją plačiau bus aprašoma atskirame skyriuje.
5. Rėmas. Rėmas suvirintas iš standartinių nerūdijančio plieno profilių ir yra suprojektuotas taip, kad visos dalys galėtų patogiai montuotis ant jo.
6. Padavimo mechanizmas. Jo tikslas tiekti drožles į presavimo kamerą.
7. Pagrindinis presavimo mechanizmas. Apie jį bus plačiau aptarta tolimesniame skyriuje.
8. Talpa su kraneliu skirta surinkti nubėgusiai emulsijai.

## 5.1 Veikimo ciklas

Pirmiausia operatorius suberia drožles į drožlių talpą (4.5 pav. 1). Talpos apačioje esantis sliekas pradeda suktis tam tikrą nustatytą laiką, kad į kamerą patektų reikiamas kiekis drožlių. Tuo metu pagrindinis cilindras būna galinėje padėtyje, o presavimo kameros durelės uždarytos. Tuomet prasideda presavimo etapas, pagrindinis cilindras spaudžia drožles iki tam tikro slėgio, kuris matuojamas atskiru jutikliu. Pasiekus reikiamą slėgį, puansonas atsitraukia tik tiek, kad nukristų slėgis ir kameros durelės galėtų sklandžiai atsidaryti. Atsidarius durelėms puansonas išvažiuoja iki priekinės padėties jutiklio ir supresuota aliuminio tabletė iškrenta. Tuomet pagrindinis cilindras atsitraukia, užsidaro durelės ir ciklas prasideda iš naujo.



5.6 pav. Veikimo ciklo schema



**5.7 pav.** Veikimo ciklo schema. 2 dalis

Presavimo procesas pavaizduotas paveiksluose 5.6 ir 5.7. Pirmiausia A raide pažymėtas padavimo etapas: sliekas sukasi is stumia drožlės link angos į presavimo kamerą ir drožlės pribyra į presavimo kamerą. A etapas tesiasi tam tikrą numatytą laiką. Toliau eina presavimo etapas, pažymėtas B. Jo metu puansonas presuoja į preasvimo kamerą prikritusias drožles iki kol slėgio jutiklis išmatuoja numatytą presavimo slėgį. Pasiekus reikiamą slėgį puansonas truputį atsitraukia (C etapas), kol slegis nukrenta iki saugaus skelnės atidarymo. D etape atsidaro hidro-durelių sklendė. Sklendės atidarymo padėtį indikuoja indukcinis jutiklis. Toliau puansonas išstumia jau supresuotą aliuminio drožlių tabletę (E etapas). Puansonas stumia tabletę, kol pasiekiamas kitas indukcinis jutiklis. Paskutinis etapas F yra grįžimas į pradinę padėtį, kuri yra žymima indukciniu jutikliu.

**Saugumo sistemos:**

- Slėgis, esantis pagrindiniame cilindre, nuolatos matuojamas ir jeigu presavimo ar atsitraukimo metu pasiekiami kritinė riba, ciklas sustoja ir laukiama operatoriaus patvirtinimo, kad saugu tęsti darbą.
- Presavimo mechanizme įmontuotas papildomas daviklis, kuris matuoja cilindro padėtį presavimo metu ir jeigu puansonas per daug priartėja prie presavimo kameros durelių, o slėgis vis dar nepasiektas, reiškiasi kameroje nėra drožlių ir cilindras toliau nepresuoja, kad nepažeistų durelių. (Plačiau aptarta programos veikimo skyriuje)
- Elektrinėje spintoje įmontuoti automatiniai saugikliai ir lengvieji variklio paleidikliai, kurie esant viršsrovei sustabdo įrenginio veikimą, kol operatorius nepatvirtins, kad darbą tęsti saugu.

**Ciklo etapai:**

1. Startinės padėties parengimas
2. Drožlių padavimas
3. Presavimas
4. Atleidimas
5. Supresuotos tabletės išstūmimas
6. Grįžimas į pradinę padėtį

## **5.2 Elektronika**

**Elektrinė spinta**

Visas staklių valdymas vyksta elektrinėje spintoje. Loginę signalų apdorojimo ir komponentų valdymo dalį atlieka LOGO8 serijos valdiklis su papildomais priedais: 24V maitinimo šaltiniu, 8 skaitmeninių įvesčių ir 8 skaitmeninių išvesčių priedu bei 4 analoginių įvesčių priedu. LOGO PLC (Programuojamas logikos valdiklis) yra programuojamas specialia programine įranga, kurioje loginiai blokai sudedami, kad įrenginys atliktų norimą funkciją. Papildomi priedai reikalingi norint pasiekti tam tikrą funkcionalumą tai reiškia prijungti tam tikrą kiekį skirtingų jutiklių ir valdyti staklių elektromechanines dalis. Visi komponentai tvirtinasi ant din35 standarto profilių, todėl komponentus lengva keisti ir prižiūrėti.

Spintoje ant tų pačių profilių įmontuoti kontaktoriai ir sklendaus paleidimo įrenginys. Didesnių variklių sklendaus paleidimo įrenginiai naudojami siekiant užtikrinti tolygų įtampos ir srovės didėjimą, taip sumažinant mechaninę variklio ir elektros tinklo apkrovą. Jie taip pat leidžia tiksliai

valdyti greitį ir sukimo momentą ir gali sumažinti energijos suvartojimą. Mažesniems varikliams paprastai naudojami kontaktoriai, nes jie yra pigesni, juos paprasčiau įrengti ir prižiūrėti. Kontaktoriai taip pat tinka ir toms aplikacijoms, kurioms reikia tik įjungimo ir išjungimo valdymo. Pagrindinis kontaktorių privalumas yra tas, kad jie yra patikimesni ir pasižymi ilgaamžiškumu. Kontaktoriai taip pat plačiai naudojami pramoninėse mašinose, pavyzdžiui, konvejeriuose, siurbliuose ir ventiliatoriuose, siekiant valdyti galios srautą į variklį.

Salenoidai valdomi LOGO valdiklio priede esančiomis relėmis, todėl jiems papildomų valdymo komponentų nereikia.

Laikantis staklių elektrinių spintų projektavimo standartais, spintoje taip pat įmontuoti atskiri automatiniai saugikliai skirti apsaugoti patį įrenginį ir kitas stakles esančias tame pačiame tinkle nuo nelaimingų atsitikimų.

### **Jutikliai**

Įrenginyje naudojami indukciniai atstumo jutikliai LJ12A3-4-Z/BX.



**5.8 pav.** Indukcinis atstumo jutiklis (anodas.lt, 2023)

LJ12A3-4-Z/BX indukcinis atstumo jutiklis yra bekontaktis jutiklis, kuris metaliniams objektams aptikti naudoja elektromagnetinę indukciją. Jį sudaro osciliatorius, generuojantis aukšto dažnio kintamą elektromagnetinį lauką, jutiklio galvutė, kuri aptinka lauko pokyčius, atsirandančius dėl metalo buvimo, ir signalų apdorojimo grandinė, kuri aptiktus pokyčius paverčia valdymo signalu. Jutiklio jutimo diapazonas yra iki 4 mm, juo galima aptikti įvairių tipų metalus, įskaitant geležį, plieną, varį ir aliuminį.



Vienas iš privalumų naudojant indukcinis artumo jutiklius šiame projekte yra didelis jų tikslumas ir patikimumas. Skirtingai nei mechaniniai jutikliai, kurie gali susidėvėti, indukciniai jutikliai neturi tiesioginio kontakto su aptiktu metalu, todėl jų tarnavimo laikas yra ilgesnis. Be to, mažiau tikėtina, kad dėl dulkių ar kitų teršalų jie klaidingai suveiks. Be to, indukciniai jutikliai yra atsparūs elektromagnetiniams trikdžiams ir gali veikti atšiauriomis sąlygomis. Juos taip pat lengva įrengti ir prižiūrėti.



**5.9 pav.** IFM Slėgio jutiklis (ifm.com, 2023)

PT5500 slėgio jutiklis yra pažangus prietaisas, skirtas slėgiui matuoti įvairiose pramonės srityse. Pagrindinė jo paskirtis - paversti mechaninį slėgio įvesties signalą elektriniu išėjimo signalu, kurį galima naudoti stebėsenai, valdymui ir kitoms reikmėms. Prietaisas pasižymi dideliu tikslumu iki 0,25 % ir plačiu matavimo diapazonu nuo 0 iki 10 000 psi. Slėgio siųstuve PT5500 įrengta 4-20 mA analoginė išvestis, todėl juo galima perduoti tikslius slėgio rodmenis dideliais atstumais su minimaliais signalo nuostoliais. Be to, siųstuvas gali dirbti su įvairiais slėgio tipais, įskaitant manometrinį, absoliutinį ir diferencinį slėgį. Vienas iš PT5500 prijungimo prie "Logo" PLC pavyzdžių - naudoti 4-20 mA analoginės įvesties modulį, kurį galima prijungti prie siųstuvo analoginės išvesties signalo. Tai leidžia realiuoju laiku stebėti ir valdyti slėgio matavimo duomenis, todėl tai yra vertingas įrankis procesų valdymui ir optimizavimui. Kitos svarbios PT5500 savybės - tvirta konstrukcija, atspari nepalankioms aplinkos sąlygoms, ir paprastas montavimas, galintis sutaupyti laiko ir sumažinti montavimo išlaidas. Prietaisas taip pat turi įvairius sertifikatus, įskaitant CE, ATEX ir SIL 2, kurie užtikrina jo tinkamumą naudoti įvairiose pavojingose ir sudėtingose aplinkose.

## Sauga

Elektronikos sauga yra labai svarbus elektrinės dėžės, naudojamos briketavimo procese, aspektas. Elektros dėžėje yra daug elektrinių komponentų, kurie yra būtini briketavimo įrenginio veikimui, todėl labai svarbu juos apsaugoti nuo aplinkos ir įvairių elektros pavojų. Vienas iš pagrindinių rūpesčių yra IP (apsauga nuo dulkių ir vandens) apsauga, kuri gali pažeisti elektrinius komponentus ir pakenkti sistemos saugai. Kad tai būtų sušvelninta, elektros dėžutė turėtų būti suprojektuota taip, kad turėtų aukštą IP klasę, su tarpikliais, sandarikliais ir vandeniui atspariais dangčiais, kurie neleistų patekti dulkėms ir vandeniui.

Saugikliai ir automatiniai pertraukikliai atlieka svarbų vaidmenį užtikrinant elektros dėžutės elektrinių komponentų saugumą. Saugikliai yra suprojektuoti taip, kad suveikia elektros perkrovos atveju, apsaugodami elektros komponentus nuo pažeidimų ir galimų pavojingų situacijų. Kita vertus, automatiniai pertraukikliai yra sukurti taip, kad išsijungtų įvykus elektros gedimui, apsaugodami elektros komponentus nuo pažeidimų ir užtikrindami sistemos saugumą. Elektros dėžutei tinkamus saugiklius ir automatinius pertraukiklius reikėtų parinkti atsižvelgiant į komponentų elektrines specifikacijas ir briketavimo įrenginio galios reikalavimus.

Įžeminimas yra dar vienas svarbus elektronikos saugos elektros dėžėje aspektas. Įžeminimas užtikrina saugų kelią elektros srovei tekėti, taip užkertant kelią pavojingiems elektros pavojams, tokiems kaip elektros smūgis ir gaisras. Tinkamas įžeminimas pasiekiamas elektros komponentus sujungiant su įžeminimo laidininku, kuris sujungtas su žeme. Įžeminimas yra elektros grandinių atskaitos taškas ir padeda sumažinti elektrinį triukšmą, pagerinti veikimą ir užtikrinti sistemos saugumą. ISO 60204-1:2005 - tai standartas, apimantis mašinų elektros įrangą. Šiame standarte išdėstyti mašinų elektros įrangos projektavimo, konstravimo, paleidimo, bandymo, techninės priežiūros ir eksploataavimo nutraukimo reikalavimai. Į standartą įtraukti konkretūs reikalavimai dėl elektros įrangos apsaugos nuo tokių pavojų, kaip trumpasis jungimas, perkrovos ir izoliacijos gedimas.

Be to, kas išdėstyta pirmiau, kitos saugos priemonės, kurios gali būti įdiegtos elektros dėžutėje, yra apsauga nuo viršįtampių ir apsauga nuo perkrovos. Apsauga nuo viršįtampių apsaugo elektros komponentus nuo aukštos įtampos šuolių, kurie gali sugadinti komponentus ir pakenkti sistemos saugai. Apsauga nuo perkrovos užtikrina, kad elektros komponentai nebūtų veikiami per didelės srovės, kuri gali sukelti žalą ir potencialiai pavojingas situacijas. Apsauga nuo viršįtampių užtikrina, kad elektriniai komponentai nebūtų veikiami aukštos įtampos, kuri gali būti pažeista ir kelti pavojų sistemos saugumui.

## **Valdymas**

Presas suprojektuotas dirbti automatiniam režime, tačiau kilus nenumatytoms situacijoms ar atliekant valymo darbus, hidrauliniai cilindrai gali būti valdomi rankiniu būdu.

Svarbus valdymo aspektas yra avarinis stabdymas, kuris turi būti suprojektuotas įrengtas laikantis standartų. ISO 13850:2015 yra standartas, kuriame konkrečiai aptariamos avarinio stabdymo funkcijos. Šiame standarte išdėstyti reikalavimai avarinio stabdymo įtaisams, įskaitant šių įtaisų projektavimą, konstrukciją, bandymus ir ženklimą. Labai svarbu, kad avarinio stabdymo funkcija galėtų nedelsiant sustabdyti pavojingų mašinų ar procesų judėjimą avariniu atveju. Be to, ISO 13849-1:2015 apima su sauga susijusių valdymo sistemų projektavimą ir integravimą į mašinas. Šis standartas apima su sauga susijusių valdymo sistemų, įskaitant saugos valdymo sistemas elektros dėžėje, projektavimą, konstravimą, paleidimą, bandymus, techninę priežiūrą ir eksploataavimo nutraukimą.

### **5.3 Programavimas**

LOGO! PLC programavimas - tai programuojamo loginio valdiklio (PLC) programavimo procesas, skirtas įvairiems pramonės automatizavimo procesams valdyti. PLC veikia kaip centrinis valdymo blokas, kuris stebi ir valdo įvairius procesus įrenginyje. LOGO! PLC gamina "Siemens" ir yra populiarus pasirinkimas mažose ir vidutinio dydžio pramonės automatizavimo programose. Programuoti galima naudojant "Siemens LOGO! Soft Comfort" programinę įrangą, kuri suteikia patogią sąsają PLC programavimui ir modeliavimui. Ši programinė įranga taip pat leidžia realiuoju laiku stebėti ir šalinti PLC sistemos triktis taip pat simuliuoti programos veikimą nejungiant komponentų, o tai sumažina brangių klaidų kiekį kūrimo etape.

Logo! taip pat turi keletą integruotų funkcijų, įskaitant laikmačius, skaitiklius ir jungiklius, kurias galima naudoti sudėtingoms valdymo sistemoms kurti įdedant minimalias programavimo pastangas. Logo! programas galima rašyti manemoniniu arba grafiniu formatu, todėl vartotojams lengviau suprasti programos struktūrą ir elgseną. Be to, "Logo!" palaiko IEC 61131-3 standartą, o tai reiškia, kad "Logo!" programas galima lengvai integruoti su kitomis valdymo sistemomis ir prietaisais, naudojančiais tą patį standartą.

PLC programavimo kalbos naudojamos programuojamiems loginiams valdikliams (PLC), skirtiems pramoninėms valdymo sistemoms programuoti. Dažniausiai naudojama PLC programavimo kalba yra "Ladder Logic" (LD), pagrįsta elektrinėmis kopėčių diagramomis, kurios buvo naudojamos ankstyvuojų PLC kūrimo laikotarpiu. Tačiau yra ir keletas kitų PLC programavimo kalbų, pavyzdžiui, instrukcijų sąrašo (IL), nuosekliųjų funkcijų diagramų (SFC) ir funkcinųjų blokų

diagramų (FBD). Kiekviena iš šių programavimo kalbų turi savų privalumų ir trūkumų, o programavimo kalbos pasirinkimas priklauso nuo konkrečių valdymo sistemos reikalavimų.

LD (Ladder Diagram) yra pati paprasčiausia iš LOGO! programavimo kalbų, tai grafinė kalba, primenanti elektrinę kopėčių diagramą. Ši kalba gerai tinka naudotojams, turintiems nedidelę programavimo patirtį, nes ją lengva suprasti ir naudoti dėl vizualaus vaizdavimo. Pagrindinis LD privalumas - jos paprastumas, nes ja galima programuoti paprastas valdymo sekas neturint išsamių programavimo žinių. Tačiau dėl savo paprastumo ji taip pat netinka sudėtingesnėms automatizavimo užduotims atlikti, nes nesuteikia tokio valdymo ir funkcionalumo kaip kitos LOGO! programavimo kalbos.

IL (instrukcijų sąrašas) yra tekstinė kalba, panaši į tradicines PLC programavimo kalbas. IL suteikia aukštą valdymo ir funkcionalumo lygį, todėl ji gerai tinka sudėtingesnėms automatizavimo užduotims atlikti. Pagrindinė IL stiprybė - jos universalumas, nes ja galima programuoti įvairias automatizavimo užduotis - nuo paprastų valdymo sekų iki sudėtingų duomenų apdorojimo ir analizės. Tačiau dėl savo tekstinio pobūdžio ji gali būti sunkiai suprantama ir efektyviai naudojama naudotojams, turintiems ribotą programavimo patirtį.

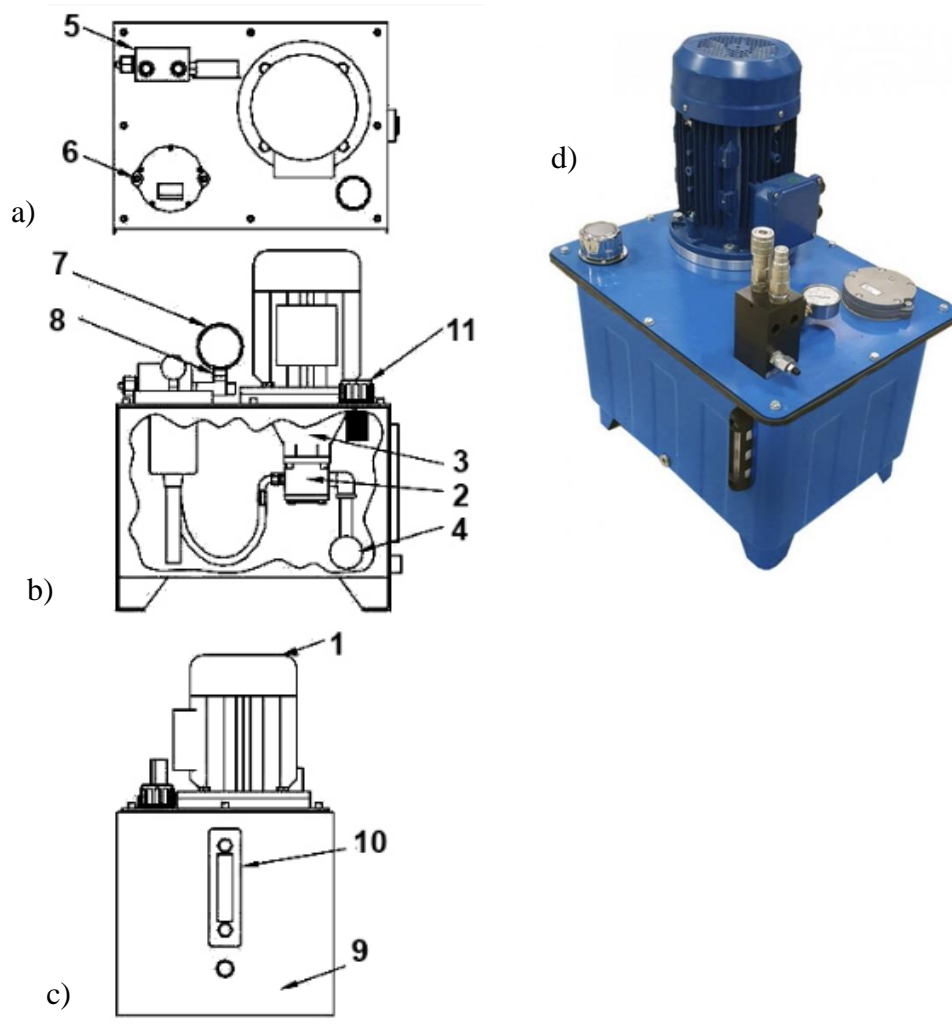
CFC (angl. Continuous Function Chart) yra grafinė kalba, gerai tinkanti valdymo sekoms realiuoju laiku programuoti. CFC yra vaizdinė kalba, kurią lengva suprasti ir naudoti, todėl ji ypač gerai tinka naudotojams, kurie nėra susipažinę su tradicinėmis PLC programavimo kalbomis. Pagrindinis CFC privalumas - jos realaus laiko funkcijos, nes ja galima programuoti sudėtingas valdymo sekas realiuoju laiku, todėl ji idealiai tinka naudoti automatikos programose, kuriose reikia apdoroti svarbius laiko parametrus. Tačiau dėl riboto funkcionalumo ji netinka sudėtingesnėms duomenų apdorojimo ir analizės užduotims atlikti.

FBD (funkcinių blokų diagrama) yra grafinė kalba, kuri daugeliu atžvilgių panaši į CFC. FBD yra vizuali kalba, kurią lengva suprasti ir naudoti, todėl ji ypač tinka naudotojams, kurie nėra susipažinę su tradicinėmis PLC programavimo kalbomis. Pagrindinė FBD stiprybė - jos funkcionalumas, nes ja galima programuoti sudėtingas valdymo sekas ir duomenų apdorojimo bei analizės užduotis. Tačiau dėl savo vizualaus pobūdžio ją gali būti sunku efektyviai naudoti sudėtingesnėms automatizavimo užduotims atlikti, nes norint ja efektyviai naudotis, gali prireikti aukštesnio lygio programavimo žinių ir patirties.

Atsižvelgus į programavimo kalbų privalumus ir trūkumus buvo pasirinkta funkcinių blokų diagramos kalba, kuri yra aiškiai suprantama ir taip pat pakankamai funkcionali atlikti tikslaus laiko sinchronizavimo reikalaujančias užduotis.

## 5.4 Hidraulinė sistema

Hidraulinę sistemą galima užsisakyti svetainėje [dominga.lt](http://dominga.lt). Joje dirbantys specialistai parenka komponentus pagal reikiamus parametrus, pavyzdžiui, maksimalų slėgį, kinematinius reikalavimus, galios poreikį ir kt. Įmonė iš turimų tiekėjų parenka komponentus, surenka juos į kompaktiškus įrenginius, o tada, atvykus į vietą, atlieka išsamią patikrą. Atsižvelgiant į galios reikalavimus pasirinkta HPP55 hidraulinė stotis su 7,5kW galios elektros varikliu, kurios kaina 1500 eurų.



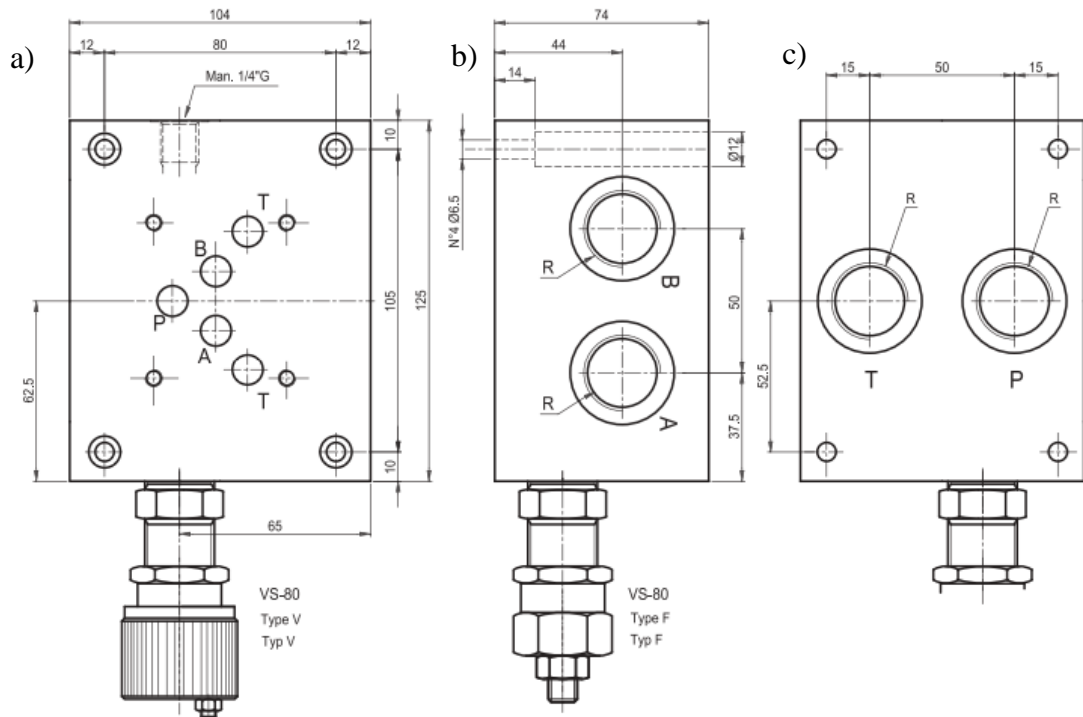
**5.10 pav.** Hidraulinės stoties sandara (dominga.lt, 2022)

a) vaizdas iš viršaus, b) vaizdas iš šono su pjūviu, c) vaizdas iš šono, d) bendras vaizdas.

Hidraulinė stotis tai hidraulinis bakas, kuriame sumontuoti kiti komponentai. 11 paveiksle pavaizduotas tipinė hidraulinės stoties sandara. 1 – Elektrinis variklis, 2/3 – hidraulinė pompa, 4 – hidraulinis filtras, 5 – montazinė plyta, 6 – grįžtamos linijos filtras, 7 – slėgio indikatorius, 8 – slėgio indikatoriaus jungtis, 9 – bako korpusas, 10 – tepalo lygio indikatorius, 11- ertmė su kamščiu skirta užpildyti baką.

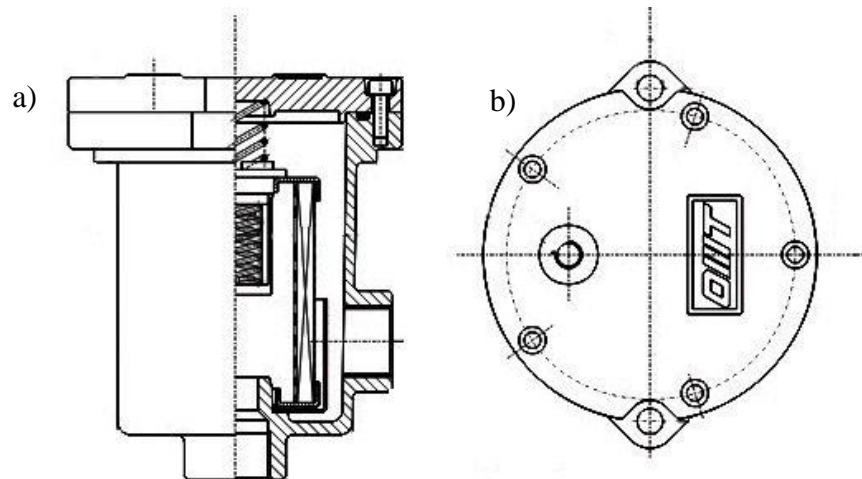


**5.11 pav.** hidraulinis vožtuvas valdomas salenoidais (dominga.lt, 2022)



**5.12 pav.** ES5B34PLX3F blokas (dominga.lt, 2022)

a) vaizdas iš viršaus, b) vaizdas iš kairės, c) vaizdas iš apačios



**5.13 pav.** AFR180C10NR grįžtamos linijos filtras (dominga.lt, 2022)

a) vaizdas su pjūviu, b) vaizdas iš viršaus

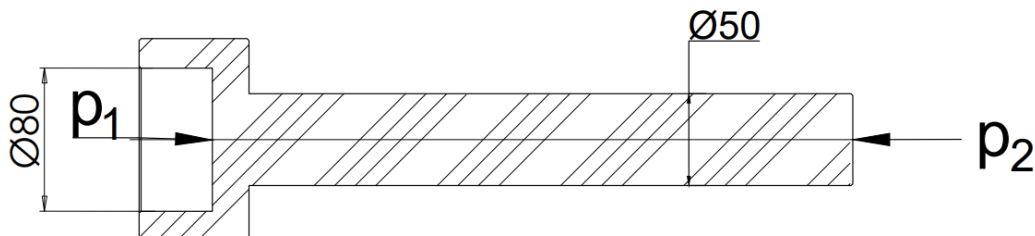
Hidraulinę sistemą sudaro rezervuaras su alyvos lygio indikatoriumi, kad būtų galima stebėti skysčio lygį ir užtikrinti, kad sistema būtų sandari. Bako taip pat yra 7,5 kW variklio varomas siurblys ir filtras, pašalinantis sunkias daleles, galinčias sugadinti hidraulinę sistemą. Elektriniais salenoidais valdomi prie hidraulinių žarnų pritvirtinti hidrauliniai vožtuvai, kurie kontroliuoja konkrečiose žarnose susidariusį slėgį. Šiuo konkrečiu atveju rezervuare esantis elektros variklis valdo du siurblius: vieną - didelio srauto ir mažo slėgio, o kitą - didelio slėgio ir mažo srauto. Vožtuvai tvirtinami prie montavimo plokštės ex5b34plx3f, todėl juos galima lengvai pritvirtinti prie bako naudojant standartinius varžtus.

Prietaisas turi du hidraulinius cilindrus: vieną - slėginei kamerai uždaryti arba atidaryti su slankiojančia sklende, kurio galia 2 tonos, ir kitą - metalo drožlėms suspausti, kurio galia 30 tonų. Cilindrai hidraulinėmis žarnomis sujungti su hidraulinio bako vožtuvais.

## 6 ĮRENGINIO PAGRINDINIŲ PARAMETRŲ SKAIČIAVIMAI

### 6.1 Puansono atsparumo skaičiavimas

Šiame skyriuje atliekami skaičiavimai, siekiant nustatyti puansono abudu galus veikiantį slėgį ir patikrinti ar reikšmės neviršija leistinų reikšmių atlikus „SolidWorks Simulations“ analizę.



6.1 pav. Puansono eskizas

Cilindrą veikianti jėga:  $F = 30T$

Puansono presuojamo ploto skersmuo:  $d = 50\text{mm} = 0.05\text{m}$

Puansono presuojamas plotas:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (10.1.1)$$

Čia:  $S$  – Puansono presuojamas plotas;

$d$  – Puansono skersmuo;

$$S_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 0,0019625 \text{ m}^2 \quad (10.1.2)$$

Puansono spaudžiamas plotas:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,005024 \text{ m}^2 \quad (10.1.3)$$

Spaudimas puansono presuojamame plote:

$$p = \frac{F}{S} \quad (10.1.4)$$

Čia:  $p$  – Slėgis

$F$  – Cilindrą veikianti jėga;

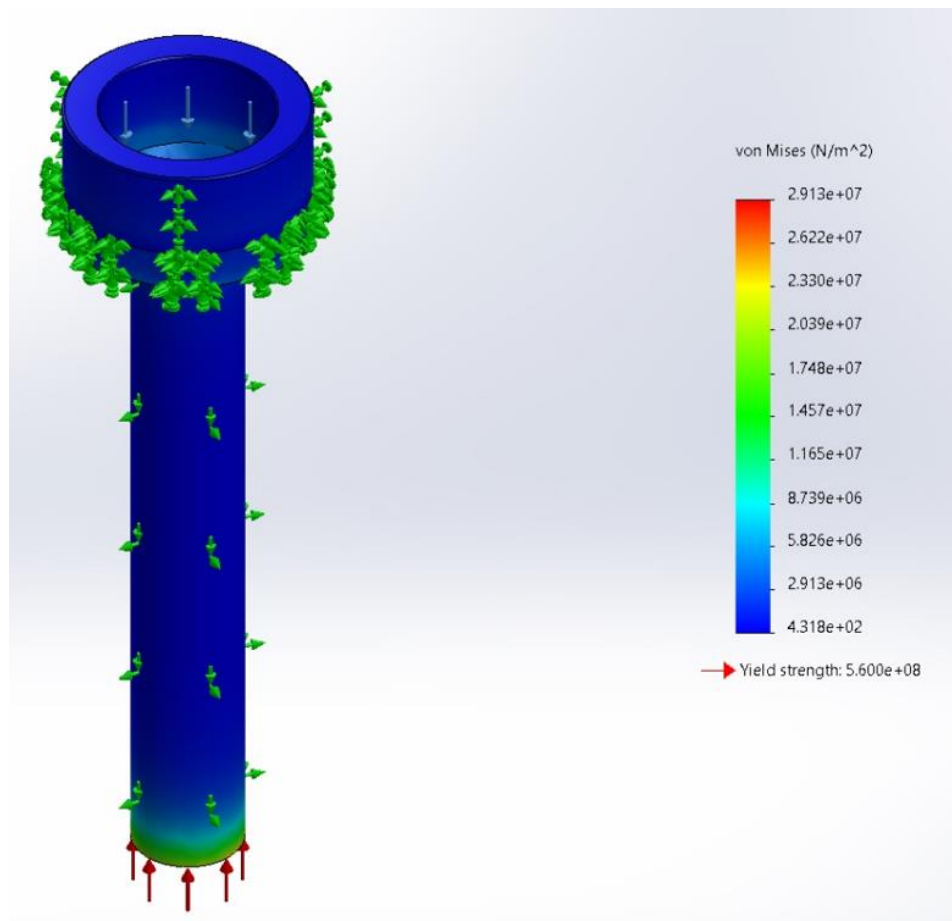
$S$  – Puansono presuojamas plotas;

$$p_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{30000 \text{ kg}}{0,0019625 \text{ m}^2} \approx 16,3 \text{ MPa} \quad (10.1.5)$$

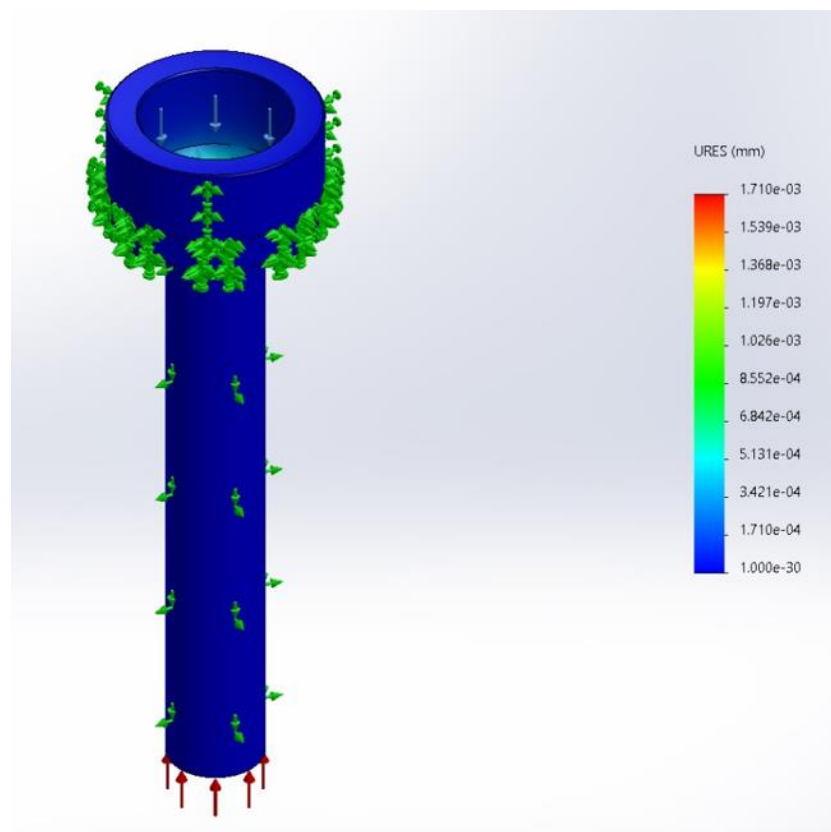
Spaudimas Puansono – cilindro gale:

$$p_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{30000 \text{ kg}}{0,005024 \text{ m}^2} \approx 5,97 \text{ MPa} \quad (10.1.6)$$



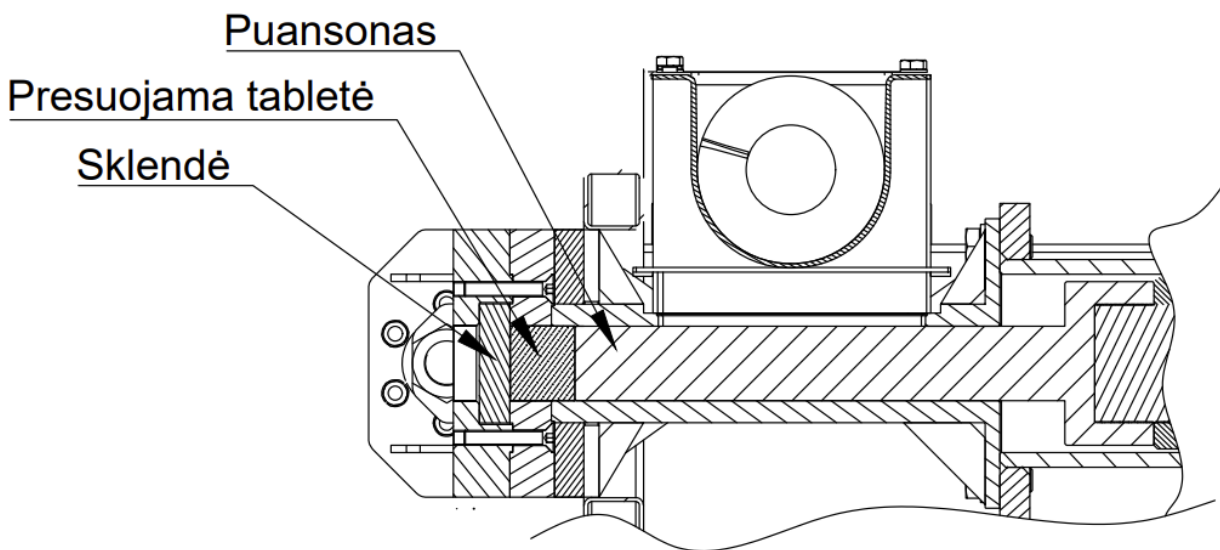


6.2 pav. Puansono įtempių simuliacija



6.3 pav. Puansono deformacijų simuliacija

Pasirinkto plieno S235JR takumo riba yra 560 MPa, todėl detalės deformacijos neviršija leistinų nuokrypių veikiant paskaičiuotoms apkrovoms. Didžiausias deformacija vyksta išilgai puansono, kadangi jis patalpintas kameroje su mažu tarpeliu, o didžiausia deformacija yra 1,7 mikrometro.

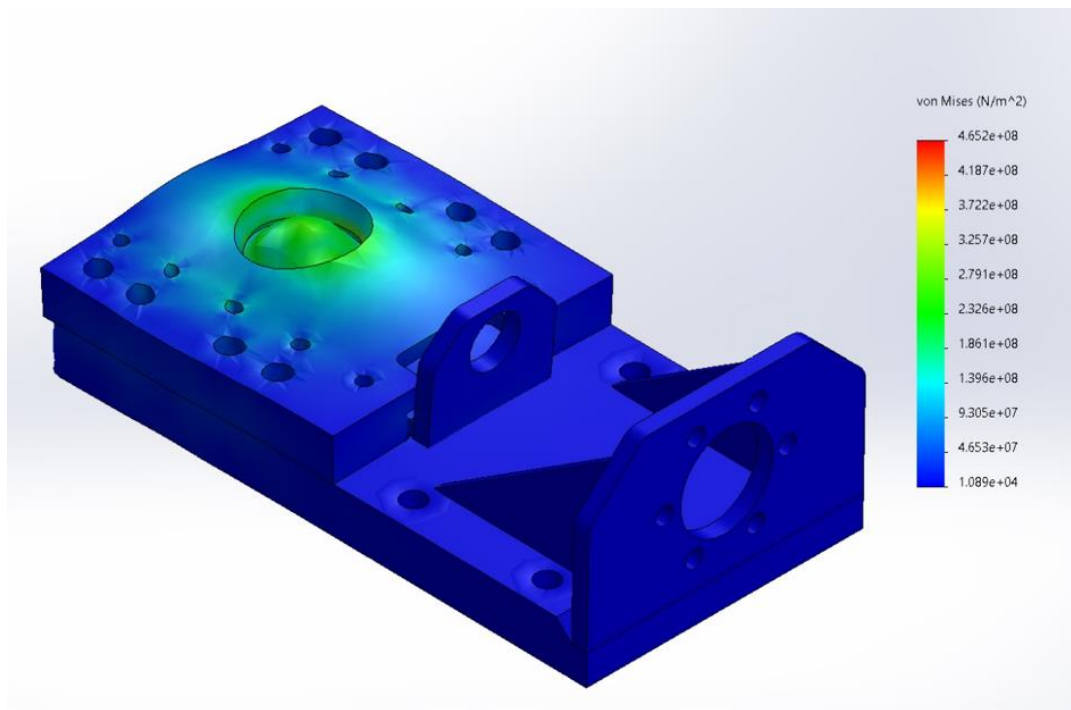


**6.4 pav.** Presavimo procesas

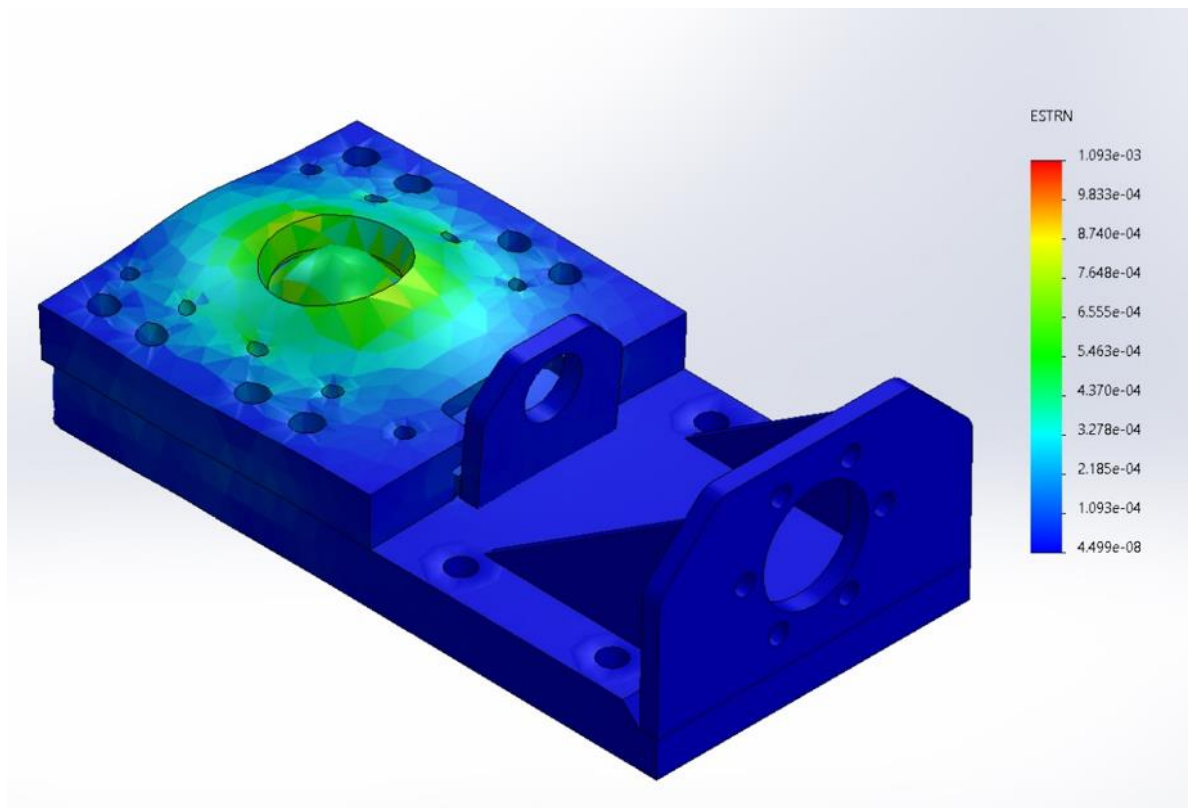
Presavimo metu jėgos veikia ne tik puansoną, bet ir kitas mechanizmo dalis. 11 paveiksle pavaizduotas presavimo metu atliktas pjūvis. Iš jo galime matyti, kad spaudimo slėgis tiesiogiai veikia drožles ir iš jų formuoja supresuotą tabletę, tačiau drožlės remiasi į sienelės ir sklendę, tokiu būdu perduoda spaudimą joms. Šiame procese labai svarbu, kad detalės atlaikytų spaudimo jėgas ir neišlinktų. Ne visa puansono presuojamo galo jėga perduodama tiesiai į sklendę, dalį jėgos sugeria drožlių amortizacija, dalis nukreipiama į išorines sienelės, tačiau didžioji dalis į sklendę, todėl skaičiuojant su atsarga galime daryti prielaidą, kad visa puansono presuojamą galą veikianti jėga  $p_2$  tiesiogiai perduodama į sklendę. Tuomet sklendę veikiantis slėgis yra 16,3 MPa, pagal aukščiau atliktus skaičiavimus.

## 6.2 Sklendės mazgo atsparumo skaičiavimai

Kaip ir minėta ankstesniame poskyryje, jėgos veikia ne tik puansoną ir drožles, bet ir hidraulinės sklendės mechanizmą. Dėl šios priežasties svarbu nustatyti ar projektuojamo preso hidraulinė sklendė atlaikys jas veikiančias jėgas.



**6.5 pav.** Sklendės įtempių simuliacija



**6.6 pav.** Sklendės deformacijų simuliacija

Simuliacijos būdu (12 pav. ir 13 pav.) nustatyta, jog sklendė ir visas durelių mechanizmas atlaiko tokias jėgas ir nepriartėja prie maksimalios kritinės ribos. Nustatytos maksimalios deformacijos iki 1,09 mikrometro, tai yra leistinose normos ribose.

### 6.3 Našumo skaičiavimas

Eksperimentiniu būdu nustatyti supresuotos tabletės parametrai:

Svoris  $m$ : 57g;

Storis  $h$ : ~50mm (Storis gali svyruoti  $\pm 10$ mm, čia imamas vidurkis)

Supresuotos tabletės tankis  $\rho$ :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (10.1)$$

Čia:  $\rho$  - tankis;

$V$  – tūris;

$m$  - masė;

$$V = h * S \quad (10.2)$$

Čia:  $h$  – tabletės aukštis;

$S$  – tabletės presuojamo paviršiaus plotas;

$$V = 5\text{cm} * 19,625\text{cm}^2 = 98,125\text{ cm}^3;$$

$$\rho = \frac{57\text{ g}}{98,125\text{ cm}^3} = 0,581\text{ g/cm}^3;$$

Gryno aliuminio tankis yra  $2,7\text{ g/cm}^3$

Supresuoto aliuminio santykis su grynu aliuminiu:

$$\frac{\rho_{Al}}{\rho} = \frac{2,7}{0,581} = 4,65 \quad (10.3)$$

Supresuota tabletė yra keturi su puse karto lengvesnė už grynąjį aliuminį.

Darbo vieno ciklo trukmė: 6,5s

$$\text{Ciklų kiekis per valandą } n: \frac{60 * 60}{6,5} = 553,85$$

Supresuojama kilogramų per valandą:  $553,85 \times 57\text{g} = 31,6\text{ kg/h}$

Vidutinis mėnesio darbo valandų skaičius: 167h.

Našumas per mėnesį dirbant viena pamaina (167h/mėn):

$$31,6\text{ kg/h} \times 167\text{h} = 5,3\text{ t/mėn}$$

Našumas per mėnesį dirbant dviem pamaina (334h/mėn):

$$31,6\text{ kg/h} \times 334\text{h} = 10,6\text{ t/mėn}$$

Našumas per mėnesį dirbant trimis pamainomis (501h/mėn):

$$31,6\text{ kg/h} \times 501\text{h} = 15,9\text{ t/mėn}$$

## 7 PUANSONO APDIRBIMO EIGA

Tekinimo procesas apima ruošinio sukimą, o pjovimo įrankis naudojamas medžiagai formuoti, pjauti arba šalinti, taip gaunant norimą detalę. Tobulėjant technologijoms ir apdirbimo būdams, tekinimo operacijos evoliucionavo, kad atitiktų šiuolaikinės pramonės poreikius. Pirmiausia parinksiu tekinimo stakles, tuomet suskirstysiu visą gamybą į atskiras operacijas ir pakopas. Kiekvienai pakopai parinksiu pjovimo parametrus.



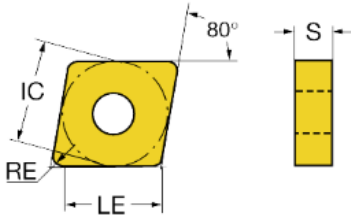
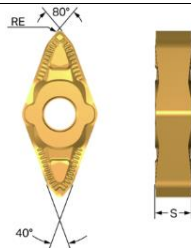
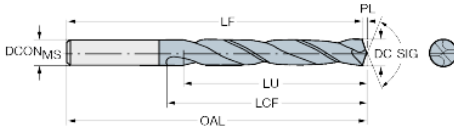
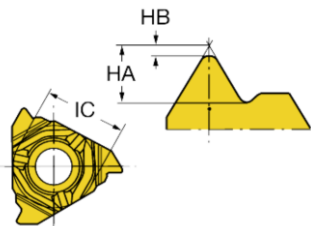
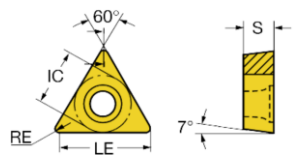
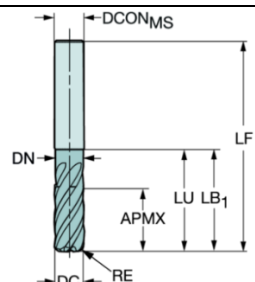
**7.1 pav.** Tekinimo staklės HAAS ST-10 (haascnc.com, 2023)

"Haas ST-10" staklės yra kompaktiškos, didelio našumo tekinimo staklės, skirtos mažų ir vidutinių detalių gamybai. Šiose tekinimo staklėse įdiegta daug pažangių funkcijų, todėl jos yra universalus ir patikimas įrankis įvairioms medžiagoms, įskaitant plieną, aliuminį ir titaną, apdirbti.

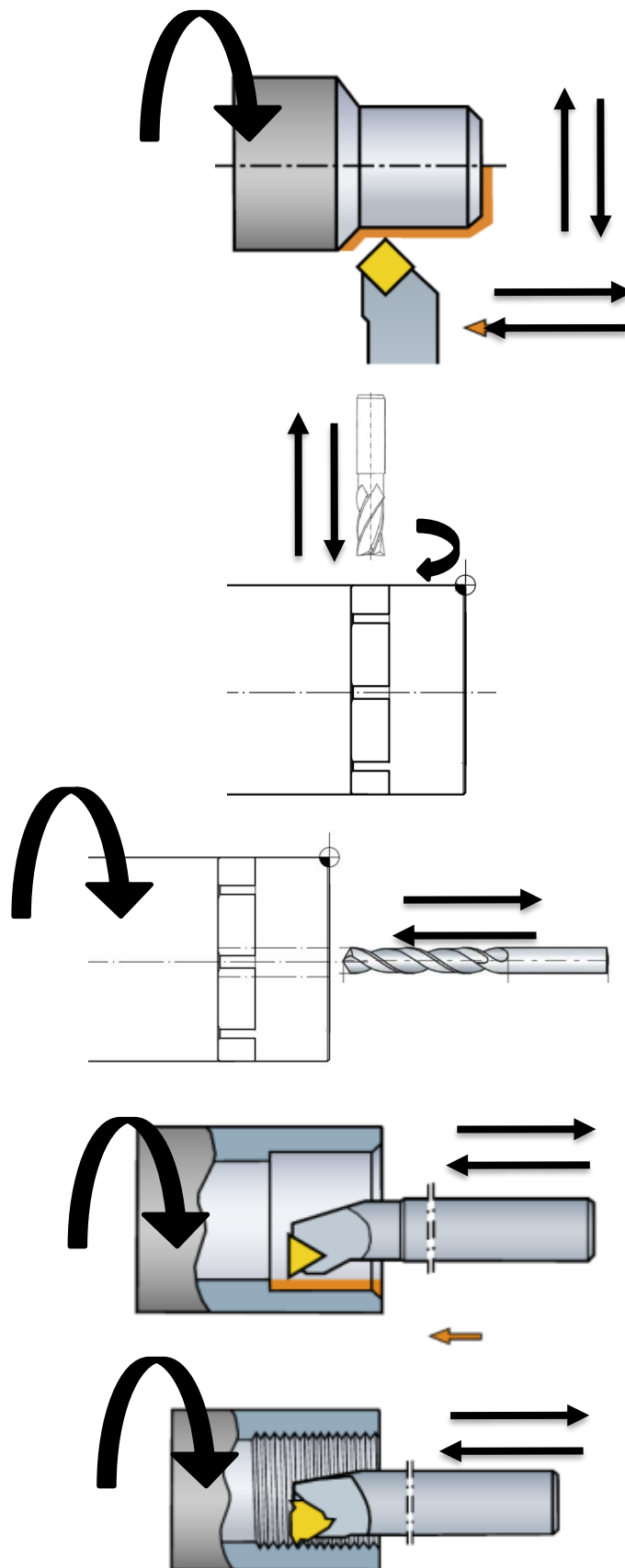
Viena iš pagrindinių "Haas ST-10" tekinimo staklių savybių yra aktyviojo įrankio funkcija. Ši funkcija leidžia tekinimo staklėms automatiškai perjungti skirtingus pjovimo įrankius vienos apdirbimo operacijos metu, nereikalaudami rankinio įsikišimo. Taip ne tik taupomas laikas, bet ir užtikrinamas didesnis galutinio gaminio tikslumas ir preciziškumas. Aktyviųjų įrankių funkciją galima valdyti naudojant "Haas" CNC valdymo sistemą, kuri yra intuityvi ir paprasta naudoti.

Techniniai duomenys, "Haas ST-10" tekinimo staklių didžiausias suklio greitis yra 6000 aps/min, o didžiausias pjovimo skersmuo - 356 mm. Tekinimo staklių didžiausias pjovimo ilgis taip pat yra 406 mm, o didžiausia strypo talpa - 51 mm. Tekinimo staklės suka 11,2 kW galios suklio variklis, o didžiausia greita eigos sparta - 24,4 m/min.

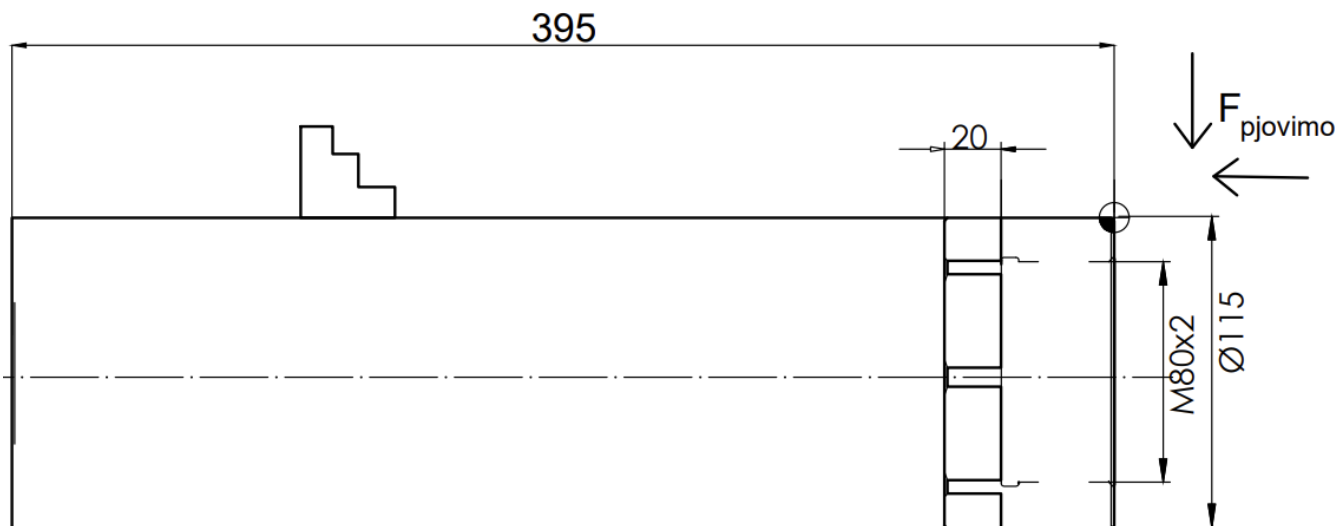
**7.1 lentelė.** Puansono gamybos įrankiai

Lizdo Nr.	Ilgio kompensacijos registro Nr.	Pjovimo dalies spindulys, mm	Aprašas	Eskizas
1	H01	0.794	CNMG 19 06 08-PR 4425	
2	H02	0.8	CP-B1208D-M5 4425	
3	H03	-	460.1-1800-054A0-XM GC34	
4	H04	-	266RL-16MM01A200 M 1125	
5	H05	0.794	TCMT 11 03 08-PR 4335	
6	H06	0.4	2F342-1111-038-PC 1730	

## 7.1 Operacija 005



7.2 pav. Operacijos 005 įrankiai ir judėjimo kryptis



**7.3 pav.** Operacijos 005 Paruošos užspaudimas

**7.2 lentelė.** Pirmos operacijos pakopos

Ruošinys	Ø115 × 400mm
Operacijų turinys	
Pakopos Nr.	Pakopos aprašas
1	Nutkinamas ruošinio priekis, kad būtų pasiektas reikiamas tikslumas
2	Paviršiaus nutekimas iki reikiamų matmenų
3	Aktyviu įrankiu frezuojami tiesūs grioveliai, taip formuojamas aštuonkampis
4	Gręžiama 18mm skylė
5	Tekinama skylė iki 77,835mm
6	Tekinamas sriegis M80, žingsnis 2mm

Antros pakopos pjovimo parametrų skaičiavimas:

Pjovimo greitis:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.1)$$

D – Apdirbamos detalės skersmuo

n – Sūkių skaičius

$$V = \frac{3.14 \cdot 115 \cdot 2000}{1000} = 433 \text{ m/min}$$



Pakopos trukmė:

$$t = \frac{l \cdot n}{F} \quad (6.2)$$

t – pakopos trukmė

l – apdirbamos detalės ilgis

n – praėjimų skaičius

F – pastūma

$$n = \frac{h}{s \cdot 2} \quad (6.3)$$

h – apdirbamos detalės gylis

s - praėjimo gylis

$$n = \frac{5}{1 \cdot 2} = 2,5$$

Praėjimų skaičių apvaliname į didesnę pusę iki sveiko skaičiaus.

$$t = \frac{65 \cdot 3}{350} = 33s$$

### 7.3 lentelė. Pirmos operacijos pakopų parametrai

Pakopos Nr.	n, sūk./min	V, m/min	F, mm/min	t, s	S, mm	Įrankis
1	1200	370	350	46	2,5	CNMG 19 06 08-PR 4425
2	1200	433	350	33	2	CNMG 19 06 08-PR 4425
3	-	295	300	33	1	2F342-1111- 038-PC 1730
4	1800	80	150	21	-	460.1-1800- 054A0-XM GC34
5	3300	237	230	45	2	TCMT 11 03 08-PR 4335
6	635	160	2	18	1,5	266RL- 16MM01A200M 1125

N – ruošinio apsisukimų dažnis,

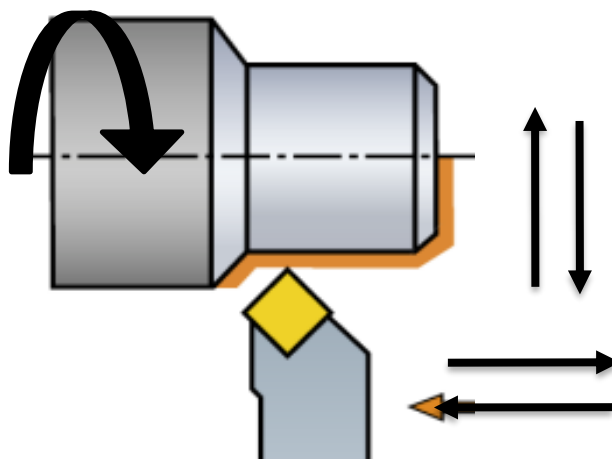
V - greitis,

F - pastūma,

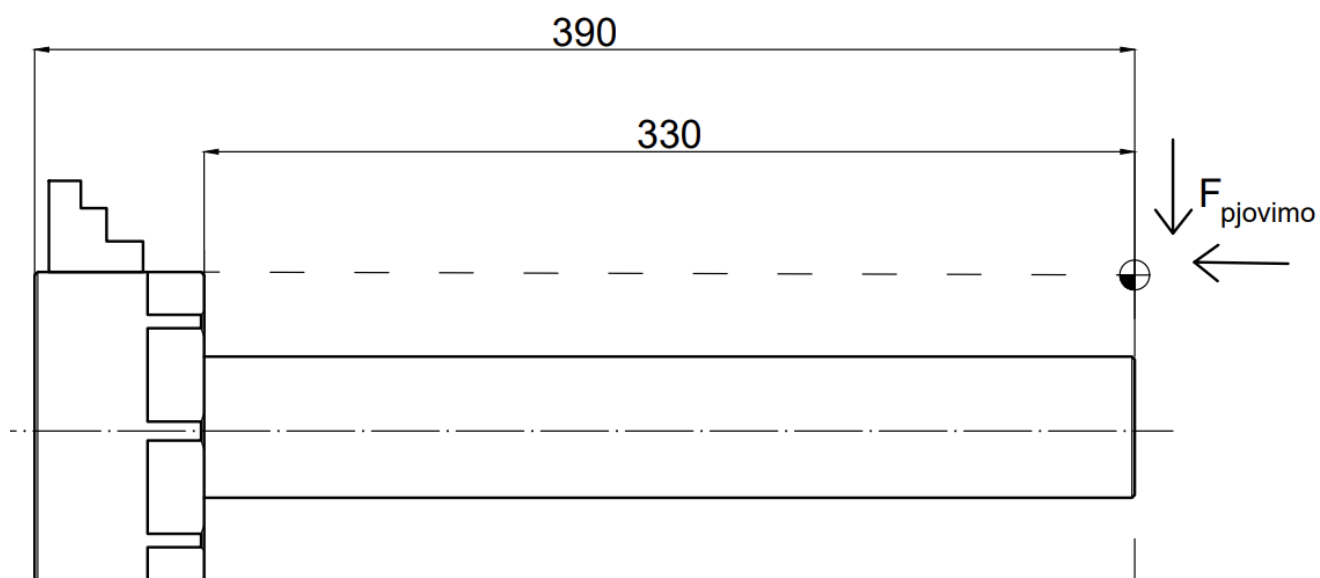
t – pakopos trukmės laikas,

s – gylis.

## 7.2 Operacija 010



7.4 pav. Operacijos 010 įrankiai ir judėjimo kryptis



7.5 pav. Operacijos 010 Paruošos užspaudimas

7.4 lentelė. Antros operacijos pakopos

Ruošinys	Dalinai apdirbta detalė
Operacijų turinys	
Pakopos Nr.	Pakopos aprašas
1	Nutekinamas ruošinio priekis, kad būtų pasiektas reikiami matmenys
2	Grubiai tekinamas puansono galas iki reikiamo matmens
3	Tekinamas puansono galas iki reikiamo šiurkštumo

**7.5 lentelė. Antros operacijos pakopų parametrai**

Pakopos Nr.	n, sūk./min	V, m/min	F, mm/min	T, s	S, mm	Įrankis
1	2000	370	350	23	2	CNMG 19 06 08-PR 4425
2	2000	360	350	72	1	CNMG 19 06 08-PR 4425
3	4500	352	250	19	0,5	CP-B1208D-M5 4425

N – ruošinio apsisukimų dažnis,

V - greitis,

F - pastūma,

t – pakopos trukmės laikas,

s – gylis.

**7.3 Veleno pjovimo jėgų skaičiavimas**

Didžiausia jėga susidaro kai velenas yra grubiai nutekinamas, todėl apskaičiuojama vieno kumštelio jėga veikianti į veleno paviršių.

Didžiausia pjovimo jėga: 198 N m

$$F_f = \frac{M}{l} = \frac{198}{0.11} = 1800 \text{ N} \quad (6.1)$$

$$F_f = 3 \cdot F_{tr} \quad (6.2)$$

$$F_f = 3 \cdot N \cdot \mu \quad (6.3)$$

$$N = \frac{F_f}{3 \cdot \mu} = \frac{1800}{3 \cdot 0.7} = 857 \text{ N} \quad (6.4)$$

Gauta vieno kumštelio jėga dauginama iš 3, kadangi griebtuvas 3 kumštelių

$$3 \cdot 857 \text{ N} = 2571 \text{ N}$$

Gautą jėgą reikia padauginti iš atsargos koeficiento:  $2571 \text{ N} \cdot 1.5 = 3857 \text{ N}$ .

## 8 DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

Kuriant gaminį ar procesą svarbu atsižvelgti į galimą riziką žmonių sveikatai ir aplinkai. Mechaniniai pavojai gali būti judančios dalys, suspaudimo vietos ar kiti fizinio susižalojimo šaltiniai. Elektros pavojus gali kilti dėl atvirų laidų ar aukštos įtampos įrangos. Cheminiai pavojai gali kilti dėl pavojingų medžiagų, tokių kaip valymo priemonės ar tepalai, naudojimo ar laikymo. Dujų pavojus gali kilti, jei yra toksiškų ar degių dujų nuotėkio ar išmetimo pavojus. Radiacijos pavojus gali kilti dėl rentgeno spindulių ar kitų jonizuojančiosios spinduliuotės formų poveikio.

Svarbu nustatyti visus galimus pavojus, susijusius su projektuojamu gaminiu ar procesu, kad būtų galima nustatyti tinkamas saugos priemones, kurias reikia įdiegti. Siekiant nustatyti ir įvertinti galimus pavojus, reikėtų atlikti išsamų rizikos vertinimą ir įgyvendinti tinkamas kontrolės priemones, kad šie pavojai būtų sumažinti arba pašalinti. Pavyzdžiui, galima įrengti apsauginius aptvarus arba barjerus, kad būtų užkirstas kelias prie judančių dalių arba suspaudimo vietų, ir aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis (AAP), kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo pavojingų medžiagų ar radiacijos poveikio. Šiame įrenginyje pagrindiniai pavojai žmogui yra susiję su dideliu preso galingumu. Darbuotojas neturi turėti galimybės įkišti galūnių į preso hidraulinių cilindrų veikimo zonas. Kitas pavojus yra besisukantis sliekas talpos apačioje, nors talpos viršus yra gana aukštai – 1,5 metro, tačiau galima įmesti tenai kitus objektus arba nelaimingo įvykio metu kitaip atsidurti to zonoje. Labai svarbu užtikrinti, jog preso operatorius nepateks į šias zonas ir dabas vyks saugiai. Kitas pavojus yra elektrinės spintos ir elektronikos saugumo užtikrinimas. Elektrinė įrenginio dalis turėtų būti tinkamai apsaugota, kad nelaimingo įvykio atveju neatsirastų elektros nuotėkis arba kitai operatorius nebūtų nutrenktas. Kaip ir daugelis pramoninių įrenginių, šis aliuminio drožlių presas skleidžia garsus ir vibracijas, todėl darbuotojas turi imtis atitinkamų saugos priemonių.

Be rizikos žmonių sveikatai, taip pat svarbu atsižvelgti į galimą projektuojamo gaminio ar proceso poveikį aplinkai. Pavyzdžiui, pavojingų medžiagų naudojimas ar šalinimas gali turėti neigiamą poveikį aplinkai, įskaitant dirvožemio ir vandens užterštumą ar oro taršą. Gaminys ar procesas turėtų būti suprojektuotas taip, kad šis poveikis būtų kuo mažesnis ir kad jis atitiktų atitinkamus aplinkosaugos reglamentus ir standartus. Tai gali būti mažiau pavojingų medžiagų naudojimas, tinkamos atliekų tvarkymo praktikos įgyvendinimas arba energijos suvartojimo mažinimas. Projektavimo proceso pradžioje nustatčius ir pašalinus šiuos pavojus, galima užtikrinti, kad gaminys ar procesas būtų ir saugus, ir atsakingas aplinkai. Šis įrenginys neskleidžia garų ar radiacijos, tačiau jame yra kelių tipų skysčiai, su kuriais reikia elgtis pagal nustatytas tvarkas. Pirma, hidraulika varoma hidrauline alyva, kurią reikia keisti kas tam tikrą laiką. Keitimo metu labai svarbu, kad visa alyvą būtų saugiai perpumpuota į atskirą saugojimo baką ir nauja alyva įpilta į hidraulinį baką be nuostolių, tam reikia naudoti specialius įrenginius, tokius kaip papildomas pompas. Kitas

skystis esantis sistemoje yra emulsija, susikaupusi ant drožlių. Prese spaudžiant aliuminio drožles ir formuojant iš jų tabletę emulsija yra išspaudžiama ir tam skirtasi nutekėjimais subėga į rezervuarą esanti staklių apačioje. Svarbu, kad ši emulsija neišsipiltų ant žemės, nes tokiu būdu gali užteršti gruntinius vandenius. Emulsijos rezervuaras turi lygio indikatorius ir presas informuoja, kuomet bakas yra pilnas ir jį reikėtų ištuštinti. Emulsijos nupylimui yra skirtas kranelis. Nupiltą emulsiją svarbu panaudoti pagal reikalavimus. Ją galima perfiltruoti ir panaudoti vėl arba atsikratyti laikantis gamtosauginių reikalavimų

Vienas iš pagrindinių pavojų, susijusių su šia mašina, yra didelė preso galia, kuri gali kelti didelį pavojų žmonių saugai. Sprendžiant šio pavojaus problemą, turėtų būti įrengti tinkami apsaugai ir blokavimo įtaisai, kad darbuotojai negalėtų netyčia prisiliesti prie judančių mašinos dalių. Be to, svarbu užtikrinti, kad preso operatorius neateitų į pavojingas zonas, kai presas veikia. Tai galima pasiekti naudojant atitinkamus įspėjamuosius ženklus, užtvaras ir kitas fizines priemones, neleidžiančias darbuotojams patekti į pavojingas zonas. Elektrinė mašinos dalis taip pat turėtų būti tinkamai apsaugota, kad būtų išvengta elektros nuotėkio ar kitų elektros pavojų, galinčių kelti pavojų darbuotojams. Tarptautinė standartizacijos organizacija (ISO) siūlo daugybę standartų, kuriais galima vadovautis projektuojant ir eksploatuojant pramonines mašinas, įskaitant ISO 12100, kuriame pateikiama mašinų rizikos vertinimo ir mažinimo sistema.



**8.1 pav.** Judančių dalių įspėjamasis ženklas (Bonson\_safety.com, 2023)

Siūlomame struktūriniame ar technologiniame sprendime turėtų būti atsižvelgta į projektuojamo gaminio ar proceso poveikį aplinkai. Tai apima aplinkai nekenksmingų, biologiškai skaidžių ar perdirbamų medžiagų projektuojamam gaminiui parinkimą. 30 tonų aliuminio drožlių preso atveju svarbu parinkti medžiagas, kurios atlaikytų dideles presavimo operacijoje naudojamas jėgas ir slėgį ir kartu būtų nekenksmingos aplinkai. Viena iš medžiagų, kurią galima svarstyti naudoti presui, yra biologiškai suyianti hidraulinė alyva. Hidraulinė alyva yra labai svarbi preso sudedamoji dalis, naudojama didelėms jėgoms, reikalingoms aliuminio drožlėms suspausti, sukurti. Tačiau naudojant tradicinę hidraulinę alyvą gali būti teršiama ir užteršta aplinka. Kita vertus, biologiškai skaidžios hidraulinės alyvos lengviau suyra ir nedaro tokios didelės žalos aplinkai. ISO 15380 - tai standartas, kuriame nustatyti reikalavimai aplinkai priimtiniams tepalams (EAL), naudojamiems hidraulinėse sistemose. Šį standartą galima naudoti siekiant užtikrinti, kad presuose naudojama hidraulinė alyva būtų ekologiška ir atitiktų reikalaujamas specifikacijas. ISO 14001 - tai standartas, apibrėžiantis aplinkos apsaugos vadybos sistemos (AVS) reikalavimus. Šiame standarte pabrėžiama, kad organizacija turi nustatyti ir kontroliuoti savo poveikį aplinkai, įskaitant poveikį, susijusį su jos gaminiais ar paslaugomis. Emulsijos tvarkymas 30 tonų aliuminio drožlių spaustuvėje turi atitikti ISO 14001 reikalavimus, kad būtų užtikrintas tinkamas emulsijos šalinimas. ISO 14001 apibrėžia poveikio aplinkai nustatymo, stebėsenos ir kontrolės procesą. Siekiant laikytis šio standarto, ant drožlių susikaupusi emulsija turi būti laikoma pavojingomis atliekomis ir tinkamai šalinama. Organizacija turi nustatyti tinkamą apdorojimo ir šalinimo būdą, kuris gali apimti perdirbimą, pakartotinį naudojimą arba šalinimą licencijuotoje įmonėje. Be tinkamo šalinimo, ISO 14001 taip pat reikalauja, kad organizacijos nustatytų ir palaikytų avarijų likvidavimo procedūras. Tai apima priemones, skirtas gaisro pavojaus prevencijai ar kontrolei, taip pat reagavimo į išsiliejimus ir valymo procedūras. Emulsijos rezervuare turėtų būti įrengtas lygio indikatorius ir jutiklis, rodantis, kada rezervuaras yra pilnas ir jį reikia ištuštinti. Turėtų būti įrengtas čiaupas emulsijai išpilti į tam skirtą talpyklą, kad ji būtų pašalinta. Organizacija taip pat turi apmokyti savo darbuotojus šių procedūrų, kad būtų užtikrinta, jog jų bus tinkamai laikomasi. ISO 14001 standarto laikymasis ne tik padės užtikrinti, kad emulsija būtų tinkamai tvarkoma ir šalinama, bet ir padės organizacijai sumažinti poveikį aplinkai ir išlaikyti atitiktį taikomiems teisės aktams.

Įrenginys veikia naudojant elektros sistemą, kuri valdo hidraulinę sistemą ir kitus preso komponentus. Siekiant užtikrinti operatoriaus ir kitų šalia preso dirbančių darbuotojų saugą, reikia imtis kelių priemonių. Viena iš svarbiausių priemonių, kurių reikia imtis, yra avarinio stabdymo jungiklio įrengimas. Šis jungiklis skirtas visai mašinai išjungti avariniu atveju. Jungiklis turi būti lengvai pasiekiamas ir įrengtas tokioje vietoje, kad operatorius ar kiti darbuotojai galėtų jį greitai ir lengvai įjungti. Jis turėtų būti aiškiai pažymėtas ir lengvai atpažįstamas, kad avarijos atveju jį būtų galima greitai rasti. Kitas svarbus elektros saugos aspektas yra įžeminimas. Visi elektriniai preso komponentai turėtų būti tinkamai įžeminti, kad būtų išvengta elektros smūgių ir gaisrų. Tai turėtų būti daroma pagal ISO 9001:2015 kokybės vadybos sistemų standartus, kuriuose pateikiamos efektyvaus įžeminimo ir elektros saugos priemonių įgyvendinimo gairės. Taip pat svarbu atsižvelgti į mašinos maitinimui naudojamą tinklo įtampą. Naudojama įtampa turi būti suderinama su mašinos elektriniais komponentais, o visi elektriniai komponentai turi būti suprojektuoti ir įvertinti taip, kad saugiai veiktų esant nurodytai įtampai. Elektros sistema taip pat turi būti suprojektuota taip, kad apsaugotų nuo elektros perkrovų ir trumpųjų jungimų, taip pat kad būtų išvengta elektros nuotėkio, galinčio sukelti elektros smūgio ar gaisro pavojų. Be šių priemonių, reikia reguliariai atlikti elektros sistemos techninę priežiūrą ir tikrinimą, kad būtų užtikrinta, jog ji gerai veikia ir visos saugos priemonės veikia taip, kaip numatyta. Tai apima reguliarių avarinio išjungimo jungiklio ir kitų saugos priemonių testavimą, taip pat periodinius elektros sistemos patikrinimus, siekiant nustatyti visus galimus pavojus ar problemines vietas.



**8.2 pav.** Aukštos įtampos ženklėjimas (UK\_Safety\_store.uk, 2023)

Gaisro pavojus gali sukelti katastrofiškus įvykius ir kelti didelę grėsmę operatoriaus gyvybei ir sveikatai bei aplinkai. Todėl būtina įgyvendinti gaisro pavojaus prevencijos ar kontrolės priemonės. Pirma, rekomenduojama užtikrinti, kad mašinos elektros sistema būtų gerai suprojektuota ir kad visi elektriniai komponentai būtų tinkamai apsaugoti nuo gaisro. Elektros gaisrai gali kilti dėl trumpojo jungimo arba perkaitimo, kuriuos gali sukelti netinkamai veikianti arba blogai suprojektuota elektros sistema. Siekiant apsisaugoti nuo trumpųjų jungimų, turėtų būti įrengti apsaugos nuo viršįtampių įtaisai, pavyzdžiui, saugikliai ir automatiniai jungikliai. Antra, hidraulinę sistemą reikėtų reguliariai tikrinti, ar joje nėra nuotėkių arba pažeistų žarnų, kurios gali sukelti gaisrą. Bet kokį ištekęsį hidraulinį skystį reikia nedelsiant išvalyti, kad jis neplistų į kitas vietas arba nesukeltų gaisro. Trečia, rekomenduojama įgyvendinti uždegimo šaltinių kontrolės priemonės. Presas turėtų būti įrengtas atokiau nuo degių medžiagų, o šalia preso turėtų būti griežtai draudžiama rūkyti ar naudoti atvirą liepsną. Be to, svarbu reguliariai valyti mašiną, kad būtų pašalintos aliuminio drožlės ar šiukšlės, kurios gali susikaupti ir užkimšti presą. Šalia preso turėtų būti gesintuvai, o operatorius turėtų būti apmokytas tinkamai jais naudotis. Galiausiai būtina užtikrinti, kad operatorius būtų apmokytas priešgaisrinės saugos procedūrų ir žinotų, ką daryti kilus gaisrui. Operatorius turėtų būti susipažinęs su avarinio stabdymo jungiklių ir gesintuvų buvimo vieta ir žinoti, kaip avariniu atveju saugiai išjungti mašiną. Turėtų būti reguliariai rengiamos priešgaisrinės pratybos, kad visi žinotų, ką daryti kilus gaisrui. ISO 14520:2015 yra tarptautinis priešgaisrinės apsaugos standartas, kuriame pateikiamos priešgaisrinės apsaugos sistemų projektavimo, įrengimo ir priežiūros gairės. Šiuo standartu galima vadovautis projektuojant ir įrengiant priešgaisrinės apsaugos sistemas spaudos mašinoms.



**8.3 pav.** Gesintuvo ženklavimas ISO 7010 (badenconsulting.com, 2023)



## 9 EKONOMINIS SKAIČIAVIMAS

### Išlaidų analizė

Vykdant verslą ar projektą labai svarbu gerai išmanyti su juo susijusias išlaidas. Tai apima tiek pastoviąsias, tiek kintamąsias išlaidas, kurios gali turėti didelę įtaką bendriems finansiniams rezultatams. Pastoviosios išlaidos - tai išlaidos, kurios nesikeičia kintant gamybos ar pardavimo apimčiai, pavyzdžiui, nuoma, atlyginimai ir įranga. Kita vertus, kintamosios išlaidos yra tiesiogiai proporcingos gamybos ar pardavimo apimties pokyčiams, pavyzdžiui, žaliavų, komunalinių paslaugų ir darbo sąnaudos. Šių sąnaudų analizė gali suteikti vertingos informacijos apie verslo ar projekto finansinę būklę ir padėti priimti pagrįstus sprendimus pelningumui didinti.

Pagrindinės kintamų išlaidų kategorijos yra šios: hidraulinė sistema, elektronika, standartinės detalės, užsakomos detalės. Hidraulinės sistemos yra užsakoma pagal individualų poreikį iš [hidraulines-sistemas.lt](https://hidraulines-sistemas.lt). Elektronika susideda iš 0,55kW vienfazio elektrinio variklio, LOGO! valdiklio ir jo priedų, kontaktorių, minkšto paleidimo valdiklių ir kitų detalių. Variklis parinktas naudojantis <https://www.directindustry.com/> virtualiu katalogu ir jo kaina siekia 670 eurų. Valdiklis ir jo priedai pasirinkti iš [solucionesyservicios.biz](https://solucionesyservicios.biz) užsiimančiais elektronikos prekyba, bendra komponentų kaina yra 350 eurų.

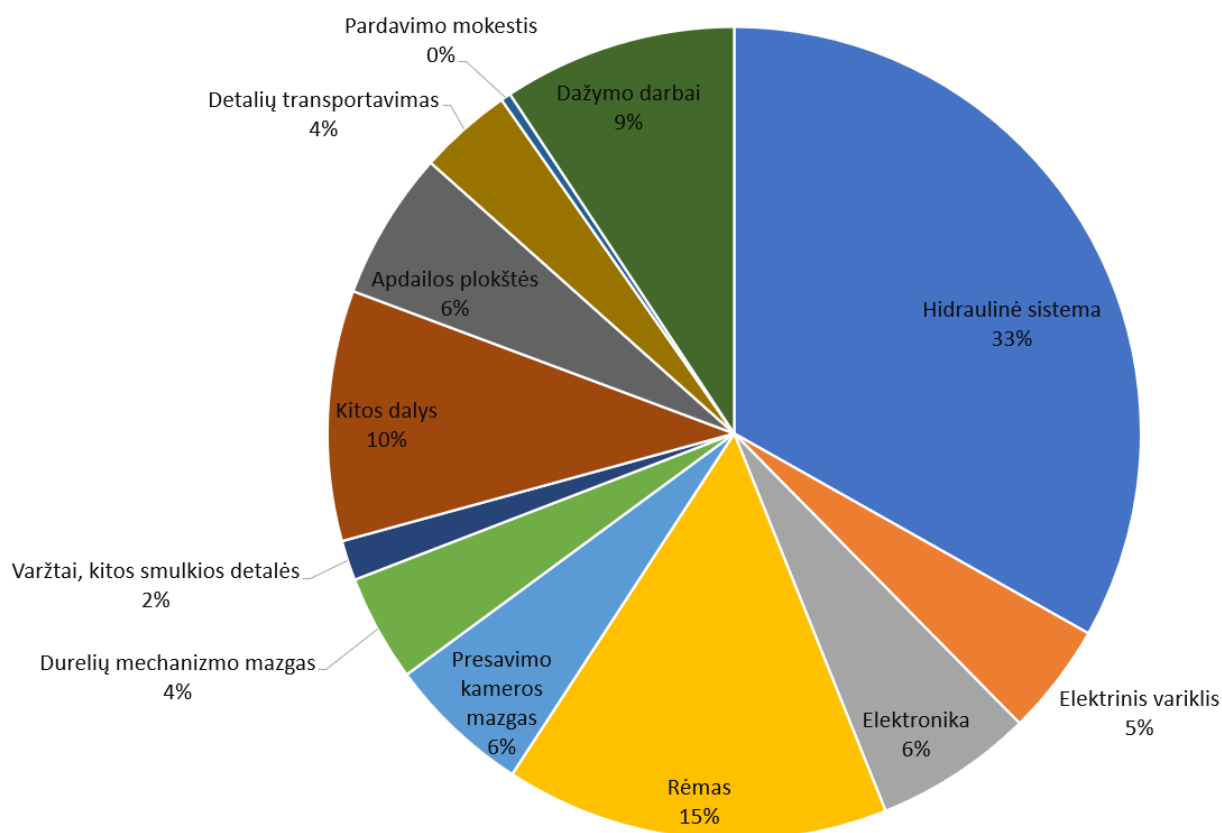


9.1 pav. LOGO! Valdiklis ([new.siemens.com](https://new.siemens.com), 2023)

### 9.1 lentelė. Kintamos išlaidos

Pavadinimas	Kaina, Eur
Hidraulinė sistema	5000
Elektrinis variklis	670
Elektronika	950
Rėmas	2300
Presavimo kameros mazgas	860
Durelių mechanizmo mazgas	640
Varžtai, kitos smulkios detalės	240
Kitos dalys	1500
Apdailos plokštės	890
Detalių transportavimas	560
Pardavimo mokestis	60
Dažymo darbai	1400

[renginio savikainos sandara



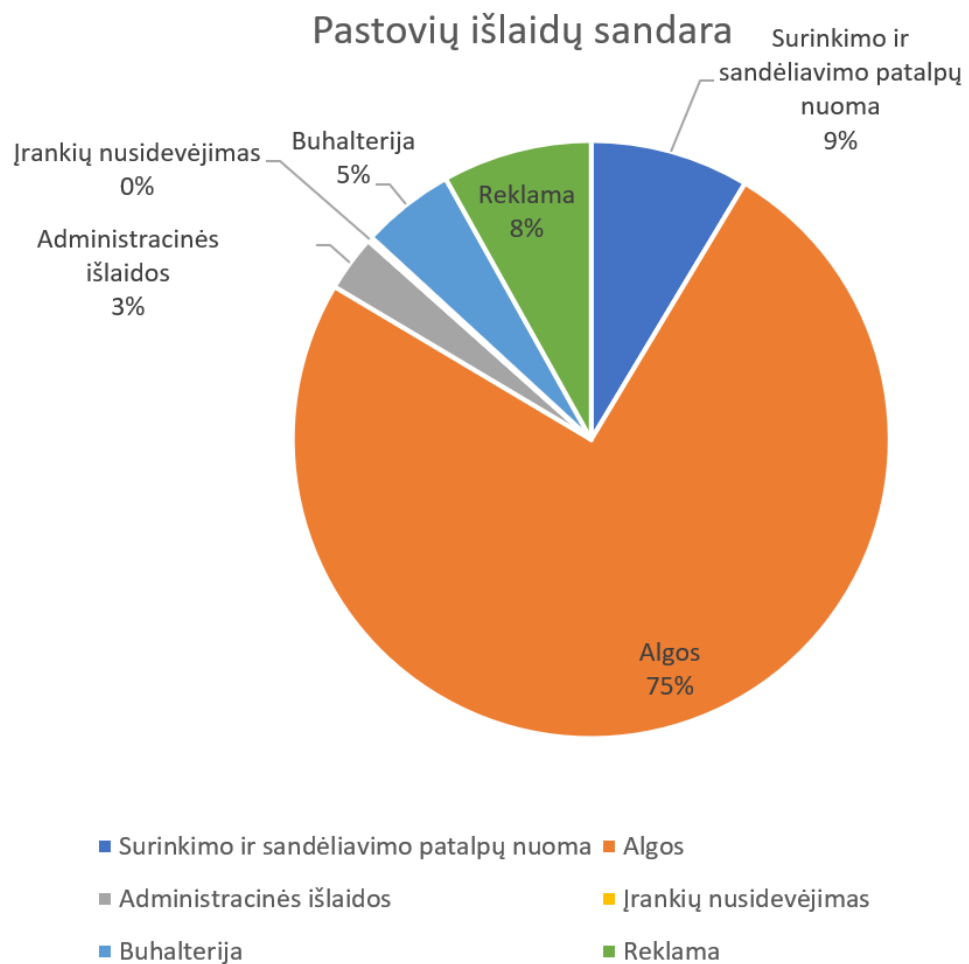
9.2 pav. Kintamų išlaidų grafikas

**9.2 lentelė.** Pastovios išlaidos per mėnesį

Pavadinimas	Kaina, Eur/mėn
Surinkimo ir sandėliavimo patalpų nuoma	850
Surinkėjo alga	1800
Pardavėjo alga	1500
Administracinės išlaidos	300
Įrankių nusidėvėjimas	25
Aptarnaujantis personalas	2000
Klientų palaikymo darbuotojas	1600
Buhalterija	1000
Reklama	800

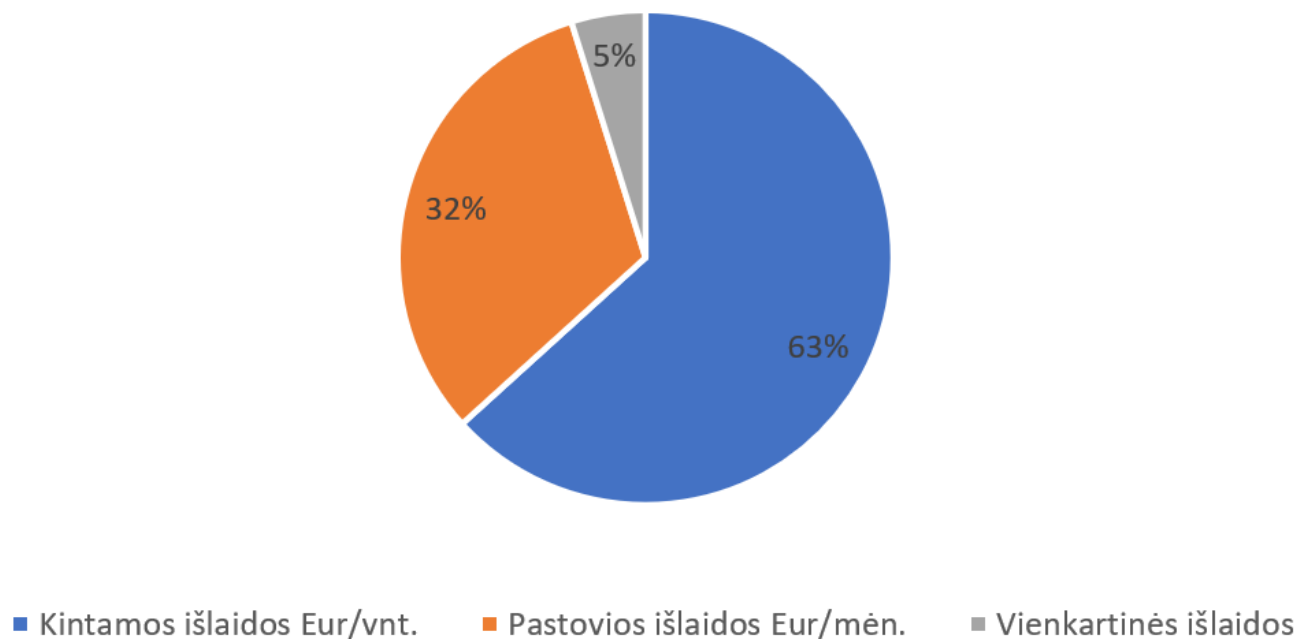
**9.3 lentelė.** Vienkartinės investicijos

Pavadinimas	Eur
Surinkimui reikalingi įrankiai	1500



**9.3 pav.** Pastovių išlaidų grafikas

## Išlaidų sudėtis



9.4 pav. Išlaidų sudėties grafikas

Bendra įrenginio savikaina, parduodant vieną vienetą per mėnesį yra 30966 Eur. Priskaičiavus 30% papildomą kainą prie gamybos ir medžiagų kaštų dėl svyruojančios rinkos.

### Kainos nustatymas

Analogiškų produktų kainos prasideda nuo 50 000 Eur. Konkurentų pranašumas yra užimama pozicija rinkoje ir patvirtintas prekinis ženklas, todėl norint įeiti į rinką ir sėkmingai joje įsitvirtinti pradiniam etape kaina turi būti ne didesnė nei konkurentų.

Pramoninių įrengimų pardavimo maržos gali svyruoti priklausomai nuo tikslinės rinkos, paklausos ir pasiūlos, tačiau optimalus vidurkis yra 50%. Tokia marža tikrai nėra didelė ir parduodant tiesiogiai fiziniams asmenims savo gaminamus įrenginius gali siekti 250% - 300%. Kadangi šioje situacijoje pardavimas vyksta juridiniams asmenims arba verslams, maržos šioje rinkoje gerokai mažesnės. Įėjimo į rinką stadijoje nusprendžiau pasirinkti maržą, kuri yra truputį mažesnė nei vidurkis – 45%. Ateityje ši marža natūraliai didės dėl savikainos mažėjimo gaminant daugiau produktų.

Pardavimo kaina apskaičiuojama pagal formulę:

Savikaina + Savikaina × Marža = Pardavimo kaina;

$30966 + 30966 \times 0,45 \approx 45\,000$  Eur

Kainos pasirinkimo patikrinimą atliekame apskaičiavę kliento atsipirkimo laikotarpį. Norint apskaičiuoti įrenginio naudojimo atsipirkimo laikotarpį, reikalingi šie duomenys:

Įrenginio kaina	45000 Eur
Įmonės drožlių apimtis	10 t/mėn
Nesupresuotų aliuminio drožlių kaina	0.45 Eur/kg
Nesupresuotų aliuminio drožlių kaina	450 Eur/t
Supresuotų aliuminio drožlių kaina	0.87 Eur/kg
Supresuotų aliuminio drožlių kaina	870 Eur/t
Transportavimo kaina	45 Eur/h
Vieno išvežimo trukmė	5 h
Transportavimo kaina	292.5 Eur
Išvežimo tūris,	12 m <sup>2</sup>
Kapsulės tankis	0.584 g/cm <sup>3</sup>
Kapsulės svoris,	0.057305 kg
Kapsulės tūris,	0.000098125 m <sup>3</sup>
Suspaudimo santykis	3,6 karto
Įrenginio operatoriaus atlyginimas	1500 Eur/mėn
Staklių elektros išlaidos	150 Eur/mėn
Įmonės pertvarkymo kaštai	10 000 Eur

Aliuminio supirkimo kainos nustatyto remiantis Lietuvoje veikiančių metalo supirkėvių nustatytomis kainomis. Transportavimo kaštai nustatyti remiantis išvežimo paslaugas teikiančių įmonių įkainiais. Įmonės pertvarkymo kaštai yra išlaidos skirtos operatoriaus apmokymui operuoti staklėmis, patalpų išskyrimas ir kiti būtini procesai priklausomai nuo įmonės vidinės struktūros.

Skaičiuojamas metinės išlaidos ir pajamos turint įmonėje drožlių presą ir be jo.

#### 9.4 lentelė. Įmonių išlaidų palyginimas

	Su presu	Be preso
Prikauptas drožlių tūris, m <sup>3</sup> /metus	205.5	739.7
Reikalingas vežimų kiekis, vnt	17	62
Patiriamos išlaidos, Eur/metų	24808.6	18030.8
Gaunamos pajamos, Eur/metų	104400	54000
Pelnas, Eur/metų	79591.4	35969.2

**9.5 lentelė. Įmonės balansas**

Metai	Turtas I	Balansas I	Turtas	Balansas II
0	0	0	-55000	0
1	35969.18	35969.18	79591.44	24591.44
2	35969.18	71938.36	79591.44	104182.9
3	35969.18	107907.5	79591.44	183774.3
4	35969.18	143876.7	79591.44	263365.8
5	35969.18	179845.9	79591.44	342957.2

Atsipirkimo laikotarpis: 15 mėnesių.

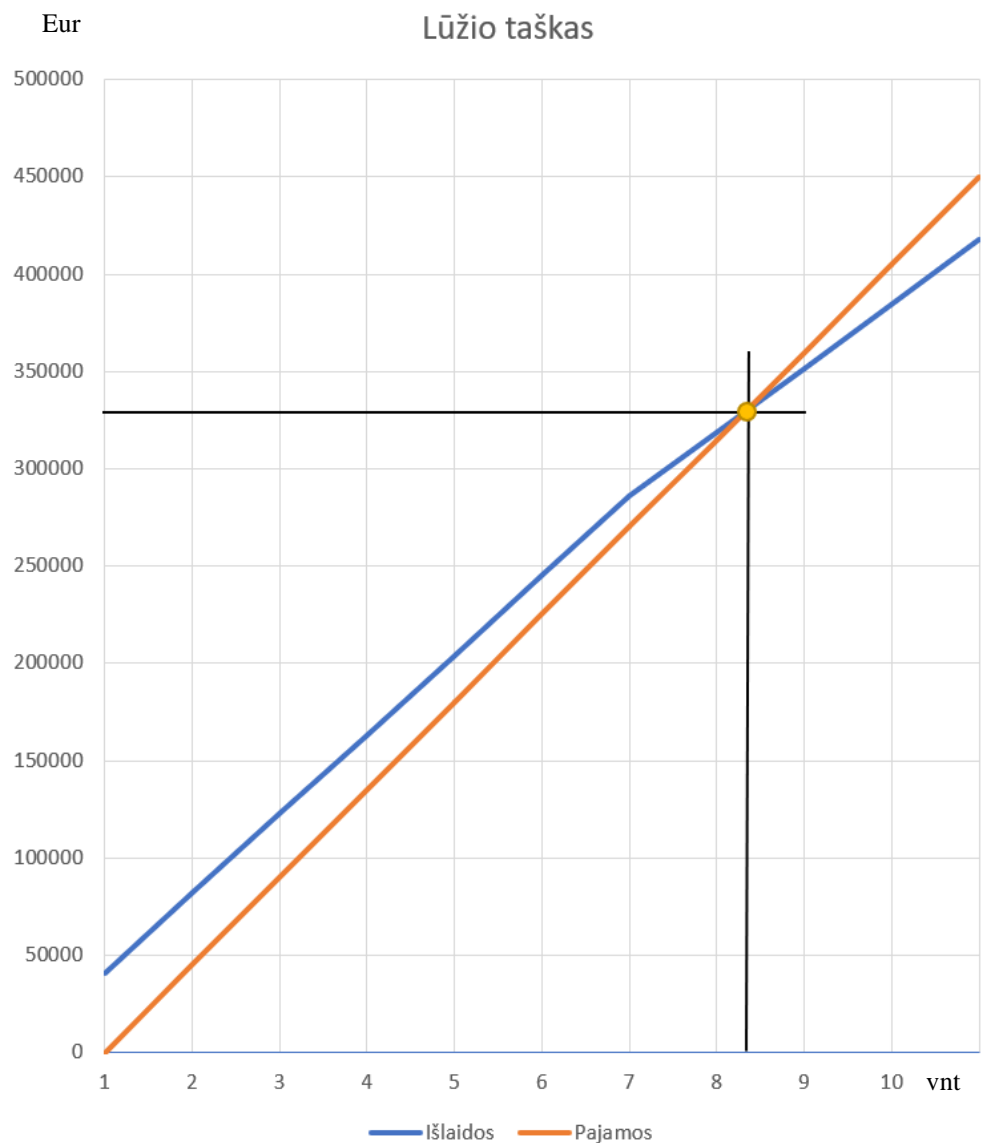
Toks atsipirkimo laikotarpis yra ekonomiškai logiškas sprendimas įsigyti įrenginį, todėl kainos pasirinkimas yra tinkamas.

**Lūžio taško skaičiavimas**

Pirmaisiais metais papildomas išlaidas sudaro avansiniai mokesčiai už patalpų nuomą, rezervinių fondų formavimas ir kitos nenumatytos išlaidos. Pasiekus 6 vienetų pardavimą tikimasi savikainos sumažėjimo dėl greitesnių pardavimų ir todėl sumažėja procentinė pastovių išlaidų dalis.

**9.6 lentelė. Įmonės išlaidos ir pajamos**

Pardavimai, vnt	Išlaidos	Išlaidų suma	Pajamos	Pajamų suma
0	40841	40841	0	0
1	40841	81682	45000	45000
2	40841	122523	45000	90000
3	40841	163364	45000	135000
4	40841	204205	45000	180000
5	40841	245046	45000	225000
6	40841	285887	45000	270000
7	32941	318828	45000	315000
8	32941	351769	45000	360000
9	32941	384710	45000	405000
10	32941	417651	45000	450000



**9.5 pav.** Lūžio taškas

Atsipirkimas pasiekiamas pardavus 9 įrenginius ir tuomet veikla tampa pelninga.

### Rinkos dydžio nustatymas

Įmonių kiekis skirtingose valstybėse nustatytas remiantis Europos statistika, nuorodos literatūros šaltiniuose.

**9.7 lentelė.** Šalių įmonių kiekiai

Šalis	Įmonių kiekis, vnt
Lenkija	12,310
Lietuva	203
Latvija	186
Estija	1430

**9.8 lentelė. Rinkos dydžio prognozė**

Rodikliai	Visa rinka	Potenciali rinka	Pasiekiamą rinka	Užimta rinka	Realinė rinka
Vartotojų skaičius rinkoje	14,129	10000	8000	1500	3000
Vartotojų dalis rinkoje, %	100	70.78	56.62	10.62	21.23
Rinkos potencialas, vnt/metus	150	106	85	16	32

**Pajamų bei sąnaudų prognozė**

Pirmaisiais metais tikimasi mažiau pardavimų ir didesnių išlaidų. Ilgainiui įsitvirtinus rinkoje tikimasi didesnių pardavimų ir dėl to sumažėjusios vieneto savikainos.

**9.9 lentelė. Pajamų bei sąnaudų prognozė**

5 metų prognozė	2023	2024	2025	2026	2027
Pardavimo apimtis	6	10	15	20	32
Pardavimo pajamos, Eur	270000	450000	675000	900000	1440000
Kintamos išlaidos, Eur	235092	235092	235092	235092	235092
Pastovios išlaidos, Eur	118500	118500	118500	118500	118500
Veiklos pelnas	-83592	96408	321408	546408	1086408

**9.10 lentelė. Balanso skaičiavimas**

Metai	Turtas	Balansas
0	-1500	
1	-83592	-85092
2	96408	11316
3	321408	332724
4	546408	879132
5	1086408	1965540

Atsipirkimo laikotarpis: 23.6 mėnesio.



## IŠVADOS

1. Atlikus dviejų analogiškų konstrukcijų analizę, įvertinti konstrukcijų pagrindiniai trūkumai ir privalumai. Pagal tai pasirinkti projektuojamo įrenginio parametrai: presuojamos talpos skersmuo 50mm ir galingumas 30 tonų.
2. Suprojektuotas ir aprašytas ir optimizuotas įrenginio veikimo ciklas, kurio bendra trukmė 6,5 sekundės.
3. Atliktas įrenginio pagrindinių parametrų projektavimas, kuriais naudojantis sudaryta blokinė elektrinė grandinė, pasirinktas pagrindinis loginis valdiklis LOGO!, pasirinkta hidraulinė stotis HPP55 su 7,5kW varikliu.
4. Atlikti pagrindinių mazgu stipruminiai skaičiavimai ir simuliacijos „SolidWorks Simulations“ programine įranga. Nustatyta, jog eksploatacijos metu atsirandantis maksimalus slėgis 16,3 MPa nedeformuos konstrukcijos daugiau negu yra leistina.
5. Pateikti darbo ir aplinkos saugos reikalavimai, kuriuose nurodytos taisyklės ir pagrindinės nuostatos kurių reikia laikytis eksploatuojant stakles.
6. Atlikti projektuojamų staklių ekonominiai skaičiavimai, kuriais remiantis nustatyta optimali įrenginio kaina – 45 000 eurų.
7. Atlikus ekonominius skaičiavimus, nustatyta, jog pardavus 9 vienetus, gamyba atsiperka. Įmonės išlaidos atsiperka per 24 mėnesius.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

Aluminium Association. (2023). Recycling. Nuskaityta iš:

<https://www.aluminum.org/resources/recycling>.

Baden Consulting Pty Ltd. (2023). Gesintuvo ženklas - ISO 7010. Nuskaityta iš

<https://www.badenconsulting.com/product/fire-extinguisher-sign-iso-7010/?v=c17b7044d9>.

Briquetting press. (2022). What is a briquetting press? Nuskaityta iš:

<https://www.briquetting-press.com/what-is-briquetting-press>.

Bronsono sauga. (2023). Saugos ženklai. Nuskaityta iš: <https://www.bronsonsafety.com.au/>.

European Aluminium. (2023). Recycling. Nuskaityta iš:

<https://www.european-aluminium.eu/recycling/>.

ESB34PL vožtuvai. (2023). Dominuojanti informacija apie vožtuvą. Nuskaityta iš:

[https://dominga.lt/lt/komponentai-pramonei/hidraulika/hidrauliniai-skirstytuvai/cetop-skirstytuvai/montazines-plokstes/ng10-cetop-5-dydis/esb34pl-cetop5ng10/&show\\_only=21963](https://dominga.lt/lt/komponentai-pramonei/hidraulika/hidrauliniai-skirstytuvai/cetop-skirstytuvai/montazines-plokstes/ng10-cetop-5-dydis/esb34pl-cetop5ng10/&show_only=21963).

HPP55 hidraulinė stotis. (2023). Domėjimasis hidrauline įranga. Nuskaityta iš:

<https://dominga.lt/lt/komponentai-pramonei/hidraulika/hidraulines-stotys/hpp-hidraulines-stotys/hpp55-hidraulines-stotys/>.

ifm electronic GmbH. (2023). Jutikliai, tinklai ir valdymo sistemos automatizavimui. Nuskaityta iš:

[https://www.ifm.com/de/en/category/250\\_020\\_020\\_010#/best/1/100](https://www.ifm.com/de/en/category/250_020_020_010#/best/1/100).

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2015). ISO 9001:2015 - Kokybės vadybos sistemos – Reikalavimai. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/62085.html>

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2010). ISO 12100 - Mašinų sauga - Bendrieji projektavimo principai - Rizikos įvertinimas ir mažinimas. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/50723.html>

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2015). ISO 13850:2015 - Mašinų sauga – Avarinio stabdymo funkcija - Projektavimo principai. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/61196.html>

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2015). ISO 13849-1:2015 - Mašinų sauga. 1 dalis: Bendrieji projektavimo principai. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/65694.html>

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2015). ISO 14001 - Aplinkos apsaugos vadybos sistemos. Reikalavimai su naudojimo gairėmis. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/60857.html>

Tarptautinė standartizacijos organizacija (2016). ISO 14021 - Aplinkosauginiai ženklai ir

- deklaracijos. Savarankiškai deklaruojami aplinkosauginiai teiginiai (II tipo aplinkosauginis ženklavimas). Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/65651.html>
- Tarptautinė standartizacijos organizacija (2015). ISO 14520:2015. Dujinės gaisro gesinimo sistemos. Fizikinės savybės ir sistemos projektavimas. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/67044.html>
- Tarptautinė standartizacijos organizacija (2012). ISO 15380 - Laivai ir jūrų technika - Gyvenamųjų patalpų oro kondicionavimas ir vėdinimas - Projektavimo sąlygos ir skaičiavimų pagrindas. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/52306.html>
- Tarptautinė standartizacijos organizacija (2018). ISO 50001 - Energijos vadybos sistemos – Reikalavimai su naudojimo gairėmis. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/72306.html>
- Tarptautinė standartizacijos organizacija (2006). ISO 60204-1:2005 - Mašinų sauga. 1 dalis: Bendrieji reikalavimai. Nuskaityta iš: <https://www.iso.org/standard/38547.html>
- Siemens (2023). Logo! Nuskaityta iš: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>.
- Metalo kainos. (2023). Metalo ruošiniai. Nuskaityta iš: [https://ruvis.net/metalukainos/?gclid=CjwKCAjwitShBhA6EiwAq3RqA2W4HJhaJkU6Tmia k4J3eNO9R3sJ4SZkVge32s2mEFwFA\\_MPP53iZBoCh7AQAvD\\_BwE](https://ruvis.net/metalukainos/?gclid=CjwKCAjwitShBhA6EiwAq3RqA2W4HJhaJkU6Tmia k4J3eNO9R3sJ4SZkVge32s2mEFwFA_MPP53iZBoCh7AQAvD_BwE).
- Neff Press Inc. (2023). Briketai. Nuskaityta iš: <https://neffpress.com/products-briquetting/briquetters/>.
- Ruf Maschinenbau GmbH & Co. KG. (2023). Metalo briketavimas. Nuskaityta iš: <https://www.ruf-briquetter.com/metal-briquetting/>.
- CNC tekinimo staklės ST-10. (2023). Haas Automation, Inc. Nuskaityta iš: <https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-10.html>.
- Šutinyš, E. (2017). Baigiamųjų darbų metodikos nurodymai: Mechatronika ir robotika, spaudos inžinerija, mechatroninės sistemos, mechatronika. Technika.
- Jungtinės Karalystės saugos parduotuvė. (2023). Saugos ženklai. Nuskaityta iš: <https://www.uksafetystore.com/safety-signs.html>.

## PRIEDAI

### A priedas. Durelių mazgo surinkimo brėžinio specifikacija

Formatas	Zona	Pozicija	Žymuo	Pavadinimas	Kiekis	Pastabos
				<u>Dokumentacija</u>		
A1			MEMI BG 23 08 01 00 SB	Surinkimo brėžinys		
				<u>Detalės</u>		
		01	MEMI BG 23 08 01 01	Durelių cilindro gilzė	1	
		02	MEMI BG 23 08 01 02	Durelių stūmoklis	1	
		03	MEMI BG 23 08 01 03	Durelių korpusas	1	
		04	MEMI BG 23 08 01 04	Uždarymo atrama	1	
		05	MEMI BG 23 08 01 05	Korpusos standumas	2	
		06	MEMI BG 23 08 01 06	Cilindro laikiklis	1	
		10	MEMI BG 23 08 01 10	Sklendės statinis	1	
		12	MEMI BG 23 08 01 12	Sklendė	1	
		07	DIN 912 M10 x 45 --- 32N	Varžtas M10	6	
		08	ISO 7092 - 10	Poveržlė M10	12	
		09	DIN EN ISO 7040 - M10 N	Šešiakampė veržlė M10	6	
		11	ISO - 8675 - M30 x 2.0 N	Šešiakampė veržlė M30	2	
		13	DIN 7991 - M10 x 60 60N	Varžtas su įgilinimu	10	
Atsakinga žinyba MEMI			Konsultantas	Dokumento tipas Specifikacija		Dokumento statusas Mokomasis
Savininkas VilniusTech PTF-19			Sudarė L. Ramanauskas	Pavadinimas  Durelės		Žymuo MEMI BG 23 08 01 00
			Tikrinio A. Čereška			<div>Laida A</div> <div>Data 2023-04-01</div> <div>Kalba Lt</div> <div>Lapas 1</div>