

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

**Arūnas Vaitkus**

**NEMETALINIŲ MEDŽIAGŲ GAMINIŲ GAMYBOS ĮRENGINIŲ  
KONSTRAVIMO YPATUMAI**

Magistro baigiamasis darbas

**Šiauliai, 2013**

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

**NEMETALINIŲ MEDŽIAGŲ GAMINIŲ GAMYBOS ĮRENGINIŲ  
KONSTRAVIMO YPATUMAI**

Magistro baigiamasis darbas

**Autorius – Arūnas Vaitkus (MM-11 gr.)**

**Vadovas – prof. habil. dr. A. Bargelis**

**Recenzentas – doc. dr. D. Čikotienė**

**Katedros vedėjas – doc. dr. A. Sabaliauskas**

**Šiauliai, 2013**



**TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

TVIRTINU \_\_\_\_\_  
(parašas, data)

\_\_\_\_\_  
(vardas, pavardė)

**MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS**  
**Studijų programa MECHANIKOS INŽINERIJA**

Išduota magistrantui (-ei) \_\_\_\_\_

Darbo tema \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Patvirtinta 20\_\_m. \_\_\_\_\_ mėn. \_\_d. fakulteto dekanı potvarkiu Nr. \_\_\_\_\_.

1. Darbo tikslas

2. Darbo struktūra

Darbo pateikimo terminas 20\_\_m. \_\_\_\_\_ mėn. \_\_d.

Užduotį gavau \_\_\_\_\_  
(magistranto vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas, data)

Vadovas \_\_\_\_\_  
(pareigos, vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas, data)

## TURINYS

SANTRAUKA.....	5
SUMMARY.....	6
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	7
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	8
ĮVADAS.....	9
1. ĮRENGINIŲ ANALOGŲ TYRIMAS.....	10
1.1. Kraštų apsiuvimo įrenginiai.....	10
1.2. Juostiniai transporteriai.....	11
1.3. Pakavimo ir sulankstymo įrenginiai.....	12
2. ANTKLODŽIŲ LINIJOS STRUKTŪRA.....	14
2.1. Pluošto kedentuvai HFD-1380.....	16
2.2. Automatinio pluošto padavimo bunkeris HFH-2.....	16
2.3. Karštumas HFJ-18.....	17
2.4. Pluošto išklostymo mašina HFJ-250.....	18
2.5. Daigstymo mašina YUANTIAN YT-SA320.....	19
2.6. Audinio nupjovimo įrenginys CJ-2E.....	20
2.7. Vežimėliai antklodėms transportuoti.....	21
2.8. Ketursiūlės siuvimo mašinos JUKI MO-6714.....	21
3. NAUJOS LINIJOS ĮRENGINIŲ MODELIAVIMAS.....	22
3.1. Kraštų apsiuvimo įrenginys.....	22
3.2. Antklodžių perlenkimo įrenginys.....	24
3.3. Transporteris.....	25
3.4. Pakavimo įrenginys.....	27
4. KONSTRUKCINIAI – STIPRUMINIAI SKAIČIAVIMAI.....	30
5. LINIJOS EFEKTYVUMO TYRIMAS.....	34
5.1. Pradinės linijos darbo našumas.....	34
5.2. Modernizuotos linijos darbo našumas.....	37
IŠVADOS.....	40
LITERATŪRA.....	41

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS**  
**TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS KATEDRA**

Arūnas Vaitkus. NEMETALINIŲ MEDŽIAGŲ GAMINIŲ GAMYBOS ĮRENGINIŲ  
KONSTRAVIMO YPATUMAI. Magistranto baigiamasis darbas / vadovas prof. habil. dr.  
A. Bargelis.

SANTRAUKA

Magistrinis darbas skirtas modernizuoti nemetalinių medžiagų gaminių gamybos liniją. Šiai užduočiai buvo pasirinkta antklodžių gamybos linija. Pagrindinis tikslas – suprojektuoti naujus įrengimus, kurie palengvintų žmogaus darbą, suteiktų ergonomiškesnes darbo sąlygas ir padidintų gaminamų gaminių skaičių bei kokybę.

Darbe sprendžiami keli pagrindiniai uždaviniai: kaip padidinti linijos našumą; kaip sudaryti darbuotojams geresnes darbo sąlygas ir palengvinti žmogaus atliekamą darbą.

Darbe išanalizuota senosios antklodžių gamybos linijos ir įrenginių struktūra, taip pat atlikta analogiškų įrenginių apžvalga, jų galimybės bei kainos. Pasitelkus šiuolaikines technologijas buvo suprojektuoti nauji įrenginiai ir aprašyti jų konstravimo ir veikimo ypatumai. Atlikus naujos linijos efektyvumo tyrimą, tyrimo rezultatai parodė, jog naujosios antklodžių gamybos linijos efektyvumas lyginant su senąja buvo didesnis 3,5 karto, matuojant antklodės gamybos trukmę.

***Reikšminiai žodžiai:*** antklodžių gamybos linija, įrenginių struktūra, efektyvumo tyrimas.

**ŠIAULIAI UNIVERSITY**  
**FACULTY OF TECHNOLOGY**  
**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING**

Arūnas Vaitkus. DESIGN PECULIARITIES OF MANUFACTURING EQUIPMENTS FOR  
NONMETAL PRODUCTS. Master final works / research advisor Assoc. Prof. habil. dr. A. Bargelis.

SUMMARY

This final master thesis is intended for modernizing the production line of nonmetal materials. Quilt production line was selected. The main objective of the work – to project new equipment that facilitates human work, ensures more ergonomic working conditions and enhances the number and the quality of produced goods.

The main tasks of the work: how to enlarge the productivity of the line and how to create better working environment and facilitate human performing works.

In this final thesis we have analyzed the structure of the old equipment for producing quilts. The survey of analogue equipment was performed, and their potential and prices were evaluated and compared. With the help of modern technologies new equipment was constructed and its constructing and working singularities were analyzed. After performing the analysis of the effectiveness of new blanket production line it was identified that it is 3,5 times higher comparing with the old one based on quilt production duration.

**Keywords:** Quilt production line, structure of the equipment, analysis of the effectiveness.

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Senosios antklodžių gamybos linijos struktūra.....	15
2.2 lentelė. Naujos antklodžių gamybos linijos struktūra .....	15
4.1 lentelė. Detalės „kronšteinas“ geometriniai parametrai .....	31
4.2 lentelė. Medžiagos techninės charakteristikos.....	32
4.3 lentelė. Jėgų ir atramų duomenys.....	32
4.4 lentelė. Atramų reakcijos .....	32
4.5 lentelė. Skaičiavimo rezultatai .....	32
5.1 lentelė. Detalės 200x180 technologinio ciklo trukmė $T=646$ s .....	35
5.2 lentelė. Detalės 200x90 technologinio ciklo trukmė $T=611$ s .....	35
5.3 lentelė. Detalių darbo imlumai.....	36
5.4 lentelė. Detalės 200x180 technologinio ciklo trukmė $T=218$ s .....	38
5.5 lentelė. Detalės 200x90 technologinio ciklo trukmė $T=172$ s .....	38
5.6 lentelė. Detalių darbo imlumai.....	39

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Kraštų apsiuvimo įrenginys MAMMUT MPS 250 .....	10
1.2 pav. Juostinio transporterio principinės schemos: a – horizontalus; b – pasviręs; c – pasviręs-horizontalus; d – horizontalus-pasviręs; e – horizontalus-pasviręs-horizontalus .....	11
1.3 pav. Palaikomųjų ritinėlių išdėstymo schema: D – atraminio ritinėlio skersmuo; B – juostos plotis; l – ritinėlio ilgis; $\alpha$ – šoninių ritinėlių ašies polinkio kampas .....	12
1.4 pav. Pakavimo ir sulankstymo įrenginiai .....	13
2.1 pav. Pradinė įrenginių išdėstymo schema.....	14
2.2 pav. Pluošto kedentuvus HFD-1380 .....	16
2.3 pav. Automatinio pluošto padavimo bunkeris HFH-2 .....	17
2.3 pav. Karštuvo HFJ-18 schema .....	18
2.4 pav. Karštuvus HFJ-18 .....	18
2.5 pav. Pluošto išklostymo mašina HFJ-250.....	19
2.6 pav. Daigstymo mašina YUANTIAN YT-SA320 .....	20
2.7 pav. Audinio nupjovimo įrenginys CJ-2E .....	20
2.8 pav. Ketursiūlė siuvimo mašina JUKI MO-6714.....	21
3.1 pav. Įrenginio mazgas pritaikytas skirtingo klodo pločiui.....	22
3.2 pav. Įrenginio mazgas su velenais.....	23
3.3 pav. Antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys .....	24
3.4 pav. Antklodžių perlenkimo įrenginys .....	25
3.5 pav. Juostinis transporteris.....	26
3.6 pav. Polietileninio maišo formavimo schema.....	28
3.7 pav. Antklodės rolinimo ir įstūmimo į maišą schema .....	28
3.8 pav. Antklodės įstūmimo į polietileninį maišą schema .....	29
3.9 pav. Antklodės suspaudimo ir maišelio užlydimo schema .....	29
4.1 pav. Antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys .....	30
4.2 pav. Kronšteinas apkrautas jėgomis statinėje būsenoje.....	31
4.3 pav. Tiriama detalė suskaidyta į geometrinius elementus .....	31
4.4 pav. Statiškai apkrauto elemento ekvivalentiniai įtempimai .....	32
4.5 pav. Statiškai apkrauto elemento deformacijos.....	33



## IVADAS

**Darbo aktualumas.** Kiekviena gamybinė įmonė siekia gaminti tik kokybiškas ir vertę turinčias prekes. Norint neatsilikti rinkoje, įmonės privalo modernizuoti gamybos sistemą, didinti gaminių kokybę ir mažinti gamybos išlaidas. Dabartiniu metu verslo ekspertai tvirtina, jog smarkiai brangstant darbo jėgai ir senkant jos resursams – apie gamybos automatizavimą yra priverstos galvoti ne tik stambios ir vidutinės, bet ir smulkios įmonės, nes toks žingsnis padidintų įmonės pajamas.

Pirmiausia, kad visa tai įvyktų įmonėje, reikia investuoti į naujas mašinas ir naujas technologijas. Šiuo metu sparčiai automatizuojamos ir naujus įrengimus perka beveik visos šalies įmonės. Šie atnaujinimo darbai atliekami tam tikslui, kad patenkinti augančius vartotojų poreikius.

Ši problema labai aktuali pramonei, nes šiuo metu trūksta kvalifikuotos darbo jėgos ir taip pat darbo jėga brangsta. Todėl verslininkai ir inžinieriai turi bendradarbiauti, kuriant automatizuotas gamybos sistemas.

### **Darbo tikslas.**

Modernizuoti nemetalinių medžiagų gaminių gamybos liniją. Šiai užduočiai pasirinkome antklodžių gamybos liniją. Pagrindinis tikslas – suprojektuoti naujus įrengimus kurie palengvintų žmogaus darbą, suteiktų ergonomiškesnes darbo sąlygas ir padidintų gaminamų gaminių skaičių.

### **Darbo uždaviniai.**

1. Išanalizuoti ir sukurti antklodžių gamybos įrenginių struktūrą;
2. Atlikti analogiškų rinkoje esamų įrenginių tyrimą;
3. Atlikti pasirinkto įrenginio detalės stipruminę analizę;
4. Atlikti naujai suprojektuotos antklodžių gamybos linijos efektyvumo tyrimą.

## 1. ĮRENGINIŲ ANALOGŲ TYRIMAS

Šiame tyrime aptarsime keturis įrenginius, kurie būtini norint modernizuoti senąją antklodžių gamybos liniją. Tai kraštų apsiuvimo, pakavimo ir sulankstymo įrenginiai bei juostiniai transporteriai. Išnagrinėję šių įrengimų technines charakteristikas lengviau suprasime jų veikimo principus.

### 1.1. Kraštų apsiuvimo įrenginiai

Vokiečių tekstilės gaminių apdirbimo įrenginių gamintojai Mammut [1], mums siūlė įsigyti jų produktą MAMMUT MPS 250 už nemažą kainą. Tačiau mums tai atrodė dideli pinigai tokiam įrenginiui, todėl nusprendėme šį įrengimą pasigaminti pas save. Pasitarę su inžinieriais nusprendėme gaminti šį įrengimą. Atlikus skaičiavimus paaiškėjo, jog šis įrengimas mums kainuos penkis kartus pigiau nei perkant iš vokiečių įmonės.

Pabandysiu apžvelgti šio įrenginio pagrindines technines galimybes:

Maksimalus darbinis plotis 2,5 metrai;

Minimalus darbinis plotis 1,0 metras;

Našumas 5 antklodės per minutę.



1.1 pav. Kraštų apsiuvimo įrenginys MAMMUT MPS 250

## 1.2. Juostiniai transporteriai

Mūsų projektuojamas transporteris yra standartinis įrenginys, turintis daug analogų. Apžvelgsime pagrindinę juostinių transporterių sandarą.

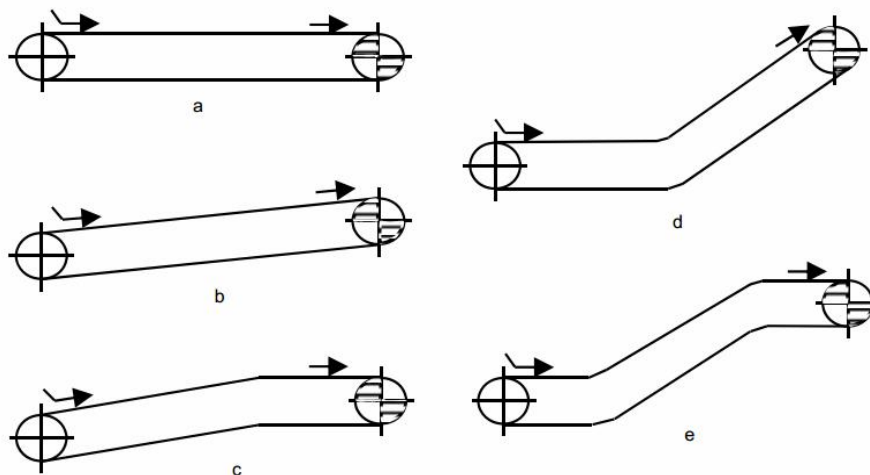
Juostiniai transporteriai su lygia juosta skirti birių medžiagų ir mažagabaričių krovinių transportavimui horizontalia kryptimi arba kampu, mažesniu nei trinties kampas tarp juostos ir krovinio paviršiaus.

Privalumai: paprasta konstrukcija, mažas energijos imlumas, tylus darbas, galima transportuoti dideliais atstumais, galimi dideli našumai.

Transporterius sudaro: juosta – tai nešantysis ir traukos elementas, atraminiai ir palaikomieji ritinėliai, varantysis būgnas, juostos įtempimo mechanizmas su įtempimo būgnu, krovinio užkrovimo ir numetimo įrenginiais, rėmas.

Transporterių pavarą sudaro: energijos šaltinis – dažniausiai tai būna elektros variklis, hidrovareklis arba vidaus degimo variklis, mechaninė pavara (reduktorius, pavara su lanksčiu elementu), jungimo movos.

Juostiniai transporteriai pagal naudojimo pobūdį skirstomi į stacionariusius ir kilnojamuosius bei įmontuotus į kitas sudėtingas mašinas. Transporteriai būna horizontalūs ir pasvirę. Transporterių su lygia juosta maksimalus pasvirimo kampas  $0,17$  radiano mažesnis už transportuojamo krovinio laisvo byrėjimo kampą.

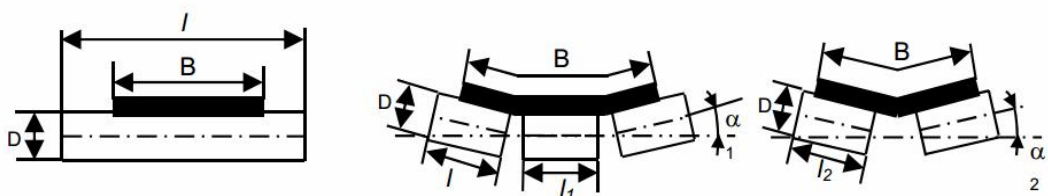


**1.2 pav.** Juostinio transporterio principinės schemas: a – horizontalus; b – pasviręs; c – pasviręs-horizontalus; d – horizontalus-pasviręs; e – horizontalus-pasviręs-horizontalus

Vienas iš svarbiausių transporterio komponentų – transporterio juosta. Transporteriuose dažniausiai naudojamos bendros paskirties gumos juostos, skirtos dirbti aplinkoje, kur oro temperatūra svyruoja nuo  $-45$  °C iki  $+60$  °C. Juostą sudaro karkasas, sujungtas guma. Karkasas

dažniausiai susideda iš kelių sluoksnių sintetinio ar kombinuoto audinio arba plieninių lynų. Kombinuotas audinys audžiamas iš medvilninių 75% ir lamsaninių 25% siūlų. Sintetinio audinio pagrindą sudaro kapronas. Norint apsaugoti audinį nuo drėgmės, mechaninio poveikio, juosta yra padengiama apsauginiu gumos sluoksniu (jo storis priklauso nuo juostos tipo ir paskirties).

Transporterio juostos dažniausiai palaikomos palaikomaisiais ritinėliais. Stacionariuose transporteriuose juosta remiasi į paklotą, t. y. metalo ar medžio lataką. Palaikomieji ritinėliai gaminami iš plieno arba ketaus, kartais jie dengiami guma arba plastiką, kad prie jų paviršiaus mažiau liptų transportuojamas krovins. Paprastai juostą palaikomieji ritinėliai montuojami ant nesisukančių ašelių, o jų atramosse naudojami uždarieji riedėjimo guoliai. Juostą palaikomųjų ritinėlių parametrai parenkami pagal juostos plotį, transportuojamo krovinio tankį bei juostos judėjimo greitį.



**1.3 pav.** Palaikomųjų ritinėlių išdėstymo schema:  $D$  – atraminio ritinėlio skersmuo;  $B$  – juostos plotis;  $l$  – ritinėlio ilgis;  $\alpha$  – šoninių ritinėlių ašies polinkio kampas

Būgnai skirstomi į varomuosius ir nukreipiamuosius. Būgno skersmuo priklauso nuo paskirties, juostos tipo ir nešančio audinio sluoksnių skaičiaus joje. Juostos centravimui gerinti būgnai daromi išgaubti. Išgaubimo dydis priklauso nuo būgno skersmens, kai skersmuo – 500 mm, tada išgaubimas – 3 mm. Juostai įtemti naudojami įtempimo įtaisai. Įtaisai gali būti sraigtiniai ir svoriniai.

### 1.3. Pakavimo ir sulankstymo įrenginiai

Ispanų tekstilės įrenginių gamintojai Merello [2], vykusiame parodoje „New GSG innovation at ISPA EXPO 2012“ demonstravo antklodžių pakavimo įrengimą ME 306. Šis įrenginys mus sudomino greitu antklodžių pakavimu, kuriam tereikia vieno darbuotojo.

Pagrindinės įrenginio techninės galimybės:

- Galima pakuoti įvairių dydžių antklodes;
- Našumas 5 antklodės per minutę;

- Reikalingas tik vienas darbuotojas;
- Mažas užimamas įrenginio plotas.

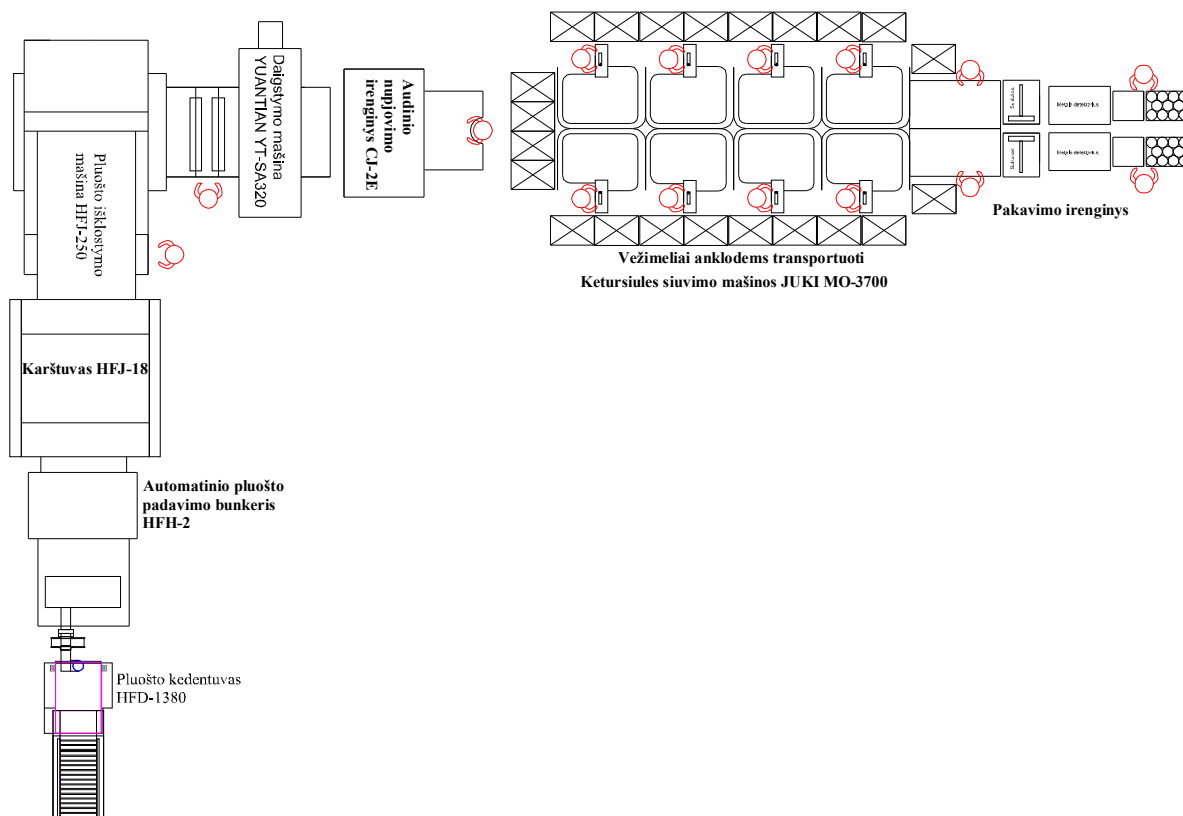


**1.4 pav.** Pakavimo ir sulankstymo įrenginiai

## 2. ANTKLODŽIŲ LINIJOS STRUKTŪRA

Senosios antklodžių gamybos linijos struktūra skirstoma į tris pagrindines dalis:

- Pluošto paruošimas. Šioje dalyje suformuojamas vientisas reikalingo pločio ir storio užpildo sluoksnis. Tai atlieka: pluošto kedentuvas; automatinio pluošto padavimo bunkeris; karštuvus ir išklostytuvus.
- Daigstymas. Tai pagrindinis gamybos etapas, nes du audiniai ir tarp jų esantis pluošto klotas susiuvami kartu.
- Gamybos užbaigimas, kokybės kontrolė ir pakavimas. Šiuo metu sudaigstytas audinys sukarpomamas audinio nupjovimo įrenginiu. Po to apsiuvami kraštai su siuvimo mašinomis, sulankstoma ir supakuojama.



2.1 pav. Pradinė įrenginių išdėstymo schema

1. Pluošto kedentuvas HFD-1380;
2. Automatinio pluošto padavimo bunkeris HFH-2;
3. Karštuvus HFJ-18;

4. Pluošto išklostymo mašina HFJ-250;
5. Daigstymo mašina YUANTIAN YT-SA320-CJ3;
6. Audinio nupjovimo įrenginys CJ-2E;
7. Vežimėliai antklodėms transportuoti;
8. Ketursiūlės siuvimo mašinos JUKI MO-6714 (8 vnt.);
9. Pakavimas

**2.1 lentelė.** Senosios antklodžių gamybos linijos struktūra

<b>Pluošto kedentuvas</b>
<b>Automatinio pluošto padavimo bunkeris</b>
<b>Karštuvas</b>
<b>Pluošto išklostymo mašina</b>
<b>Daigstymo mašina</b>
<b>Audinio nupjovimo įrenginys</b>
<b>Vežimėliai antklodėms transportuoti</b>
<b>Ketursiūlės siuvimo mašinos (8 vnt.)</b>
<b>Pakavimas</b>

Šiame magistro darbe suprojektuoti nauji įrenginiai, kurie gamybos liniją paverčia labiau modernizuota. Mūsų sukurti įrenginiai: *automatinis antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys; audinio perlenkimo įrenginys; transporteris; pakavimo įrenginys*. Kituose skyriuose bus išanalizuoti šių įrenginių konstravimo ypatumai.

**2.2 lentelė.** Naujos antklodžių gamybos linijos struktūra

<b>Pluošto kedentuvas</b>
<b>Automatinio pluošto padavimo bunkeris</b>
<b>Karštuvas</b>
<b>Pluošto išklostymo mašina</b>
<b>Daigstymo mašina</b>
<b>Kraštų apsiuvimo įrenginys</b>
<b>Audinio nupjovimo įrenginys</b>
<b>Audinio perlenkimo įrenginys</b>
<b>Transporteris</b>
<b>Ketursiūlės siuvimo mašinos (4 vnt.)</b>
<b>Pakavimo įrenginys</b>

## 2.1. Pluošto kedentuvus HFD-1380

Pluošto kedenimo mašina HF1380 [3] kedena poliesterio pluoštą ir kitas minkštąsias medžiagas. Šio įrenginio pagalba pradinė žaliava esanti gniutuluose yra išskaidoma. Automatinis transporteris nuolatos tiekia pradinę žaliavą tiesiai į pagrindinį būgną. Tai taupo darbo sąnaudas ir saugo operatorių. Pluoštas perėjęs pro pagrindinį būgną patenka į automatinio pluošto padavimo bunkerį HFH-2, ventiliatoriaus pagalba. Mašinos gabaritai: 1000x3500; našumas – 100-160kg/h; galia – 7kW.



2.2 pav. Pluošto kedentuvus HFD-1380

## 2.2. Automatinio pluošto padavimo bunkeris HFH-2

Šio įrenginio paskirtis – automatiškai paduoti vienodą kiekį pluošto į karštuvą. Įrenginyje yra įtaisytas dantytas tiekimo transporteris, kurio dantukai užkabina pluoštą jį pakelia į viršų. Taip pat ant transporterio galo įtaisytas papildomas dantytas velenėlis, kuris geriau prispaudžia pluoštą. Šis velenėlis yra svarbus, nes pasitaiko trumpesnių plaukelių, kurie tiekimo metu gali praslysti. Mašinos gabaritai: 1400-2350 mm; našumas – 30-250 kg/h; galia – 3,5 kW.



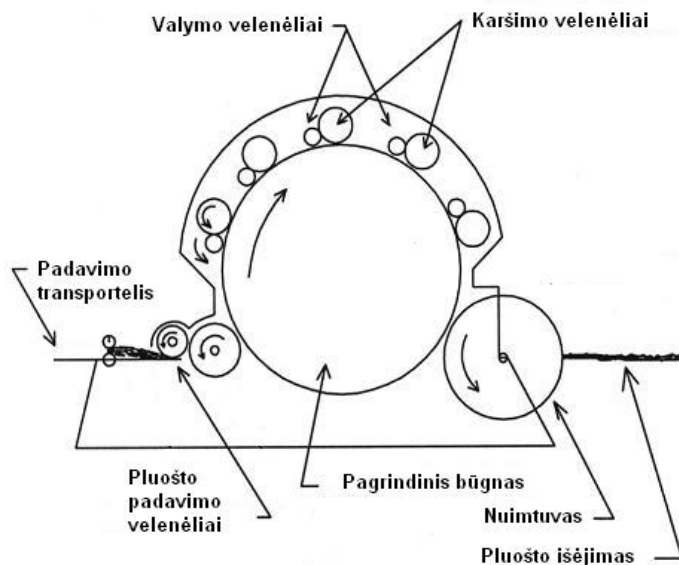


**2.3 pav.** Automatinio pluošto padavimo bunkeris HFH-2

### **2.3. Karštuvus HFJ-18**

Pagrindinis pluošto karšimo tikslas – kuokštelių skaidymas pavieniais plaukeliais bei pluošto ydų pašalinimas. Karšiant pluoštą plaukeliai yra intensyviai maišomi, pusgaminis ploninamas iš neorientuotos pluošto masės pagaminant sluoksną [4].

Karštuvus HFJ-18 [5] pasižymi automatinio žaliavų paėmimo konvejeriu, kuris užtikrina operatoriaus saugumą. Transporterio pagalba pluoštas, tiekiamas į pluošto padavimo velenėlius. Labai svarbu, kad nesusidarytų tiekiamo pluošto srauto ilginio tankio nevienodumas, kuris toliau persiduos išleidžiamam produktui. Šie karšimo velenėliai aprūpina pagrindinį karšimo būgną. Tarp būgno karšimo garnitūros ir karšimo velenėlių sąlyčio zonoje, veikiamas pluoštas – karšiamas. O valymo velenėliai didesnius kuokštelių numeta ant pagrindinio būgno garnitūros, procesas kartojamas tol, kol kuokšteliai neišskedenami. Velenėliai sugeba išskedenti pluoštą iki 98% - 100%. Nuimtuvus nuima karšinį ir transporterio pagalba transportuojamas į pluošto išklostymo įrenginį. Karštovo našumas yra nuo 20-45 m/min; pagrindinio cilindro diametras – 1020 mm; cilindro ilgis 1600 mm; galia 20 kW.



2.3 pav. Karštuvo HFJ-18 schema



2.4 pav. Karštuvus HFJ-18

#### 2.4. Pluošto išklostymo mašina HFJ-250

Šis įrenginys yra visiškai automatizuotas [6]. Karšins transporterio pagalba užkeliamas į viršų. Maksimalus karšinio padavimo greitis – 40 m/min. Karšins perėjęs viršutinį transporterį patenka ant slankiojančio transporterio. Slankiojančio transporterio pagalba karšins klostomas ant apatinio transporterio. Šio transporterio greičio diapazonas nuo 1 m/min iki 12 m/min. Keičiant greičio diapazonus galima gauti skirtingo tankio karšinį nuo 40-600 g/m<sup>2</sup>. Labai svarbu, kad nesusidarytų išklostyto pluošto srauto ilginio tankio nevienodumas, kuris toliau persiduos išleidžiamam produktui. Mašinos galia – 8 kW. Toliau karšins transporterio pagalba paduodamas į daigstymo mašiną.



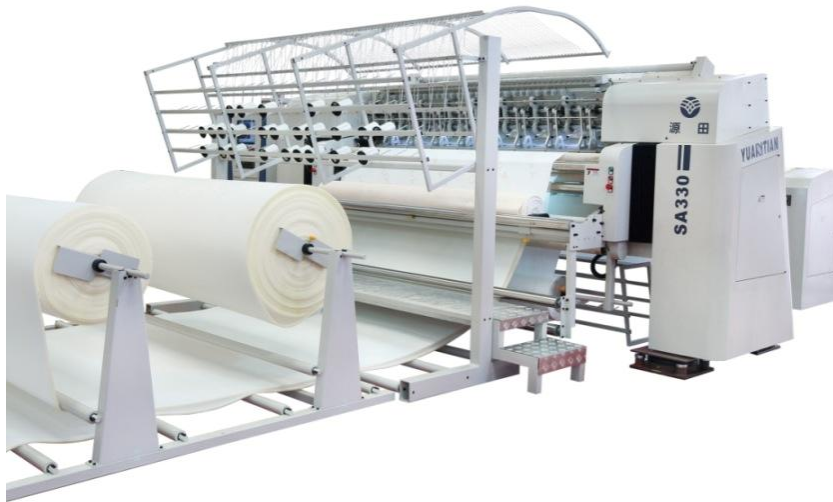
**2.5 pav.** Pluošto išklostymo mašina HFJ-250

### **2.5. Daigstymo mašina YUANTIAN YT-SA320**

Daigstymas – pagrindinis gamybos etapas. Nuo šios mašinos našumo priklauso kiek bus pagaminta produkcijos. Mašinos greitis turi sutapti su pluošto paruošimo įrenginių greičiais. Nuo šio etapo labiausiai priklauso gaminių kokybė. Daigstymo etape du audiniai ir tarp jų esantis pluošto klodas susiuvami kartu. Šiam procesui atlikti naudojamos daugiaadatės daigstymo mašinos. Šioje mašinoje [7] yra trys adatų eilės, adatas galima išdėstyti kas 2,54 cm, vienoje eilėje galima patalpinti 92 adatas. Keičiant adatų skaičių ir jų išdėstymą galima gauti įvairius raštus (kvadratus, tiesias linijas, bangeles, rombus, zigzagus, apskritimus ir t.t.). Ši daigstymo mašina skirta masinei gamybai, gaminti dideliais kiekiais. Nes bet koks pakeitimas, (rašto, klodo storio, audinio) užima nemažai laiko. Ypač keičiant daigstymo raštą, nes tada tenka keisti adatų skaičių ir jų padėtį. Procesas užtrunka apie 3-5 valandas.

Mašinos specifikacija:

- Maksimalus daigstomo audinio plotis 2400 mm;
- Maksimalus adatų skaičius vienoje eilėje 92 vienetai;
- Dygsnio ilgis 2-6 mm;
- Maksimalus antklodės storis 80 mm;
- Mašinos pagrindinio variklio greitis 1200 rpm;
- Bendra galia 6,5 kW, 380 V 50 Hz;
- Staklių svoris 6720 kg;
- Išmatavimai 8400x4800x2465.



**2.6 pav.** Daigstymo mašina YUANTIAN YT-SA320

### **2.6. Audinio nupjovimo įrenginys CJ-2E**

Šio įrenginio [7] pagrindinis tikslas sukarchyti antklodes. Sudaigstytas vientisas ruošinys sukerpamas automatiškai nepertraukiamo proceso metu pagal reikiamus matmenis, gaunant reikalingų išmatavimų antklodžių pusgaminius. Šiame įrenginyje yra įmontuota išilginio ir skersinio nupjovimo peiliai.



**2.7 pav.** Audinio nupjovimo įrenginys CJ-2E

Mašinos specifikacija:

- Maksimalus sukerpamos antklodės storis 80 mm;
- Našumas 15 m/min;
- Galia 2 kW, 380 V 50 Hz;
- Išmatavimai 4000x2300x2500mm.

## 2.7. Vežimėliai antklodėms transportuoti

Vežimėlių paskirtis transportuoti antklodžių pusgaminus nuo sukirpimo įrenginio iki siuvimo stalo. Vežimėlio išmatavimai 1200x800 mm.

Mūsų darbo užduotis - šiuos vežimėlius pakeisti į automatinę transporterio liniją.

## 2.8. Ketursiūlės siuvimo mašinos JUKI MO-6714

Pramonei skirtos siuvimo [8] mašinos pasižymi aukšta kokybe, ilgu tarnavimu, paprastu ir patogiu valdymu. Su šiomis mašimomis apsiuvami kraštai ir gaunami užbaigti gaminiai. Su šiomis mašimomis galima kraštus apsiūti su kantavimo juostele ir prisiūti etiketę.

Mašinos specifikacija:

- Maksimalus dygsnių skaičius 7000 dygsnių/min;
- Dygsnio ilgis 0,8-4 mm.



2.8 pav. Ketursiūlė siuvimo mašina JUKI MO-6714

### 3. NAUJOS LINIJOS ĮRENGINIŲ MODELIAVIMAS

#### 3.1. Kraštų apsiuvimo įrenginys

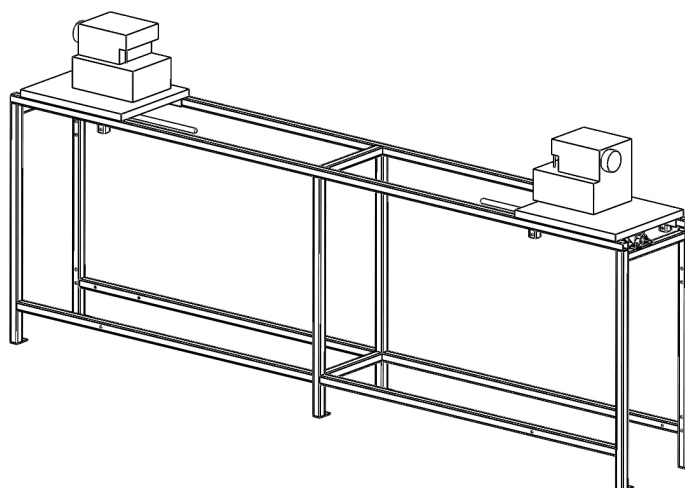
Kraštų apsiuvimo įrenginys nėra reglamentuotas, nes tai nestandartinis įrenginys. Suprojektavus šį įrengimą padidės darbo našumas, sumažės rankinio darbo darbuotojams, nes tereiks tik dvi kraštines overlokuoti. Šis įrenginys bus visiškai automatizuotas.

Staklių modeliavimas pradedamas parinkus dvi standartines overlokavimo mašinas JUKI MO-6714 kairinę ir dešininę. Parenkame standartinį variklį ir reduktorių, kuris sudaigstyta kloadą pratrauks pro overlokus. Kad sudaigstytas kloadas būtų traukiamas reikalingas patikimas velenų prispaudimas, šiam tikslui parenku pneumatinius cilindrus.

Pagrindiniai uždaviniai modeliuojant antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginį:

- Suprojektuoti patikimą sudaigstyto kloado prispaudimą;
- Suprojektuoti patikimą sudaigstyto kloado pratraukimą;
- Įrengimą pritaikyti skirtingo kloado pločiui.

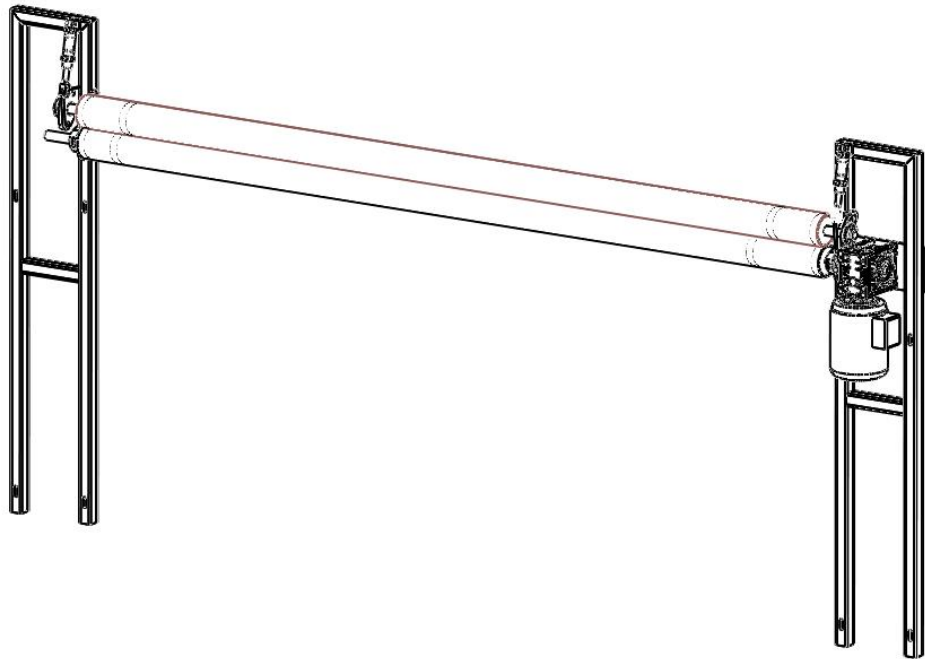
Norėdami gauti skirtingo ilgio antklodes (190 cm; 200 cm; 220 cm). Įrenginys turės galimybę, mechanini būdu keisti overlokų padėtį. Antklodės ilgio keitimo procesas – retas. Overlokai tvirtinami ant MDP plokštės. Prie šios plokštės apačios pritvirtinti plieninius kampuočius 40x40x3. Šie kampuočiai su įrenginio korpuso rėmu atliks iš dalies panašią funkciją kaip ir linijiniai guoliai. Šiai įrenginio daliai nekeliama dideli tikslumo reikalavimai. Overloko padėtį bus galima keisti sukant rankenėlę, kuri sukimo momentą perduos trapeciniam strypui. O strypo sukamasis judesys bus pakeičiamas į linijinį judėjimą.



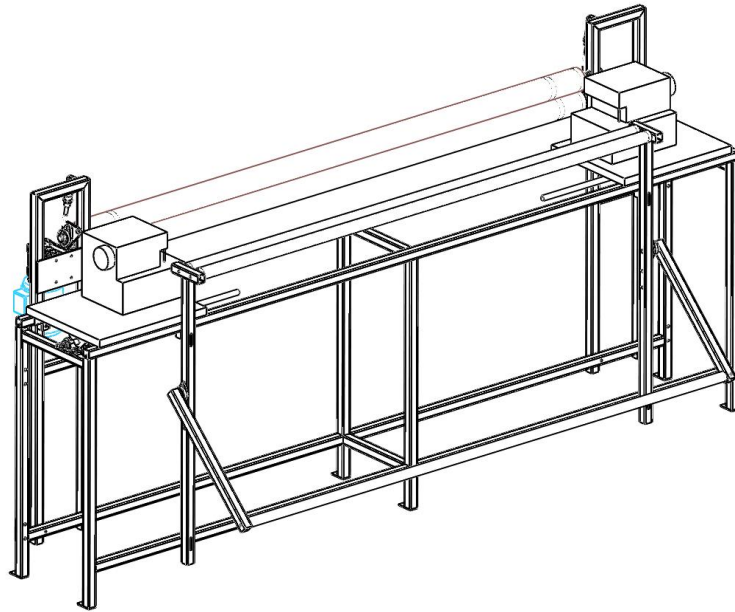
3.1 pav. Įrenginio mazgas pritaikytas skirtingo kloado pločiui

Norint, kad sudaigstyta medžiaga būtų traukiama pastoviai ir vienodu greičiu, reikia:

- Velenus padengti rifliuota guma – tokiu būdu padidinama trintis tarp besisukančių velenų ir sudaigstytos medžiagos;
- Suderinti velenų sukimosi greitį su overlokų daigstymo greičiu. Šiam tikslui reikalingas reduktorius ir dažnių keitiklis, kad būtų galima reguliuoti velenų greitį. Taip pat su overloku galima reguliuoti daigstymo greitį. Jeigu greičiai nesutaps galimi overlokų gedimai, adatų linkimai ir lūžimai, siūlų trūkimai.
- Apatinis velenas tvirtinamas stabiliai prie korpuso, nes prie jo tvirtinasi varančioji pavara. Viršutinis velenas turi turėti galimybę keisti savo padėtį, nes tarp velenų reikalingas tarpas sudaigstytai medžiagai prakišti ir ją suspausti. Atstumas tarp velenų priklausys nuo sudaigstytos medžiagos storio.



**3.2 pav.** Įrenginio mazgas su velenais



**3.3 pav.** Antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys

### **3.2. Antklodžių perlenkimo įrenginys**

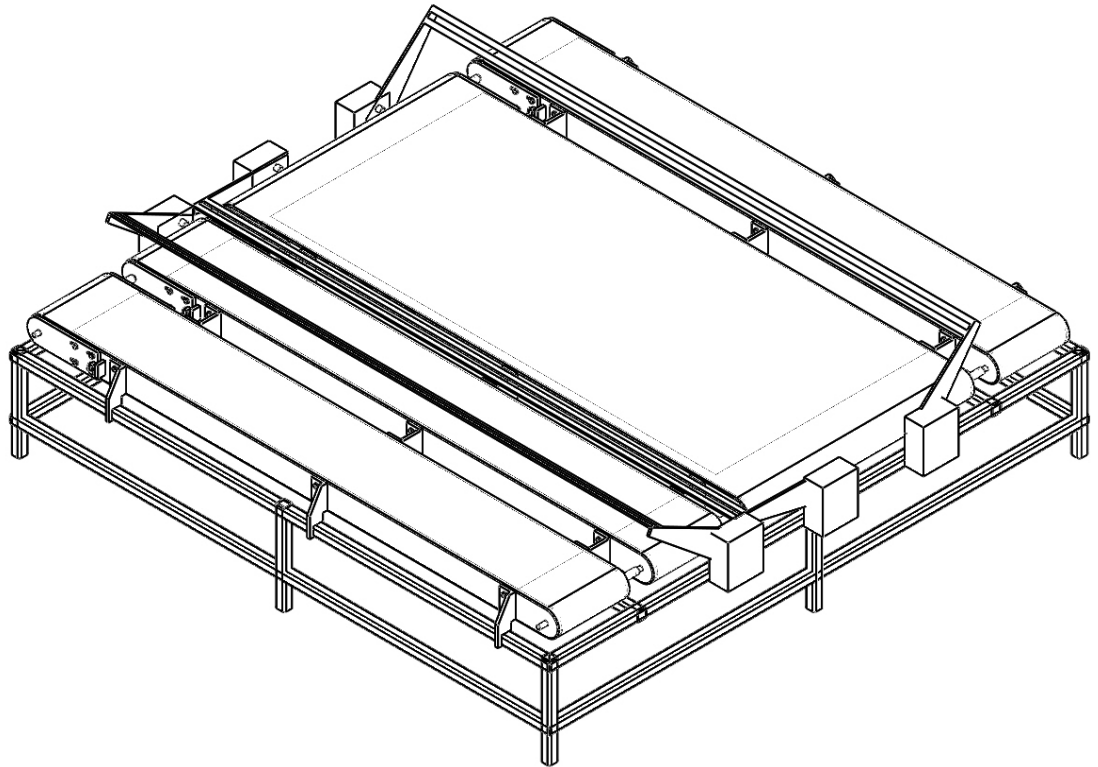
Šio įrenginio pagrindinė funkcija perlenkti antklodę į keturias dalis, kad iš pločio ji tilptų į transporterio takelį. Suprojektavus šį įrengimą padidės darbo našumas; sumažės tarpoperacinis laikas; tinkamiau bus išnaudojami gamybiniai plotai. Šis įrenginys bus visiškai automatizuotas.

Įrenginyje įdiegtos keturios transporterio juostos, kurias suka viena bendra pavara. Tai patį montuoti antklodės lenkimo mechanizmai.

Lenkimo mechanizmą sudaro krumplinė pavara ir metalinis rėmas antklodei sulenkti. Krumplinės pavaros – mechanizmas, keičiantis variklio sukimo momentą į kampinį judesį. Šiam įrenginiui parinkome krumplinę pavarą su cilindriniais krumpliaračiais. Jų konstrukcija kompaktiška ir patikima, gaminami iš įvairių medžiagų nuo plieno iki polimerų. Paprasta prižiūrėti ir eksploatuoti.

Transporterio juosta parinkome kuri padengta poliuretanu PU. Šių juostų pagrindą sudaro kordas – audinys, vienas ar keli jų sluoksniai. Šios juostos paviršius yra lygus, baltas ir netepantis produkcijos ir ją galima naudoti tekstilės pramonėje. Transporterio juostos sujungimą parinkome su mechanine jungtimi.





**3.4 pav.** Antklodžių perlenkimo įrenginys

### **3.3. Transporteris**

Transporteris dažniausiai pasitaikantis įrenginys gamybinėse įmonėse, nes jų įdiegimas į gamybą labai greitai atsiperka. Pakeitus vežimėlius į juostinį transporterį bus galima pasiekti didesnę darbo našumą; sumažės tarpoperacinis laikas; tinkamiau bus išnaudojami gamybiniai plotai; pagerės darbo sąlygos, nes darbuotojams nebereiks papildomai gaišti laiko pusgaminius atsivežant į darbo zoną.

Įrenginyje įdiegtos dvi transporterio juostos, viena apačioje 10 metrų darbinio ilgio, kuri tiekia pusgaminius siuvėjoms, o kita viršuje 8 metrų darbinio ilgio, kuri visiškai užbaigtus gaminius transportuoja į pakavimo įrenginį. Transporteris visiškai automatizuotas, darbo pradžioje įjungiamas, o darbo pabaigoje išjungiamas. Transporterį sudaro: juosta – tai nešantysis ir traukos elementas, varantysis būgnas, juostos įtempimo mechanizmas su įtempimo būgnu ir paklotas.

Transporterio juosta parinkome tokią, kuri padengta poliuretanu PU. Šių juostų pagrindą sudaro kordas – audinys, vienas ar keli jų sluoksniai. Šios juostos paviršius yra lygus, baltas ir netepantis produkcijos ir ją galima naudoti tekstilės pramonėje. Transporterio juostos sujungimą parinkome su mechanine jungtimi.

Varančiuosius būgnus gaminome iš plieno. Būgno skersmenį parinkome 100 mm, o jo ilgis 800 mm. Ant būgno nusprendėme padaryti 5 mm išgaubimą, kadangi transporterio ilgis yra 10 metrų, o per tokį ilgį yra būtinas juostos centravimas.

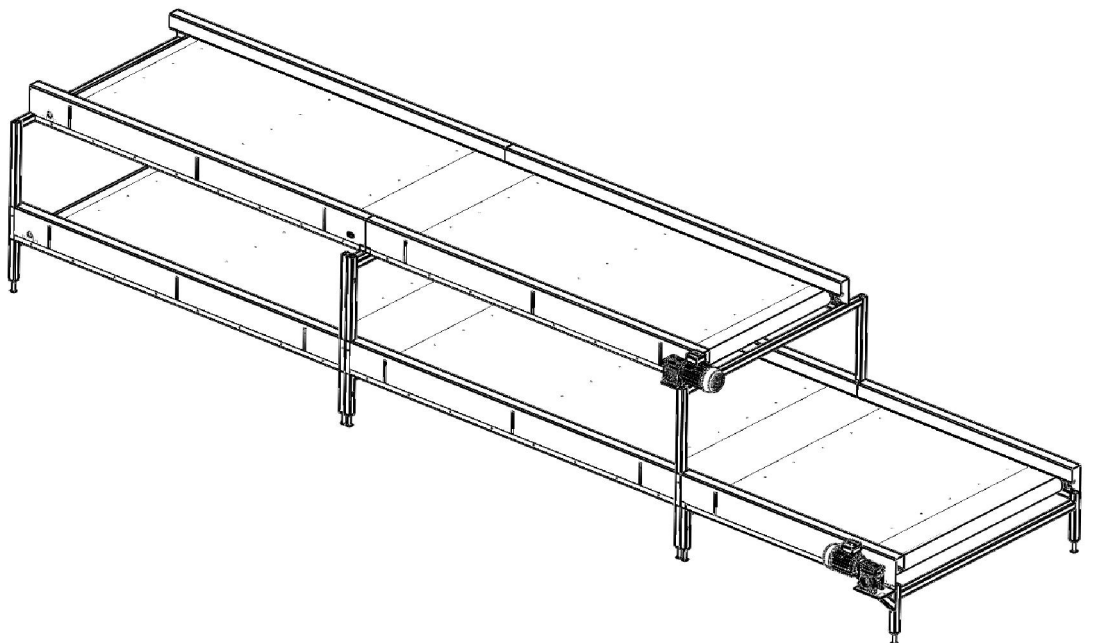
Juostos įtempimui parinkome sraigtinį mechanizmą. Sraigtinį mechanizmą tvirtinome ant kito laisvojo būgno, ant kurio nemontuojama pavara. Šis mechanizmas yra patikimas, lengva reguliuoti juostos įtempimą, nesudėtinga konstrukcija.

Kad transporterio juosta turėtų atramą – parinkome jai paklotą. Šį paklotą gaminome iš laminuotos medžių drožlių plokštės 16 mm. Pasirinkome tokį variantą todėl, kad medžiaga yra pigi ir jos sumontavimas ilgai neužtrunka.

Juostos kraštuose sumontavome papildomus bortelius, kad gaminiai neiškristų. Bortelis pagamintas iš nerūdijančio 1 mm storio AISI 304 plieno. Šis bortelis sulankstytas tam tikru profiliu, kad būtų stabilus ir apsaugotų darbuotojus nuo nelaimingų atsitikimų.

Transporterio rėmą pagaminome iš nerūdijančio plieno kvadratinių vamzdžių 40x40. Šį įrenginio rėmą gaminome iš keturių atskirų rėmų, nes mažesnių gabaritų rėmus yra lengviau transportuoti. Po to įrengimas yra sujungiamas varžtais.

Transporterio pavarą sudaro: energijos šaltinis – tai elektros varikliai. Mechaninę pavarą sudaro: reduktoriai ir jungimo elementai – movos.



**3.5 pav.** Juostinis transporteris

### 3.4. Pakavimo įrenginys

Antklodžių pakavimo įrenginys – vienas sudėtingiausių mechanizmų, nes įrenginys vienu metu atlieka daug operacijų. Norint, kad įrenginys patikimai ir sklandžiai veiktų reikia tiksliai derinti kiekvienos operacijos laikus.

Įdiegus šį įrengimą bus galima pasiekti didesnę darbo našumą; tinkamiau bus išnaudojami gamybiniai plotai, pagerės darbo sąlygos, nes darbuotojams nebereiks papildomai gaišti laiko, atliekant monotoniškas operacijas. Ir bus galima sumažinti darbuotojų skaičių, nes prie šio įrenginio bus reikalingas tik vienas darbininkas.

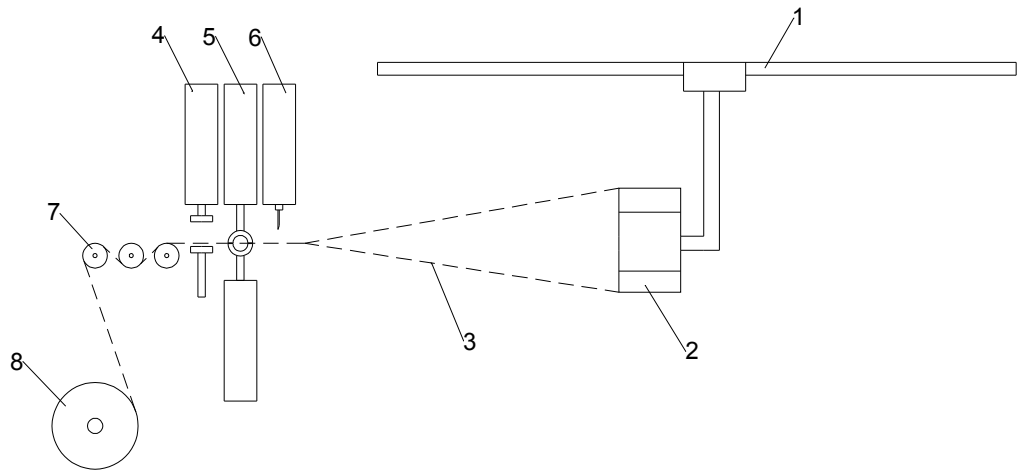
Pakavimo įrenginys atlieka šias operacijas:

**1. Antklodės perlenkimas (panaudosime jau suprojektuotą perlenkimo įrenginį).**

Šios operacijos metu antklodė sulankstoma, kad užimtų mažiau vietos pakuojant. Po to perlenkta antklodė paduodama į kitą įrenginio dalį.

**2. Polietileninio maišo formavimas;**

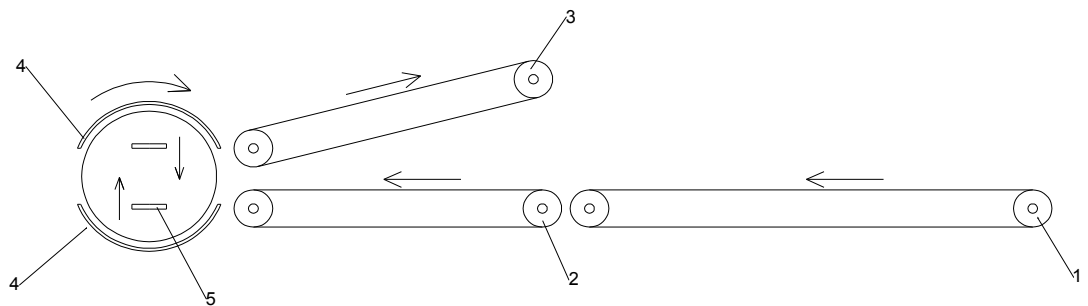
Šios operacijos metu formuojamas polietileninis maišelis iš polietileninės rankovės. Šie polietileniniai pusfabrikačiai yra naudojami kaip pirminė medžiaga gaminių pakavimui. Pirmiausia polietileno rulonas 8 uždedamas ant ašies, perveriamas per pagalbinius ritinėlius 7 ir nutiesiamas link oriniu čiuptuvėlių 5. Šie oriniai čiuptuvėliai pritraukia plėvelę ir ją praskėčia. Tada prie čiuptuvėlių priartėja pneumatiniai griebtuvėliai 2, kurie įlenda į praskėstą rankovės vidų. Šie griebtuvai išsiplečia, įtempia plėvelės kraštą ir suformuoja ovalo formos skylę 3. Tada visa rankovė traukiama 600 mm link surolinimo įrenginio. Kai plėvelės rankovė ištraukiama, tada kaitinimo elementas 4 priartėja prie plėvelės ir ją sulydo. Po to rankovė patraukiama dar 70 mm ir prie plėvelės priartėjęs peilis 6 ją nukerpa. Atlikus šiuos veiksmus maišelis yra galutinai suformuojamas. Pneumatinių griebtuvėlių mazgas 2 sudarytas iš dviejų griebtuvų, kurie yra vienas šalia kito. Šie griebtuvai turi galimybę nutolti vienas nuo kito, taip įtemdami plėvelę. Pneumatinių griebtuvėlių mazgas turi didelę eigą nuo orinių čiuptuvėlių iki rolinimo įrenginio pabaigos. Šią eigą atlieka linijinė pavara 1.



3.6 pav. Polietileninio maišo formavimo schema

### 3. Antklodės surolinimas ir įstūmimas į maišą.

Šios operacijos metu antklodė yra surolinama į ritinėlių. Antklodė iš perlenkimo įrenginio 1 patenka tarp dviejų transporterių 2 ir 3, kurie šią antklodę suspaudžia ir paduoda į rolinimo mechanizmą. Rolinimo mechanizme yra dvi lapkutės 5, kurios sugriebia ir suspaudžia paduotos antklodės kraštą. Tada šios lapkutės pradeda sukintis pagal laikrodžio rodyklę. Kad gauti kokybiškai surolintą antklodę, rolinimo mechanizmo šonuose yra du loveliai 4, kurie neleidžia antklodei plėstis į šonus. Pabaigus rolinti antklodę, pneumatinis cilindras ją įstumia į polietileninį maišelį.

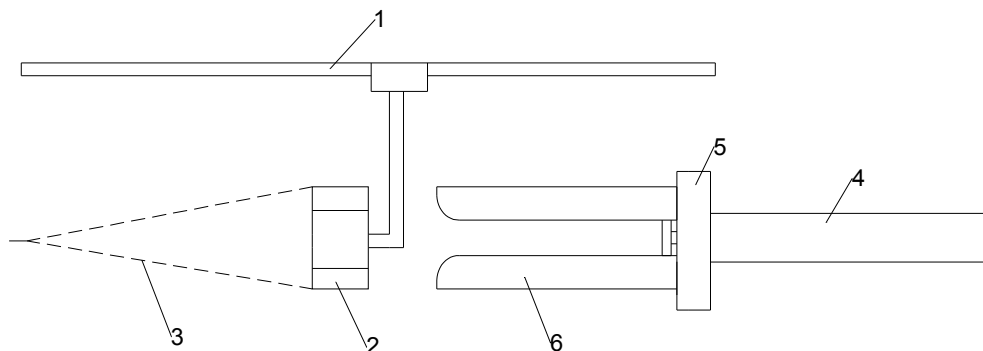


3.7 pav. Antklodės rolinimo ir įstūmimo į maišą schema

### 4. Antklodės įstūmimas į polietileninį maišą.

Šios operacijos metu surolinta antklodė įstumiamą į polietileninį maišą 3. Baigus rolinti antklodę pneumatinių griebtuvėlių mazgas 2 judėdamas link rolinimo mechanizmo 5, užmauna maišelį ant rolinimo mechanizmo 6. Tada pneumatiniuose griebtuvėliuose sumažinamas oro slėgis ir maišelio galas paleidžiamas. Po to antklodę išstumia pneumatinis cilindras 4 iš rolinimo

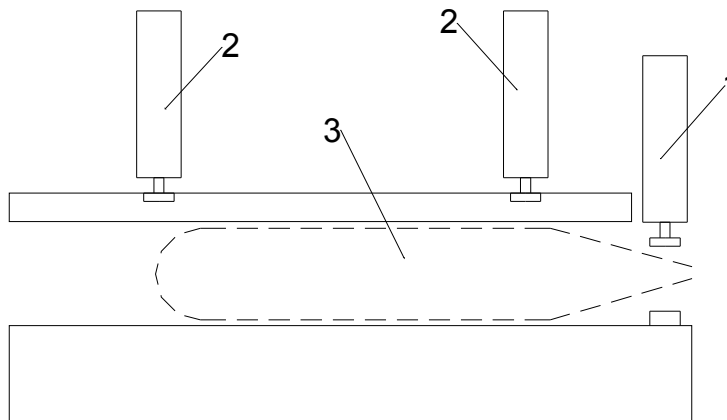
mechanizmo 5 ir tuo pačiu metu pneumatinių griebtuvėlių mazgas grįžta prie orinių čiuptuvėlių. Atlikus šias operacijas antklodė transportuojama į presavimo zoną. Ją perkelia linijinė pavara.



**3.8 pav.** Antklodės įstūmimo į polietileninį maišą schema

### **5. Antklodės suspaudimas ir maišelio užlydimas.**

Šios operacijos metu surolinta maišelyje antklodė 3 yra suspaudžiama, kad iš jos pasišalintų oras ir užlydomas jo pirmasis galas. Tokiu būdu sumažinamas antklodės tūris. Antklodę suspaudžia du pneumatiniai cilindrai 2. Tuo metu kai iš antklodės pašalinamas nereikalingas oras, cilindro pagalba prie maišelio priartėja kaitinimo elementas 1, kuris užlydo maišelio galą.



**3.9 pav.** Antklodės suspaudimo ir maišelio užlydimo schema

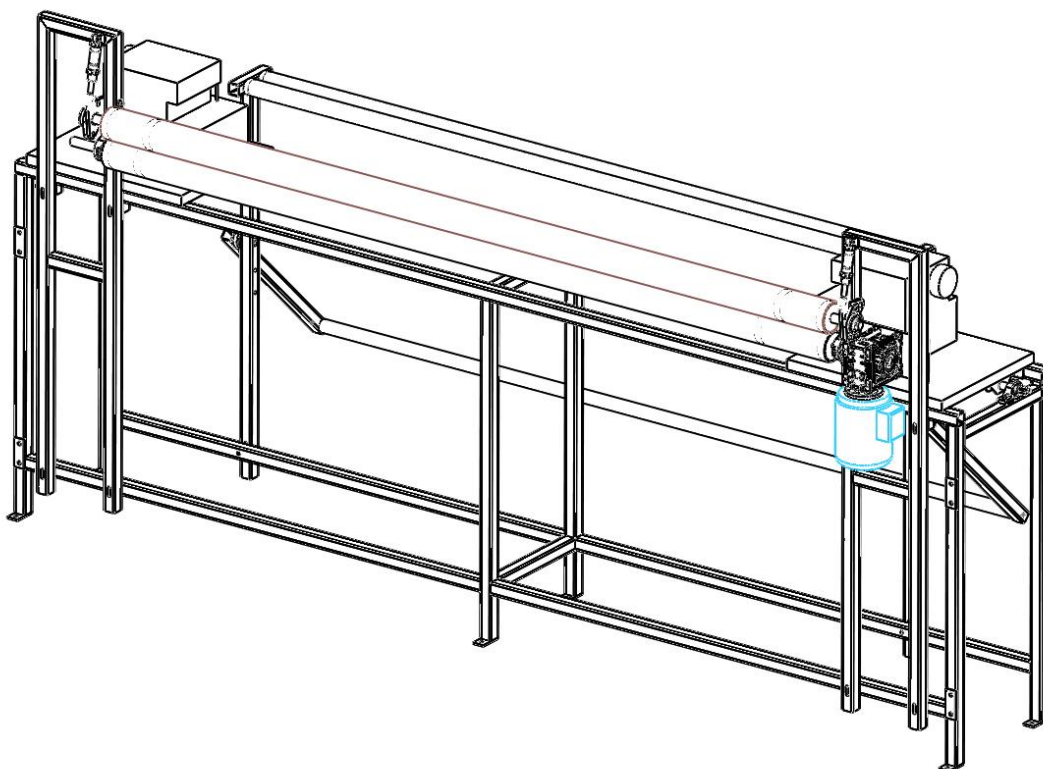
### **6. Antklodės pašalinimas iš įrenginio.**

Šios operacijos metu transporterio pagalba supakuota antklodė pašalinama iš įrenginio.

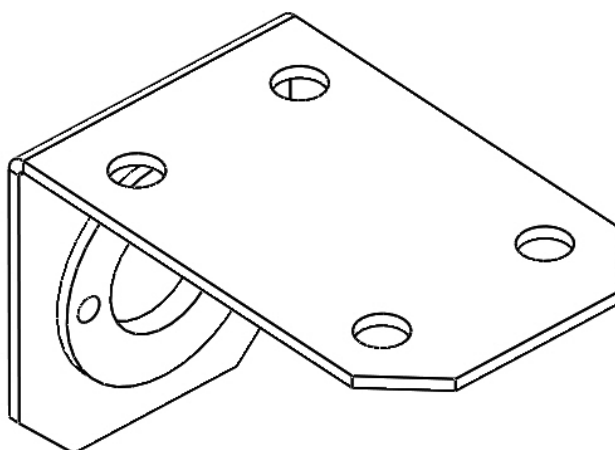
#### 4. KONSTRUKCINIAI – STIPRUMINIAI SKAIČIAVIMAI

Skaičiavimams pasirinkau mūsų suprojektuotą naują mazgą – antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginį. Iš šio įrengimo pasirinkau detalę „kronšteinas“ ir atlikau skaičiavimus. Ši detalę gana svarbi, nes jei tenka didelės jėgos, kai keičiama siūvimo mašinos padėtis.

Šios konstrukcijos stiprumo tyrimui patogiausia naudoti kompiuterinius tyrimo metodus. Kompiuteriniai tyrimai pagrįsti vientisos srities dalijimo į mažesnes sritis metodu. BEM – baigtinių elementų metode yra taikomos polimominės funkcijos ir šių sričių fizinio ryšio priklausomybės. Tokiu būdu galima nustatyti fizinio objekto pobūdį. Nagrinėjamas fizinis procesas yra pilnai aprašomas kiekviename baigtiniame elemente, laikant jį maža sritimi su pradžioje nežinomomis kraštinėmis sąlygomis. Šis BEM plačiai paplitęs skaičiavimo būdas. Skaičiavimams atlikti naudosis COSMOSWorks programinį paketą, kuris yra įdiegtas SolidWorks programoje.



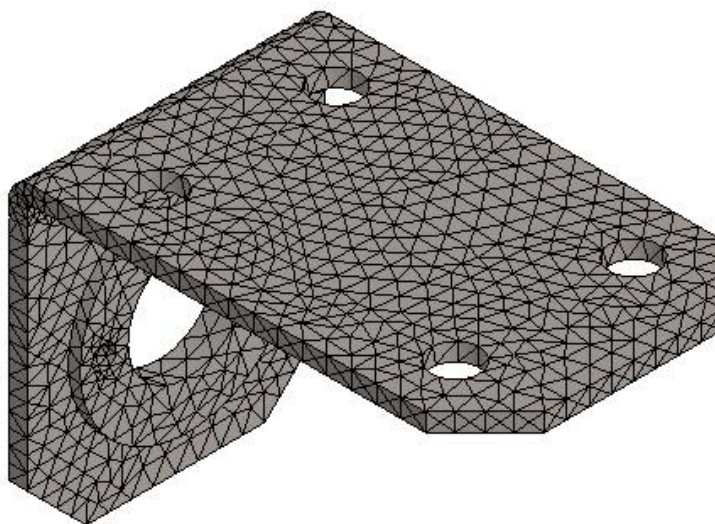
4.1 pav. Antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys



**4.2 pav.** Kronšteinas apkrautas jėgomis statinėje būsenoje

**4.1 lentelė.** Detalės „kronšteinas“ geometriniai parametrai

Gabaritiniai matmenys, mm	80x55x50
Detalės tūris, m <sup>3</sup>	0.0000188
Detalės masė, kg	0.144
Tinklelio nustatymas	8
Mazgai	15014
Elementai	8057



**4.3 pav.** Tiriama detalė suskaidyta į geometrinius elementus

#### 4.2 lentelė. Medžiagos techninės charakteristikos

Plienas „Alloy Steel“	
Tamprumo modulis	$2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$
Puasono koeficientas	0,28
Medžiagos tankis	$7700 \text{ kg/m}^3$
Takumo riba	620 MPa
Stiprumo riba	724 MPa
Tem. Plėtimosi koeficientas	$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ Kelvin}$

#### 4.3 lentelė. Jėgų ir atramų duomenys

Pavadinimas	Tipas	Apkrovos dydis
Jėga	Išorinė jėga	300 N
Fiksuota atrama	Skylės - fiksuotos atramos	0

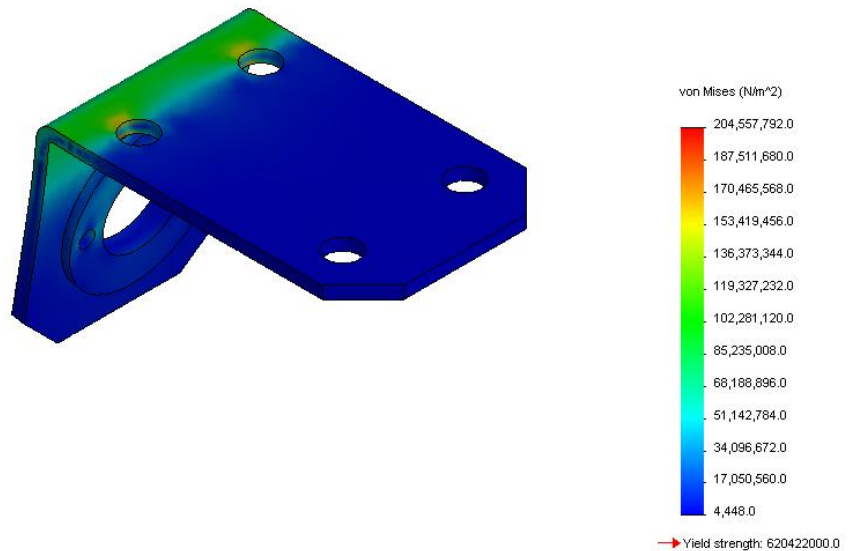
#### 4.4 lentelė. Atramų reakcijos

Pavadinimas	Jėga	Vektorius
Fiksuota atrama	300 N	299,285 N $-4,28 \cdot 10^{-2}$ $-2,6 \cdot 10^{-2}$

#### 4.5 lentelė. Skaičiavimo rezultatai

Pavadinimas	Mažiausia reikšmė	Didžiausia reikšmė
Ekvivalentiniai įtempimai	4,447 Mpa	204,6 MPa
Deformacijos	0,0 mm	0,390 mm
Atsargos koeficientas	3,03	N/A

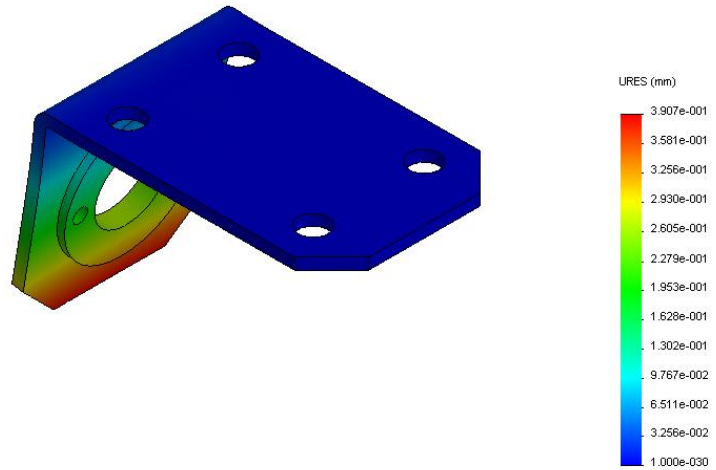
Model name: Kronsteinas  
Study name: Study 1  
Plot type: Static nodal stress Stress1  
Deformation scale: 20.5593



4.4 pav. Statiškai apkrauto elemento ekvivalentiniai įtempimai



Model name: Kronšteinas  
Study name: Study 1  
Plot type: Static displacement Displacement1  
Deformation scale: 20.5593



**4.5 pav.** Statiškai apkrauto elemento deformacijos

Atlikus skaičiavimus programa COSMOSWork statinėje būsenoje matyti, kad apskaičiuota takumo riba neviršija faktinės plieno takumo ribos. Vadinasi, „kronšteiną“ apkrovus 300 N jėga, jis nesideformuos.

## 5. LINIJOS EFEKTYVUMO TYRIMAS

Pagrindinis šio tyrimo tikslas – palyginti pradinės linijos darbo našumą su modernizuota linija. Tai pat paskaičiuosime detalių technologinio ciklo trukmę, darbo imlumą, nustatysime skirtingo darbo imlumo detalių kintamosios srovinės linijos taktus.

Pradinė antklodžių gamybos linija buvo pasenusi ir ją reikėjo atnaujinti, šie atnaujinimo darbai atliekami tam tikslui, kad palengvinti žmonių darbą, suteikti ergonomiškesnes darbo sąlygas ir padidinti gaminamų gaminių skaičių.

Pagrindiniai senosios linijos trūkumai:

1. Gamybos technologija sudarė mažą ciklo dalį, didesnę dalį sudarydavo tarpoperacinis laikas;
2. Pamainai pasibaigus likdavo neužbaigtos gaminti produkcijos, išaugdavo apyvartinių lėšų poreikis;
3. Mažas darbo našumas, procesas reikalavo didelio darbininko darbo imlumo;
4. Įrenginiai ir darbo vietos užėmė didelius gamybinius plotus;
5. Dėl seno technologinio proceso, įrenginiai buvo nepilnai išnaudojami;
6. Maža gamybos apimtis;
7. Didelė gaminio savikaina.

Įdiegus naują antklodžių gamybos liniją šie visi trūkumai yra pašalinami.

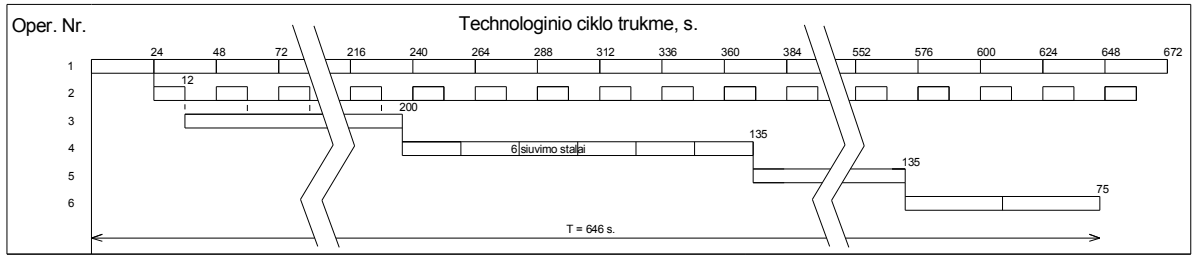
### 5.1. Pradinės linijos darbo našumas

Antklodžių linija susideda iš trijų dalių. Pirma dalis – pluošto paruošimas, šią dalį neįtraukėme į skaičiavimus, nes pirmoje dalyje visos mašinos yra automatizuotos ir jų darbo našumas yra derinamas su antrąja dalimi – daigstymu. Daigstymas yra pagrindinis gamybos etapas, kuris užduoda visos linijos darbo našumą. Nustatome linijos technologinio ciklo trukmę. Ciklas – tai laikotarpis nuo gaminio gamybos pradžios ir pabaigos.

Pradinė gamybos linija atlikdavo šias operacijas (detalei 200x180):

1. Daigstymas 180 cm – 24 s;
2. Sudaigstyto audinio karpymas po 180 cm – 12 s;
3. Pusgaminų komplektavimas ir transportavimas 200 s;
4. Visų keturių antklodės kraštinių overlukavimas 135 s;
5. Transportavimas 200 s;
6. Antklodės pakavimas 75 s.

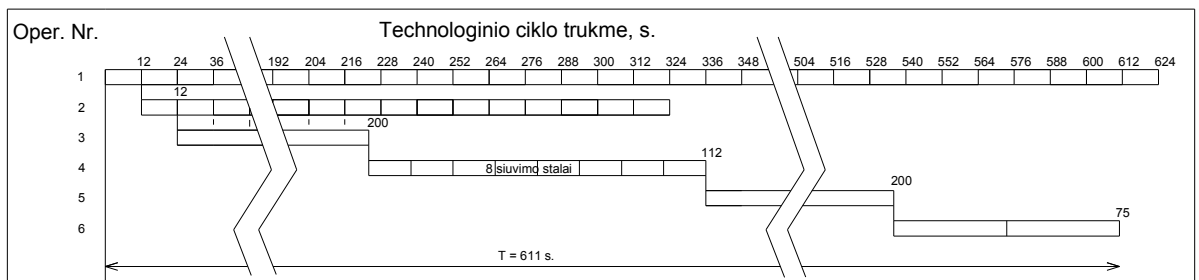
**5.1 lentelė. Detalės 200x180 technologinio ciklo trukmė T=646 s**



Pradinė gamybos linija atlikdavo šias operacijas (detalei 200x90):

1. Daigstymas 90 cm – 12 s;
2. Sudaigstyto audinio karpymas po 90 cm – 12 s;
3. Pusgaminų komplektavimas ir transportavimas 200 s;
4. Visų keturių antklodės kraštinių overlokavimas 112 s;
5. Transportavimas 200 s;
6. Antklodės pakavimas 75 s.

**5.2 lentelė. Detalės 200x90 technologinio ciklo trukmė T=611 s**



Apskaičiuojame gaminio 200x180 suminį darbo imlumą:

$$\sum T_{vnt} = t_{avnt} + t_{bvnt} + \dots + t_{nvnt} \quad (5.1)$$

$$\sum T_{vnt} = 24 + 12 + \frac{200}{6} + \frac{135}{6} + 200 + \frac{75}{2} = 392s = 5.29 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame naujo gaminio 200x180 darbo imlumą:

$$\frac{T_x}{T} = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2}, \quad (5.2)$$

čia  $T_x$  – ieškomas darbo imlumas;

$T$  – žinomas darbo imlumas;

$Q_x$  – naujo gaminio masė;

$Q$  – gaminio atstovo masė.

$$T_x = T \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} = 5.29 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{7.2}{7.92}\right)^2} = 4.96 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame gaminio 200x90 suminį darbo imlumą:

$$\sum T_{vnt} = 12 + 12 + \frac{200}{8} + \frac{112}{8} + 200 + \frac{75}{2} = 300s = 5 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame naujo gaminio 200x90 darbo imlumą:

$$T_x = T \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} = 5 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{3.6}{3.96}\right)^2} = 4.69 \text{ min.}$$

Nustatome skirtingo darbo imlumo detalių kintamosios srovinės linijos taktą:

### 5.3 lentelė. Detalių darbo imlumai

Detalės pavadinimas	Metinė detalių gamybos apimtis, vnt.	Detalės darbo imlumas, min
200x180	100 000	4,96
200x90	100 000	4,69

$$\tau = \frac{F_t \cdot 60}{A + B \cdot k_1 + C \cdot k_2} \cdot \eta, \quad (5.3)$$

čia  $F_i$  – tikrasis įrenginio darbo laiko fondas, h;  
 $A, B, C$  – skirtingo darbo imlumo detalių metinė gamybos apimtis, vnt.;  
 $k_1$  – koeficientas, įvertinantis detalės B ir detalės A darbo imlumų santykį;  
 $k_2$  – koeficientas, įvertinantis detalės C ir detalės A darbo imlumų santykį;  
 $\eta$  – koeficientas, įvertinantis laiko nuostoliu, (imama  $\eta = 0,9$ ).

$$\tau_A = \frac{4015 \cdot 60}{100000 + 100000 \cdot \frac{4,69}{4,96}} \cdot 0,9 = \frac{240900}{194556,5} \cdot 0,9 = 1,11 \text{ min,}$$

$$\tau_B = \frac{4015 \cdot 60}{100000 \frac{4,96}{4,69} + 100000} \cdot 0,9 = \frac{240900}{205756,9} \cdot 0,9 = 1,05 \text{ min.}$$

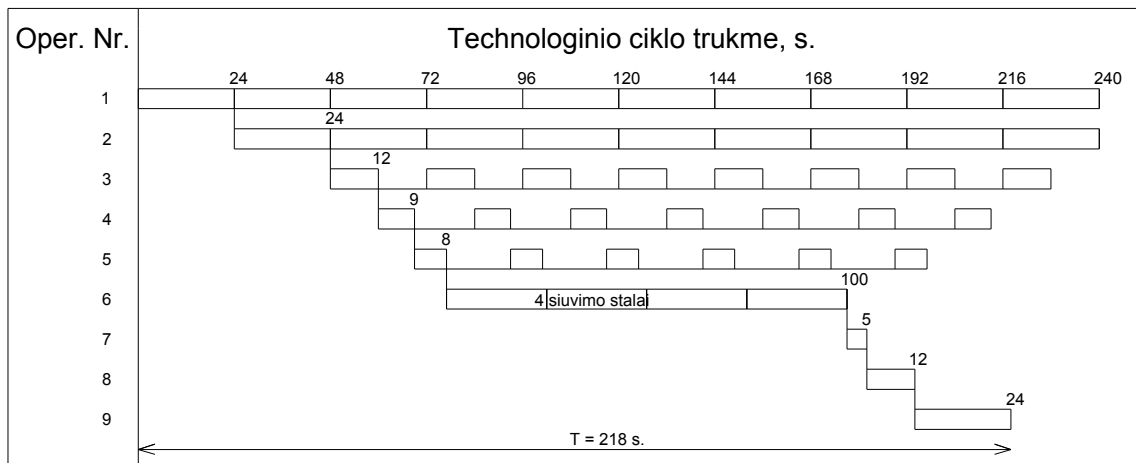
## 5.2. Modernizuotos linijos darbo našumas

Modernizuotai gamybos linijai pasirenkame lygiagrečių operacijų derinimo būdą. Nes atlikus eilinę operaciją, detalė iš karto, nelaukiant kitų, perduodama tolesnei operacijai. Operacijas derinant lygiagrečiai, gamybos ciklo trukmė gaunama trumpiausia, nes trumpas tarpoperacinis laikas. Nustatome modernizuotos linijos technologinio ciklo trukmę.

Detalei 200x180

1. Daigstymas 180 cm – 24 s;
2. Klodo kraštų apsiuvimas 180 cm – 24 s;
7. Sudaigstyto audinio karpymas po 180 cm – 12 s;
8. Pusgaminų perlenkimas 9 s;
9. Pusgaminų transportavimas transporteriu 8 s;
10. Likusių antklodės kraštinių overlokavimas 100 s;
11. Antklodžių transportavimas transporteriu 5 s;
12. Antklodės sulankstymas prieš pakavimą 12 s;
13. Antklodės pakavimas 24 s.

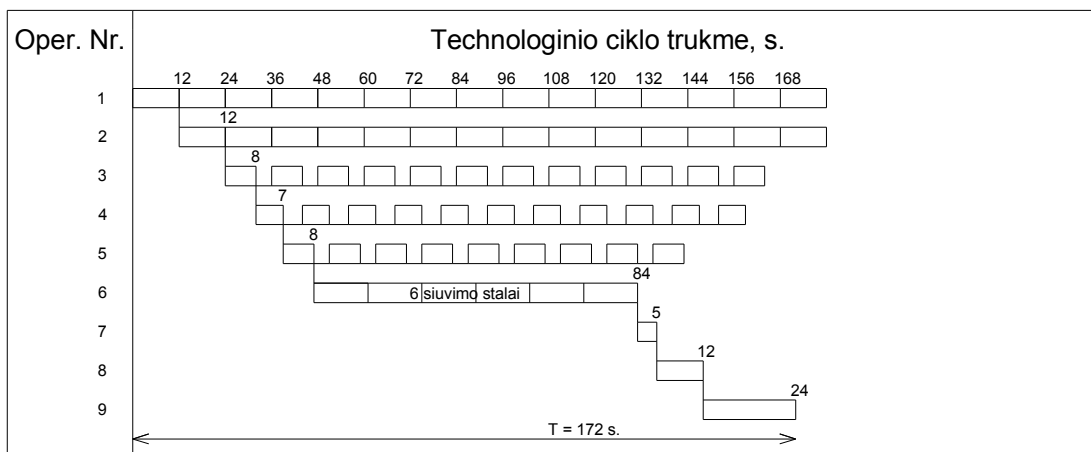
**5.4 lentelė.** Detalės 200x180 technologinio ciklo trukmė T=218 s



Detalei 200x90

1. Daigstymas 90 cm – 12 s;
2. Sudaigstyto audinio karpymas po 90 cm – 8 s;
3. Pusgaminių perlenkimas 7 s;
4. Pusgaminių transportavimas transporteriu 8 s;
5. Likusių antklodės kraštinių overlokavimas 84 s;
6. Antklodžių transportavimas transporteriu 5 s;
7. Antklodės sulankstymas prieš pakavimą 12 s;
8. Antklodės pakavimas 24 s.

**5.5 lentelė.** Detalės 200x90 technologinio ciklo trukmė T=172 s



Apskaičiuojame gaminio 200x180 suminį darbo imlumą:

$$\sum T_{vnt} = 24 + 24 + 12 + 9 + 8 + \frac{100}{4} + 5 + 12 + 24 = 143s = 2.38 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame naujo gaminio 200x180 darbo imlumą:

$$T_x = T \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} = 2.38 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{7.2}{7.92}\right)^2} = 2.23 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame gaminio 200x90 suminį darbo imlumą:

$$\sum T_{vnt} = 12 + 12 + 8 + 7 + 8 + \frac{84}{6} + 5 + 12 + 24 = 102s = 1.7 \text{ min.}$$

Apskaičiuojame naujo gaminio 200x90 darbo imlumą:

$$T_x = T \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} = 1.7 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{3.6}{3.96}\right)^2} = 1.6 \text{ min.}$$

Nustatome skirtingo darbo imlumo detalių kintamosios srovinės linijos taktą:

**5.6 lentelė.** Detalių darbo imlumai

Detalės pavadinimas	Metinė detalių gamybos apimtis, vnt.	Detalės darbo imlumas, min
200x180	100 000	2,23
200x90	100 000	1,60

$$\tau_A = \frac{4015 \cdot 60}{100000 + 100000 \cdot \frac{1,60}{2,23}} \cdot 0,9 = \frac{240900}{171748,9} \cdot 0,9 = 1,26 \text{ min.}$$

$$\tau_B = \frac{4015 \cdot 60}{100000 \cdot \frac{2,23}{1,60} + 100000} \cdot 0,9 = \frac{240900}{239375} \cdot 0,9 = 0,9 \text{ min.}$$

## IŠVADOS

Naujai suprojektuotos, pagamintos ir įdiegtos antklodžių gamybos linijos darbo tyrimai parodė, jog šis sprendimas pasiteisino. Naujoji linija yra ergonomiškesnė, našesnė ir geriau užtikrina antklodžių kokybę.

Svarbiausi įrenginiai – automatinis antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys, audinio perlenkimo įrenginys, transporteris ir pakavimo įrenginys.

1. Sukurta racionali nauja antklodžių gamybos įrenginių ir linijos struktūra.
2. Atlikus analogiškų rinkoje esamų įrenginių antklodėms gaminti tyrimą, buvo nuspręsta suprojektuoti ir pagaminti 4 įrenginius (automatinis antklodžių kraštų apsiuvimo įrenginys, audinio perlenkimo įrenginys, transporteris ir pakavimo įrenginys). Mūsų suprojektuoti ir įdiegti įrenginiai net 4 kartus buvo pigesni, lyginant su rinkoje esamais (esant tam pačiam efektyvumui).
3. Pritaikius „SolidWorks“ projektavimo sistemą buvo sumodeliuoti nauji įrengimai ir paskaičiuoti apkrovimai, veikiantys pasirinktą detalę – „kronšteiną“.
4. Įdiegus darbe minėtus pakeitimus antklodžių gamybos linijos našumas išaugo apie 3,5 karto.



## LITERATŪRA

1. MAMMUT [interaktyvus]. [Vokietija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 7 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.mammut.de/english/index.htm> >.
2. MERELLO [interaktyvus]. [Ispanija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.merello.es> >.
3. Made in china [interaktyvus]. [Kinija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: < [http://www.tyhfj.com.en.made-in-china.com/product/FqbEkIXDbJIA/China-Opening-Machine-HFD-1380-.html](http://www.tyhfj.com/en.made-in-china.com/product/FqbEkIXDbJIA/China-Opening-Machine-HFD-1380-.html) >.
4. DAHIYA, Atul; KAMATH, M. G.; HEGDE R. Raghavendra. Materials science and engineering. *Fiber preparation*. [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2013 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: < <http://web.utk.edu/~mse/Textiles/Dry%20Laid%20Nonwovens.htm> >.
5. Made in china [interaktyvus]. [Kinija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: < [http://tyhfj.en.alibaba.com/product/32741904350038923/HFJ\\_18\\_Nonwoven\\_Carding\\_Machine.html](http://tyhfj.en.alibaba.com/product/32741904350038923/HFJ_18_Nonwoven_Carding_Machine.html) >.
6. Qrbiz [interaktyvus]. [Kinija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.qrbiz.com/product/1437708/nonwoven-padding-line-cross-lapper.html> >.
7. Yuantian [interaktyvus]. [Kinija]: [žiūrėta 2013 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: < <http://en.yuantian.com/index.html> >.
8. Advanced sewing technologies [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.advancedsewing.com/newsewingmachines/jukinew.html> >.
9. BARGELIS, Algirdas; MANKUTĖ, Rasa. *Gamybos padalinių projektavimas*. Kaunas, 2012. 298p. ISBN 978-609-02-0579-2.
10. RAGAIŠIENĖ, Audronė; LAURECKIENĖ, Ginta. *Naujos technologijos verpimo paruošimo procesuose*. Kaunas, 2011. 51p. ISBN 978-609-02-0157-2.
11. PIETARIS, Kazys. *Verpalų gamybos procesai*. Kaunas, 1998. 241p.
12. KAZAKEVIČIŪTĖ, Gailutė. *Tekstilės mokslo ir technologijų naujienos*, Seminaro medžiaga, 2006.
13. Textile School [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: < <http://www.textileschool.com/School/TextileYarns/StapleYarnSpinning.aspx> >.
14. ČIUKAS, Kęstutis. *Aiškinamasis tekstilės terminų žodynas*. Kaunas, 2001. 637p.
15. BAKŠYS, Bronius; MEDEKŠAS, Henrikas. *Mašinų gamybos automatizavimas*. Vilnius, 1988. 318p.
16. BRAŽIŪNAS, Antanas Juozas. *Mašinų gamybos technologijos pagrindai*. Kaunas, 2004. 512p. ISBN 9955-09-558-x.

17. Plastena [interaktyvus]. [Lietuva]: [žiūrėta 2013 m. kovo 30 d.]. Prieiga per internetą:  
< [http://plastena.lt/index.php?s\\_id=65&lang=lt&PHPSESSID=b4c4689751736225bd75b501fd7942f0](http://plastena.lt/index.php?s_id=65&lang=lt&PHPSESSID=b4c4689751736225bd75b501fd7942f0) >.