

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Edgaras Ignatavičius

ELEKTROS ENERGIJOS NAUDOJIMO TYRIMAS MEDIENOS  
APDIRBIMO PRAMONĖJE  
Magistro darbas

**Vadovas:**

doc. dr. L.Buivis

ŠIAULIAI 2008

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS  
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU:

Katedros vedėjas

doc. dr. T.Šimkevičius

2008 06

ELEKTROS ENERGIJOS NAUDOJIMO TYRIMAS MEDIENOS  
APDIRBIMO PRAMONĖJE

Magistro darbas

**Vadovas**

doc. dr. L.Buivis

2008 06

**Atliko**

EM-6 gr. stud. E.Ignatavičius

2008 06

**Recenzentas**

ŠU Technologijos fakulteto  
Elektros inžinerijos katedros

doc. dr. Z. Turauskas

2008 06

ŠIAULIAI, 2008

## TURINYS

ĮŽANGA .....	8
1. KARKASINIŲ NAMŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJOS APRAŠYMAS .....	9
1.0.1 GAMYBOS PROCESO STRUKTŪRA .....	13
1.1. TECHNOLOGINIAI ĮRENGINIAI IR JŲ ELEKTROS IMTUVAI.....	14
1.1.1 SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖS .....	14
1.1.2 OBLIAVIMO STAKLĖS.....	15
1.1.3 IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖS.....	16
1.1.4. PJUVENŲ SURINKIMO AGREGATAS (VENTILIATORIUS).....	17
1.1.5. SIJINIS TELFERIS (2 VNT) .....	18
1.2. RUOŠINIŲ GRUPAVIMAS PAGAL PROFILĮ .....	19
(RUOŠINIŲ SPECIFIKACIJA).....	19
2. ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMAS .....	20
2.1. ĮMONĖS ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS 2007M .....	22
2.2. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO PASISKIRSTYMAS .....	23
3. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO GAMYBOS PROCESĖ ANALIZĖ .....	23
3.1. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS GAMYBOS OPERACIJOSE.....	24
3.2. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS .....	24
3.2.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS.....	28
3.3. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS OBLIAVIMO STAKLĖMS .....	32
3.3.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS.....	36
3.4. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖMS .....	42
3.4.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS.....	45
3.5. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO ANALIZĖ PJUVENŲ SURINKIMO AGREGATUI (VENTILIATORIUI).....	47
4. MEDIENOS APDOROJIMO APERACIJOMS REIKALINGŲ GALIŲ SKAIČIAVIMAS .	48

4.1. SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖS .....	48
4.2. OBLIAVIMO OPERACIJA.....	50
4.3. IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖS.....	52
5. ELEKTROS ENERGIJOS NORMAVIMAS .....	54
5.1. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMIS ....	55
5.2. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS OBLIAVIMO STAKLĖMIS.....	55
5.3. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖMIS .....	56
5.4. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS PJUVENŲ SURINKIMO AGREGATU (VENTILIATORIUMI).....	57
5.5. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS SIJINIAIS TELFERIAIS .....	57
5.6. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS STOGINĖS APŠVIETIMUI.....	58
6. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO EFEKTYVUMO KOEFICIENTO NUSTATYMAS.....	58
7. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO EFEKTYVUMO DIDINIMO BŪDAI.....	59
8. IŠVADOS .....	61
9. LITERATŪRA.....	62

## PAVEIKSLAI

- 1.1 pav. Karkasinio namo komplektavimo cechas;
- 1.2 pav. Gamybos technologijos struktūra;
- 1.3 pav. Skersinio pjovimo staklės;
- 1.4 pav. Obliavimo staklės;
- 1.5 pav. Išilginio pjovimo staklės;
- 1.6 pav. Pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius);
- 1.7 pav. Pjuvenų surinkimo agregato sudedamosios dalys;
- 1.8 pav. Sijinis telferis;
- 2.1 pav. Elektros energijos tiekimo schema;
- 2.2 pav. Įmonės elektros energijos suvartojimo diagrama 2007m.;
- 3.1 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis;
- 3.2 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis;
- 3.3 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis;
- 3.4 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm;
- 3.5 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm;
- 3.6 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm;
- 3.7 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);
- 3.8 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);
- 3.9 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos

aukštis 50mm.);

3.10 pav. Ventiliatoriaus elektros energijos suvartojimas vienoje iš 3 fazių;

7.1 pav. Pilnai surinkti karkasiniai namai Norvegijoje.

## LENTELĖS

- 1.1 lentelė. Diskinio pjūklo staklių parametrai;
- 1.2 lentelė. Obliavimo staklių parametrai;
- 1.3 lentelė. Išilginio pjovimo staklių parametrai;
- 1.4 lentelė. Pjuvenų surinkimo agregato (ventiliatoriaus) parametrai;
- 1.5 lentelė. Sijinio telferio parametrai;
- 1.6 lentelė. Ruošinių grupių kodavimas pagal profilį;
- 1.7 lentelė. Ruošinių technologinis grupavimas pagal įrenginius;
- 2.1 lentelė. Įmonės elektros energijos suvartojimas 2007m;
- 4.1 lentelė. Skersinio pjovimo staklėmis atliekant pjovimo operacijas užfiksuoti parametrai;
- 4.2 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį skersinio pjovimo staklėmis. (literatūra J Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);
- 4.3 lentelė. Suvestinė skersinio pjovimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė.
- 4.4 lentelė. Obliavimo staklėmis atliekant pjovimo operaciją užfiksuoti parametrai;
- 4.5 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį obliavimo staklėmis. (literatūra J Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);
- 4.6 lentelė. Suvestinė obliavimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė
- 4.7 lentelė. Išilginio pjovimo staklėmis atliekant pjovimo operaciją užfiksuoti parametrai;
- 4.8 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį išilginio pjovimo staklėmis. (literatūra J Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);
- 4.9 lentelė. Suvestinė išilginio pjovimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė;
- 5.1 lentelė. Elektros energijos suvartojimas skersinio pjovimo staklėmis vienam karkasiniam namui pagaminti;
- 5.2 lentelė. Elektros energijos suvartojimas obliavimo staklėmis vienam karkasiniam namui pagaminti;
- 5.3 lentelė. Elektros energijos suvartojimas obliavimo staklėmis vienam karkasiniam namui pagaminti.

## IŽANGA

Medienos apdorojimo pramonės produkcijos galima pagaminti gerokai daugiau (arba pagaminant tą patį kiekį suvartoti mažiau elektros energijos), ne vien tik kuriant naujus didesnio našumo medienos apdirbimo įrenginius, bet ir racionaliai naudojant esamus, bei nuolat juos modernizuojant.

Esamų įrenginių modernizavimas yra didžiulis rezervas, įgalintis gerokai padidinti gaminamos produkcijos kiekį, pagerinti jos kokybę, nenaudojant papildomų gamybinių plotų bei darbo jėgos. Efektyviausiai stakles galima modernizuoti tada, kai staklių modernizavimo kryptis yra techniškai ir ekonomiškai pagrįsta, o modernizacijos projektas gali būti įgyvendintas įmonės bazėje.

Šiame darbe tiriu karkasinius namus gaminančios ir statančios įmonės UAB „Namų statyba“ elektros energijos suvartojimą. Didžiulės elektros energijos vartojimo sąnaudos karkasinių namų gamyboje ganėtinai ženkliai didina gamybos savikainos kaštus, kas tiesiogiai atsiliepia įmonės pelnui.

Elektros energijos vartojimo tyrimo tikslas - nustatyti elektros energijos taupymo galimybes, iš įmonės elektros energijos suvartojimo pereiti prie energijos sunaudojimo normos vienam karkasiniam namui pagaminti. Tai labai aktualu pelno siekiančiai įmonei mažinti elektros energijos vartojimo kaštus karkasinių namų gamybai, o gautą pelną panaudoti vis naujesniems ir modernesniems įrengimas įsigyti, didinant įmonės gamybos apimtį, našumą, darbuotojų atlyginimus (kas buvo ir yra labai aktualus klausimas šiandien, žinant kokia didelė yra jaunų specialistų emigracija į kitas kaimynines šalis) ir t.t. Vienas iš svarbesnių veiksnių, įtakojantis energijos taupymą, yra elektros energijos normavimas. Elektros energijos vartojimo efektyvumo rodiklis: svarbus tiek ekonominiu, tiek techniniu, tiek aplinkos apsaugos atžvilgiu (UAB „Namų statyba“ nuo 2006 metų vykdo ISO 14000 standartą, kurio pagrindinis uždavinys: aplinkos apsauga).

Energijos efektyvumo rodiklio nustatymas supaprastintų normavimą. Pagal šio rodiklio faktinę reikšmę galima objektyviai spręsti apie įrenginio susidėvėjimą, apie jo techninę būklę. Kuo daugiau šis rodiklis nutolsta nuo normos, tuo gamyboje dalyvaujančių įrenginių efektyvumas yra mažesnis. Jį nustatydami mes nustatome, kokią sąnaudų dalį sudaro naudingai ir kokią dalį sudaro nenaudingai suvartota energija.



## 1. KARKASINIŲ NAMŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJOS APRAŠYMAS

Gamybos procesas karkasinių namų gamyboje nėra automatizuotas. Karkasinių namų gamybos procese dalyvauja šios staklės: obliavimo staklės, skersinio pjovimo staklės, išilginio pjovimo staklės; šie pagalbiniai įrenginiai: du tiltiniai kranai, pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius).

Pirminė žaliava reikalinga karkasiniam namui pagaminti tiekama iš pastovių tiekėjų. Tiekama žaliava karkasinių namų gamybai yra griežtai apibrėžtų matmenų, spygliuočio medienos ruošiniai. Ruošinių matmenys priklauso nuo to, kokiai namo daliai jie bus naudojami.

Sienoms, grindų pirminiam paklotui, luboms ir stogui naudojami 150mmX50mm, 100mmX50mm, 200mmX50mm stačiakampio profilio tik skirtingų ilgių ruošiniai. Sienoms naudojami 3400 milimetro ilgio ruošiniai, stogui naudojami 5800 milimetro ilgio ruošiniai, grindims ir luboms naudojami 6050 milimetrų ilgio ruošiniai. Mūrlotus ir kitas nestandartines konstrukcijų dalis įmonė perka pilnai paruoštus montavimui ir jų nebeapdirbinėja, nes tokių elementų reikia labai nedaug vienam karkasiniam namui.

Atvežti ruošiniai sandėliuojami tam skirtame sandėlyje (stoginėje). Stoginė reikalinga tam, kad kuo labiau būtų galima apsaugoti medieną nuo kritulių, kadangi perkama mediena yra džiovinta, bei C24 atsparumo klasės (medienos rūšis – eglė, pušis). Stoginėje mediena yra perrūšiuojama, bei paženklinama kodu kokiai namo daliai ji skirta (džiovinimo metu ji truputi susikraipo, tad netinkamus ruošinius panaudoja sienose, kur bus įmontuojami langai, ar durys). Dažniausiai ruošinių ilgis būna paliktas su rezervu, kadangi transportuojant ruošinių galai dažnai gali būti pažeisti.

Medieną iš stoginės į cechą tolimesniam apdirbimui ir karkasinių namų surinkinėjimui atveža tam skirta mašina.

Toliau mediena apdorojama. Skersinio pjovimo staklėmis suvienodinami ruošinių ilgiai (ruošinių ilgių leidžiami nukrypimai 3mm). Prie diskinio pjūklo staklių dirba du kvalifikuoti darbuotojai.

Sekantis žingsnis medienos apdirbimo technologijoje tai ruošinių obliavimas (iš visų pusių), kadangi to reikalauja užsakovas, bei gamybos technologija. Obliuojant nupjaunamo ruošinio storis (skiedros storis) yra 2,5mm. Prie obliavimo staklių taip pat dirba du kvalifikuoti darbuotojai.

Dėl stogo, sienų, lubų konstrukcijų ruošinių formų pakoregavimui naudojamos išilginio pjovimo staklės, kurios padaro specialias įpjovas, ar išimas.

Ceche taip pat yra išvedžiota pjuvenų bei medžio drožlių surinkimo sistema, kuri visas

medienos atliekas tam skirtais vamzdžiais surenka į lauke pastatytą talpą, kurioje telpa apie 15 m<sup>3</sup> atliekų. Sukaupus didesnę kiekį, po šia talpą yra įstumama krovininė mašina, į kurią atidarius specialią sklendę pakraunamos pjuvenų – medžio drožlių mišinys. Šias atliekas įmonės darbuotojai naudoja savo privačių namų šildymui kieto kuro katile šaltuoju metų laikotarpiu.

Visus gaminius iškrauna, pakrauna iki medienos cecho ir po įmonės teritoriją vežioja autopakrovėjas, ceche medienos gaminiai kilnojami sijiniais telferiais. Kadangi surinkimo cechas yra 80m. ilgio todėl ir telferiai yra du (vienodų charakteristikų). Vienas dirba viename cecho gale, kitas kitame (žiūrėti 1pav.).

Naudojamą gamybos procesą sąlyginai galima suskirstyti į tokias operacijas:

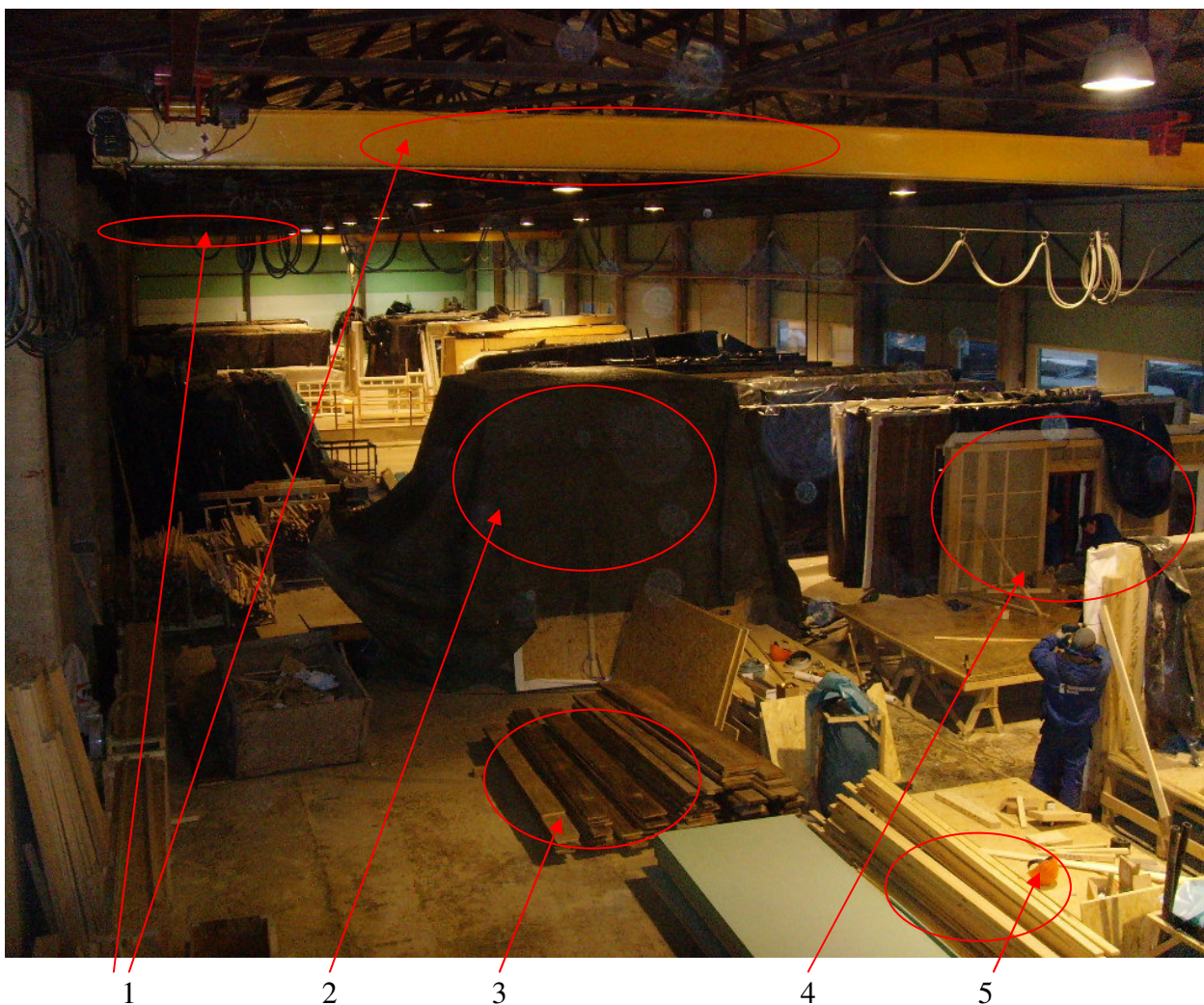
1. Ruošinių grupių kodavimas pagal paskirtį;
2. Ruošinių galutinis apdorojimas:

Ilgųjų patikra ir suvienodinimas;

Paviršių obliavimas;

Išilginis pjaustymas apdorojant ruošinius;

3. Transportavimas;
4. Parengimas surinkimui;
5. Surinkimas;



Nuotraukoje matome: 1 – sijinis telferis; 2 - skydai ruošiami transportavimui; 3 - ruošiniai skirti grindų paklotui; 4 - surinkinėjama karkasinio namo sienos skydas; 5 – sienos skydo ruošiniai.

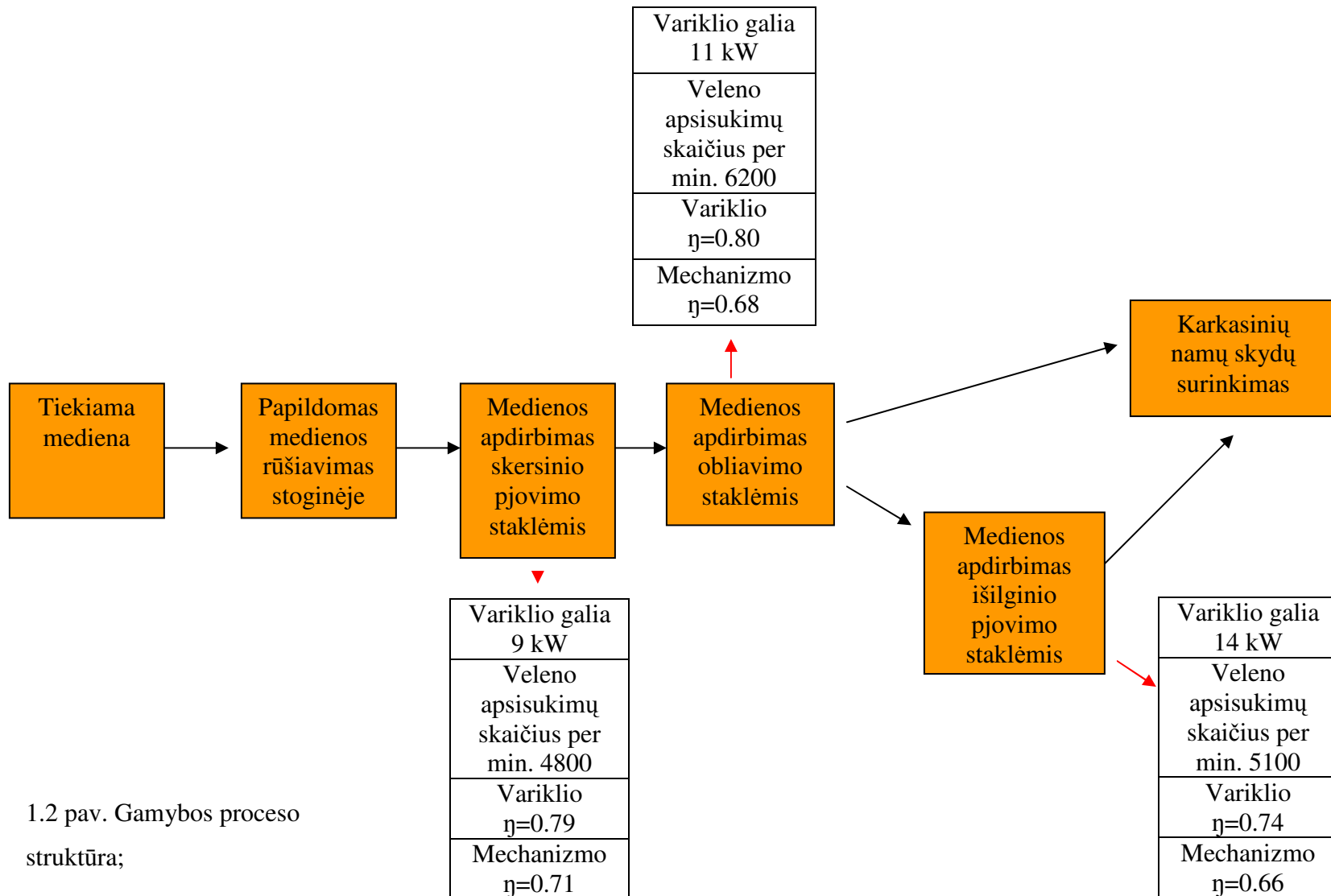
(1.1 pav. Karkasinio namo komplektavimo cechą);

Visos šios staklės per vieną mėnesį apdoroja 96 kubinius metrus medienos. Tai atitinka keturius karkasinius namus. Pagaminto ir surinkto namo bendras plotas  $210 \text{ m}^2$ . Namų tūris  $720 \text{ m}^3$ .

Pilnai padoroti ruošiniai, vežami iš paruošiamojo cecho į surinkimo cechą, kur telferio pagalba ruošiniai pradami surinkinėti (tvirtinami vienas su kitu specialiais tvirtinimo elementais, jungimo kampais) į skydus (sienas, lubas, grindis, stogą). Surinkinėjant karkasinio namo sienas dirba nuo 14 iki 18 dailidžių, keletas elektrikų. Surinkti skydai yra apsiuvami stora 200 mikronų antikondensacine plėvele, įdedami papildomi sutvirtinimo elementai ir tokiu būdu paruošiami transportavimui. Supakuoti ir paruošti gabenimui skydai telferio pagalba kraunami į vilkikus, ir vežami į Norvegiją. Norvegijoje

patyrusių specialistų komanda, kurią sudaro 12 – 16 žmonių surinkinėja šiuos namus. Užsakovas šiuos namus parduoda (beje užsakovo įmonė taip pat registruota Norvegijoje).

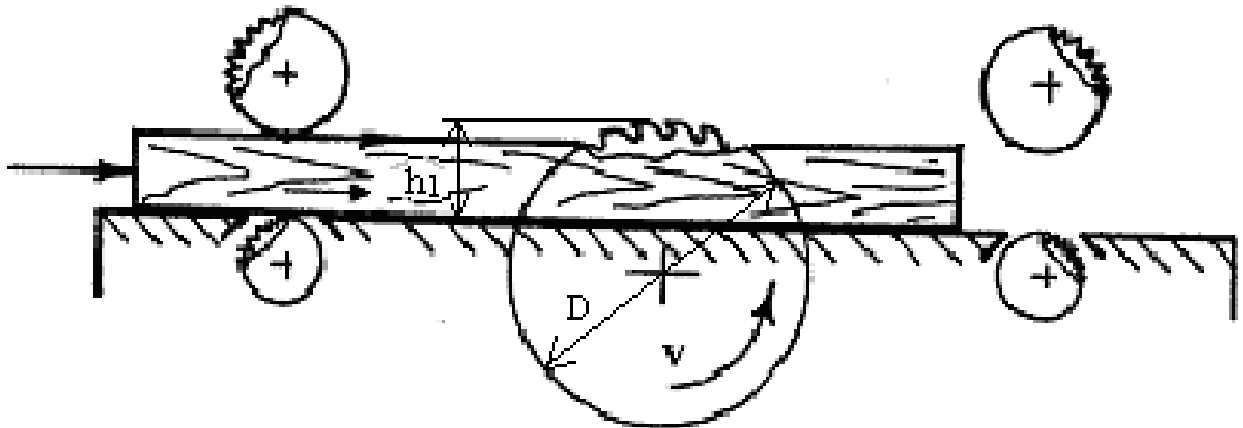
### 1.0.1 GAMYBOS PROCESO STRUKTŪRA



1.2 pav. Gamybos proceso struktūra;

## 1.1. TECHNOLOGINIAI ĮRENGINIAI IR JŲ ELEKTROS IMTUVAI

### 1.1.1 SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖS



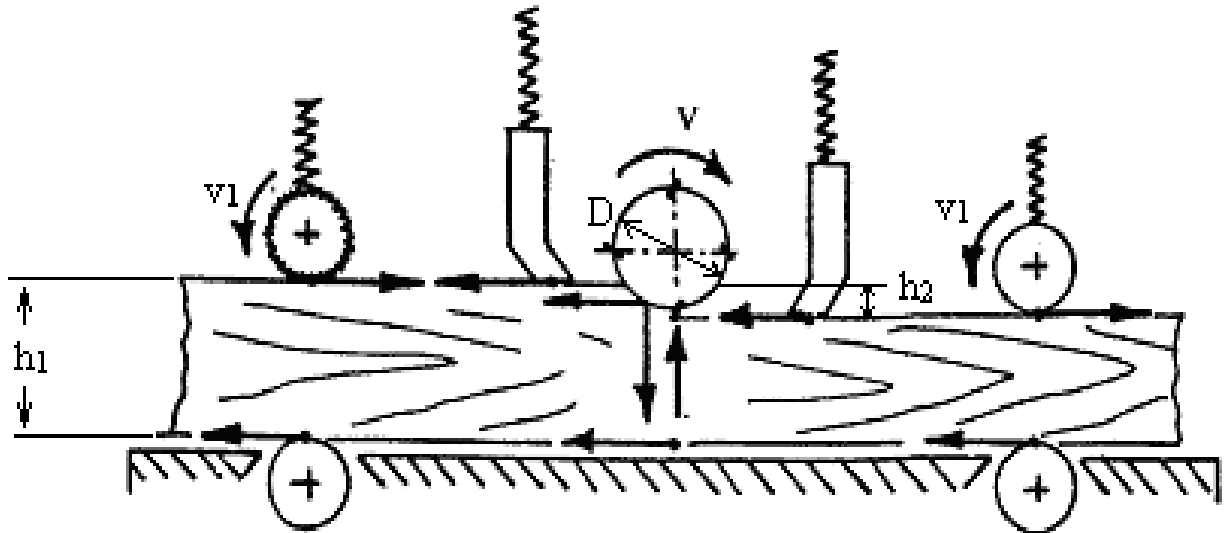
1.3 pav. Skersinio pjovimo staklės;

Diskinio pjūklo staklių parametrai:

1.1 lentelė. Diskinio pjūklo staklių parametrai;

Pjovimo plotis (pjūklo)	b	2,8 mm
Darbinis aukštis (pjūklo)	$h_1$	0-220mm
Variklio galia	$P_V$	9 kW
Pjūklo diametras	D	500 mm
Veleno sūkių dažnis	n	80 aps/s
Pjovimo greitis	v	$v = \pi \cdot D \cdot n / 60 = 3,14 \cdot 0,5 \cdot 80 = 125,6 \text{ m/s}$

### 1.1.2 OBLIAVIMO STAKLĖS



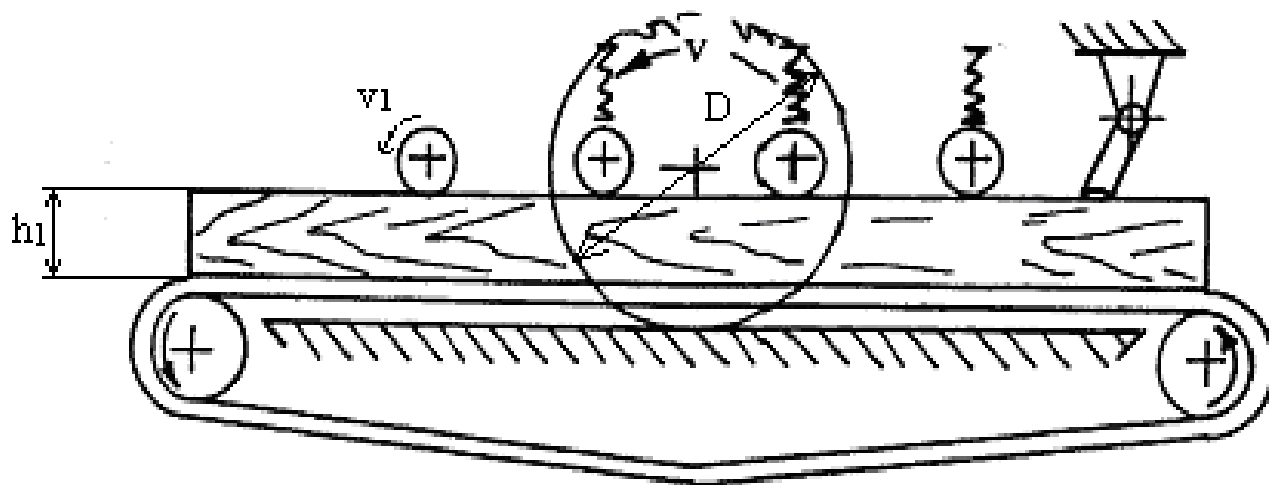
1.4 pav. Obliavimo staklės;

Obliavimo staklių parametrai:

1.2 lentelė. Obliavimo staklių parametrai;

Darbinis plotis (pjūklo)	b	20-380mm
Darbinis aukštis	$h_1$	8-180mm
Variklio galia	$P_V$	11kW
Skriemulio diametras	D	264mm
Veleno sūkių dažnis	n	100 aps/s
Maksimalus obliavimo gylis	$h_2$	7,5 mm
Skriemulio sukimosi greitis	v	$v = \pi \cdot D \cdot n / 60 = 3,14 \cdot 0,264 \cdot 100 = 82.89 \text{m/s}$
Ruošinių obliavimo greitis	$v_1$	Priklauso nuo obliuojamo pločio

### 1.1.3 IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖS



1.5 pav. Išilginio pjovimo staklės;

Išilginio pjovimo staklių parametrai:

1.3 lentelė. Išilginio pjovimo staklių parametrai;

Darbastalio darbinis plotis	b	0-340mm
Darbinis aukštis	$h_1$	0-160mm
Variklis	$P_v$	14kW
Pjūklo diametras	D	52mm
Veleno sūkių dažnis	n	80 aps/s
Pjovimo greitis (pjūklo)	v	$v = \pi \cdot d \cdot n / 60 = 3,14 \cdot 0,52 \cdot 80 = 130,6 \text{ m/s}$
Ruošinių pjovimo greitis	$v_1$	Priklauso nuo prapjovos aukščio



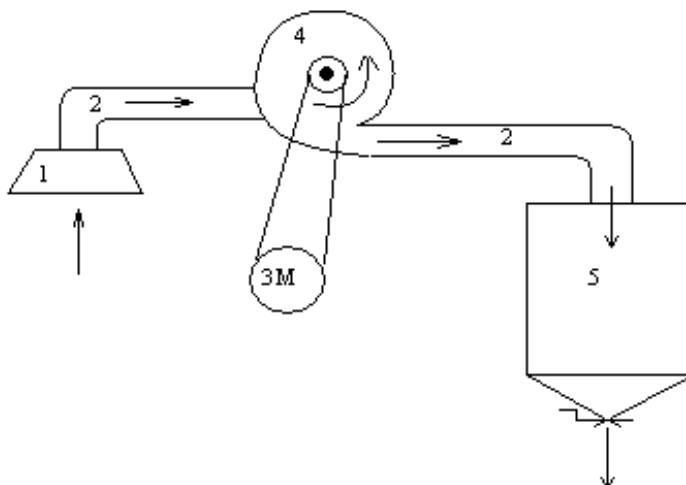
#### 1.1.4. PJUVENŲ SURINKIMO AGREGATAS (VENTILIATORIUS)

1.4 lentelė. Pjuvenų surinkimo agregato (ventiliatoriaus) parametrai;

Variklis	2 vienetai po 17 kW
Ventiliatoriaus sparnų apsisukimų skaičius per minutę	4000 aps/min
Apkrautumo koeficientas	0,5
Apdorojus vieną karkasinį namą surenka skiedrų-pjuvenų mišinio	2,5 m <sup>3</sup>



1.6 pav. Pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius);



1.7 pav. Pjuvenų surinkimo agregato sudedamosios dalys:

- 1 – atvadas iki staklių pjuvenų surinkimui;
- 2 – pjuvenų transportavimo vamzdžiai;
- 3 – variklis;
- 4 – ventiliatorius;
- 5 – pjuvenų surinkimo talpykla.

### 1.1.5. SIJINIS TELFERIS (2 VNT)

1.5 lentelė. Sijinio telferio parametrai;

Variklis	Pagrindinio variklio galia, kuris skirtas kelti krovinius yra 19 kW. Kitų trijų variklių, kurie skirti tik pačio kranų judėjimui galia yra atitinkama 3,5 kW, 3,5 kW, 1,5 kW
Telferio apkrautumo koeficientas	0,2
Maksimali telferio keliamoji galia	6t
Vienam karkasiniam namui pagaminti ir pakrauti išvežimui sunaudojama	770 kWh
Laikas, kurį sijinis telferis dirba kol pagaminamas ir pakraunamas išvežimui vienas karkasinis namas.	≈32 val



Sijinis telferis  
2 vnt.;

1.8 pav. Sijinis telferis;

## 1.2. RUOŠINIŲ GRUPAVIMAS PAGAL PROFILĮ

### (RUOŠINIŲ SPECIFIKACIJA)

Pateikiu ruošinių grupavimą pagal ruošinių matmenis, kiekį, ilgį vienam karkasiniam namui pagaminti. Ruošiniai skirti sienų elementams, grindų pirminiam paklotui, grindų antriniam paklotui, lubų, bei stogo konstrukcijai. Visi duomenys suvedami į 1.6 lentelę.

1.6 lentelė. Ruošinių grupių kodavimas pagal profilį;

Namo konstrukcija, kur ruošiniai naudojami.	Ruošinių matmenys [mm]	Ruošinių kiekis [vnt]	Ruošinių kiekis [m <sup>3</sup> ]	Ruošinių ilgis [m]
Sienų elementai	150x50x3400	248	6,324	843,2
Grindų pirminis paklotas	200x50x6050	56	3,388	338,8
Grindų antrinis paklotas	100x50x6050	130	3,9325	442
Lubų konstrukcija	200x50x6050	62	3,751	210,8
Stogo konstrukcija	200x50x5800	114	6,612	661,2

## 1.3. RUOŠINIŲ TECHNOLOGINIS GRUPAVIMAS PAGAL ĮRENGINIUS

Visus 1.6 lentelėje minėtus ruošinius apdoroja skersinio pjovimo, obliavimo ir išilginio pjovimo staklės. 1.7 lentelėje pateikiu suvestinę, kiek, bei kokių matmenų ruošinių turi apdoroti minėtos staklės vienam karkasiniam namui pagaminti.

1.7 lentelė. Ruošinių technologinis grupavimas pagal įrenginius;

Apdirbamas ruošinių kiekis reikalingas vienam karkasiniam namui pagaminti, pagal plotą, ilgį, prapjovos aukštį.					
Įrenginys	Prapjovos plotas [m <sup>2</sup> ]	Obliuojamos plokštumos plotis [m]	Prapjovos aukštis	Atliekamų operacijų skaičius	Ruošinių ilgis [m]
Skersinio pjovimo staklės	0,005			260	
	0,0075			496	
	0,01			464	
Obliavimo staklės		0,05			4992
		0,1			884
		0,15			1686,4
		0,20			2421,6
Išilginio pjovimo staklės			50		184

## 2.ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMAS

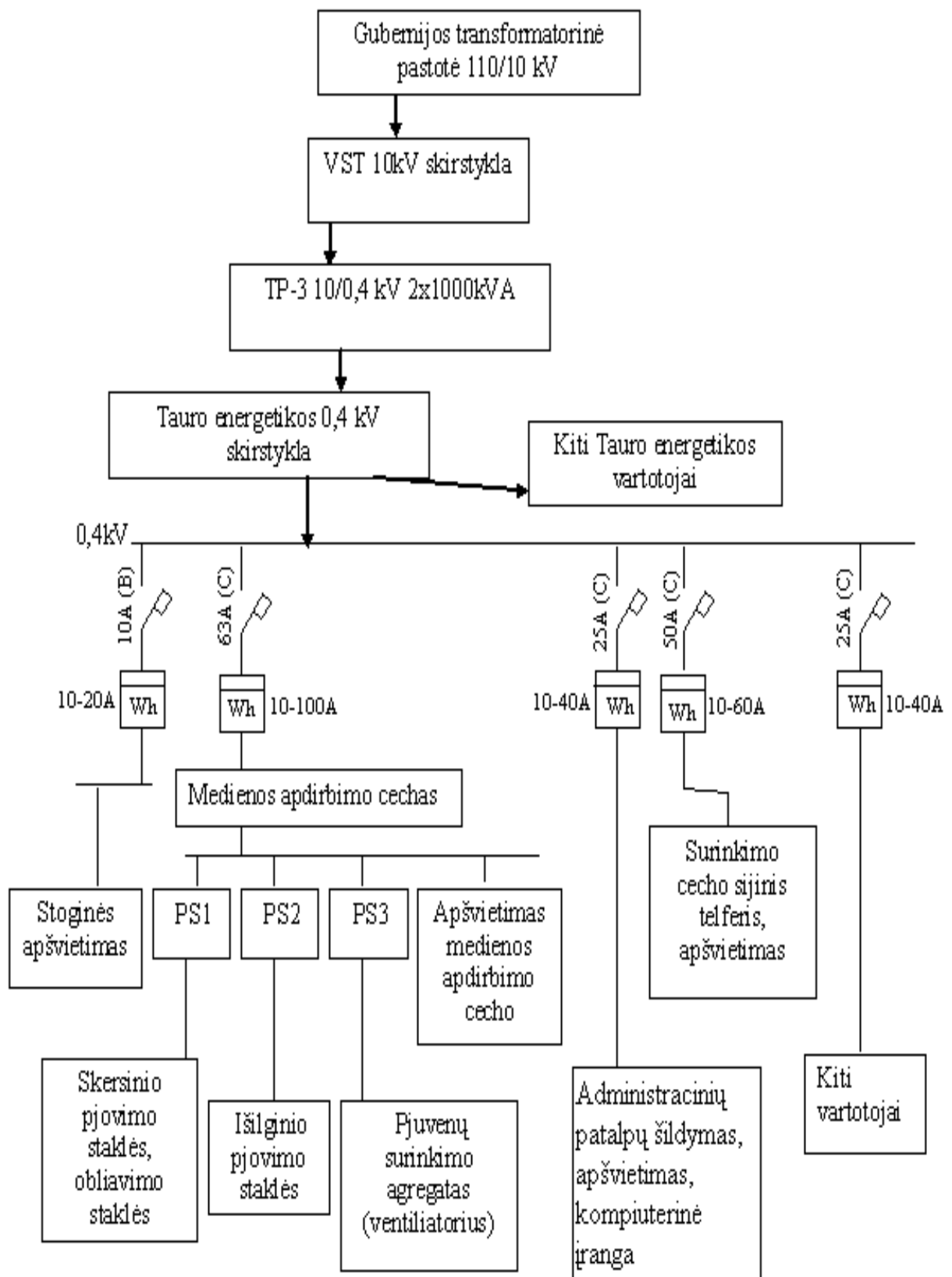
Elektros energija įmonei tiekama vienu kabeliu iš Gubernijos 110/10 kV transformatorinės pastotės priklausančios AB „VST“.

Karkasinius namus gaminanti įmonė turi keturias elektros energijos vartojimo apskaitas. Pirmoji apskaita skirta stoginės apšvietimui.

Antroji apskaita skirta medienos apdirbimo cechui, kuriame yra skersinio pjovimo, obliavimo, išilginio pjovimo staklės, pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius), bei medienos apdirbimo cecho apšvietimas.

Trečioji apskaita skirta administracinių patalpų šildymui, apšvietimui, bei kompiuteriniai įrangai.

Ketvirtoji apskaita skirta surinkimo cecho apšvietimui, dviems sijiniams telferiams

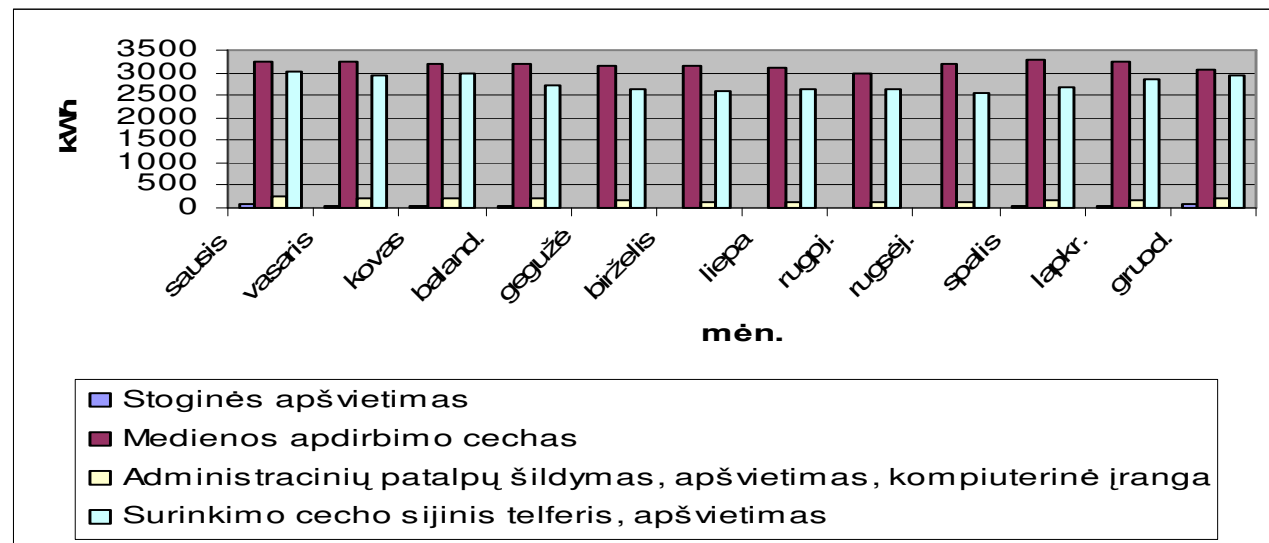


2.1 pav. Elektros energijos tiekimo schema;

## 2.1. ĮMONĖS ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS 2007M

2.1 lentelė. Įmonės elektros energijos suvartojimas 2007m;

Gamybos objektas	sausis	vasaris	kovas	baland.	gegužė	birželis	liepa	rugpj.	rugsėj.	spalis	lapkr.	gruod.
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Stoginės apšvietimas	65	61	58	38	21	10	10	10	17	35	49	68
Medienos apdirbimo cechas	4030	3920	3890	3880	3850	3860	3830	3700	3910	3980	4020	4050
Administracinių patalpų šildymas, apšvietimas, kompiuterinė įranga	255	205	210	195	175	125	135	120	130	160	185	235
Surinkimo cecho sijinis telferis, apšvietimas	3010	2940	2980	2720	2625	2610	2620	2650	2570	2680	2840	2920



2.2 pav. Įmonės elektros energijos suvartojimo diagrama 2007m.;

## 2.2.ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO PASISKIRSTYMAS

Tiriamą elektros energijos suvartojimą, visus imtuvus galime skirstyti į dvi darbo režimo grupes: tiesiogiai priklausančius nuo apdirbamos medienos ir nepriklausančius. Pagrindinį dėmesį skiriame skersinio pjovimo, obliavimo, bei išilginio pjovimo staklėms. Medienos apdirbimo cechas suvartoja vidutiniškai 55,6 % elektros energijos, naudojamos technologiniame procese. Šių minėtų staklių techniniu atžvilgiu pagrįstos galios nustatymui vadovausimės skaičiavimų duomenimis pagal naudojamos medienos charakteristikas (knyga „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ metodiniai nurodymai). Naudojama mediena karkasinių namų gamyboje turi atitikti tam tikrus reikalavimus: drėgnumas, šakotumas, paviršiaus nelygumai įtakoja obliavimo gylį ir t.t..

Įmonės įrenginių darbą galime vertinti nustatydami elektros energijos suvartojimą vienam karkasiniam namui pagaminti.

Administracinės patalpas apšildo šiuolaikiški elektriniai radiatoriai. Šildomas plotas yra 31 kv.m., vidaus temperatūra neviršija +20°C. Administracinėse patalpose taip pat yra pajungti į elektros tinklą 5 kompiuteriai, kurie yra įjungti 8 valandas per dieną. Per 2007 metus administracinių patalpų išlaikymui sunaudota 2130 kWh. arba 177kWh per mėnesį.

Šį suvartotą per mėnesį elektros energijos kiekį padalinsime iš 4 per mėnesį pagaminamų karkasinių namų gausime, jog vienam namui pagaminti reikės vidutiniškai 44,4 kWh elektros energijos skirtos administracinių patalpų išlaikymui.

## 3. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO GAMYBOS PROCESĖ ANALIZĖ

Įrenginių elektros energijos vartojimo normos nustatymui atliekama analizė. Tam tikslui, pagal esamas įmonės medienos apdirbimo įrenginių sąlygas, pateikiu įrenginių elektros pavarų galių matavimus, kurie toliau gali būti naudojami, kaip atspirties taškas techniniu atžvilgiu pagrįsti elektros vartojimo normų nustatymui. Šiuo metu medienos apdirbimo cecho elektros energijos sąnaudos nėra normuojamos.

Elektros energijos vartojimo analizavimui naudosiu įrenginį „ANALYST 3Q Power Quality Analyser“. Prietaiso matavimo tikslumas 0,7-1%.

### 3.1. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS GAMYBOS OPERACIJOSE

Duomenų fiksavimas, bei elektros energijos vartojimo tyrimo (atliekant procesus, reikalingus medienos apdorojimui) atliekama tokia tvarka:

Fiksuojami skersinio pjovimo staklių, obliavimo staklių, išilginio pjovimo staklių, bei pjuvenų surinkimo agregato (ventiliatoriaus) elektros parametrai darbo, bei tuščios veikos metu.

Buvo atliekamas tokios operacijos:

#### **1. Skersinio pjovimo staklės:**

1.1. Padarome du pjūvius ruošiniui 50x100mm. (pjaunamas plotas  $5000\text{mm}^2=50\text{cm}^2$ );

1.2. Padarome du pjūvius ruošiniui 50x150mm. (pjaunamas plotas  $7500\text{mm}^2=75\text{cm}^2$ );

1.3. Padarome tris pjūvius ruošiniui 50x200mm. (pjaunamas plotas  $10000\text{mm}^2=100\text{cm}^2$ ).

#### **2. Obliavimo staklės:**

2.1. Obliuojame 1m. ilgio 50x100mm ruošinį didesniąja plokštuma (obliuojamas plotas  $1000\text{cm}^2$ );

2.2. Obliuojame 1m. ilgio 50x150mm ruošinį didesniąja plokštuma (obliuojamas plotas  $1500\text{cm}^2$ );

2.3. Obliuojame 1m. ilgio 50x200mm ruošinį didesniąja plokštuma (obliuojamas plotas  $2000\text{cm}^2$ ).

#### **3. Išilginio pjovimo staklės:**

3.1. 1m. ilgio 50mm aukščio ruošinio išilginis pjovimas 2 kartus.

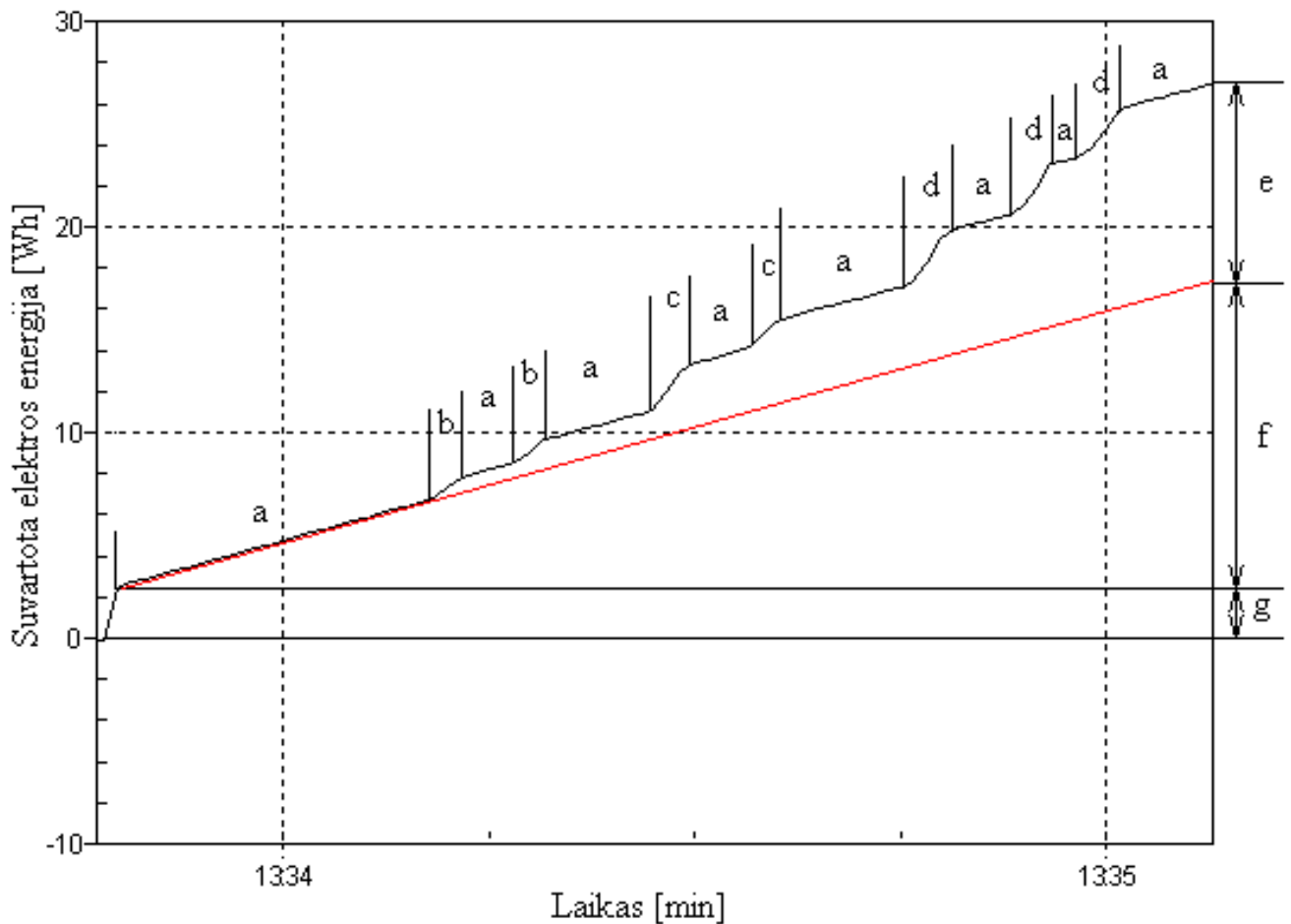
#### **4. Pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius):**

4.1. Fiksuojamas paleidimo momentas, bei darbo eiga .

### 3.2. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS

Elektros energijos suvartojimas tenkantis pirmai fazei atliekant 2 pjūvius skersinio pjovimo staklėmis ruošiniui 50x100mm. (pjaunamas plotas  $5000\text{mm}^2=50\text{cm}^2$ ), du pjūvius ruošiniui 50x150mm. (pjaunamas plotas  $7500\text{mm}^2=75\text{cm}^2$ ), tris pjūvius ruošiniui 50x200mm. (pjaunamas plotas  $10000\text{mm}^2=100\text{cm}^2$ ).





3.1 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis; Galios mastelis:  $m_E=0,375\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=0.56\text{s/mm}$

Paveikslo kreivės paaiškinimas:

**g** – skersinio pjovimo staklių paleidimo momentu suvartota elektros energija;

**a** – staklių tuščiosios veikos metu vartojama elektros energija;

**b** – suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x100mm. (pjaunamas plotas  $5000\text{mm}^2=50\text{cm}^2$ );

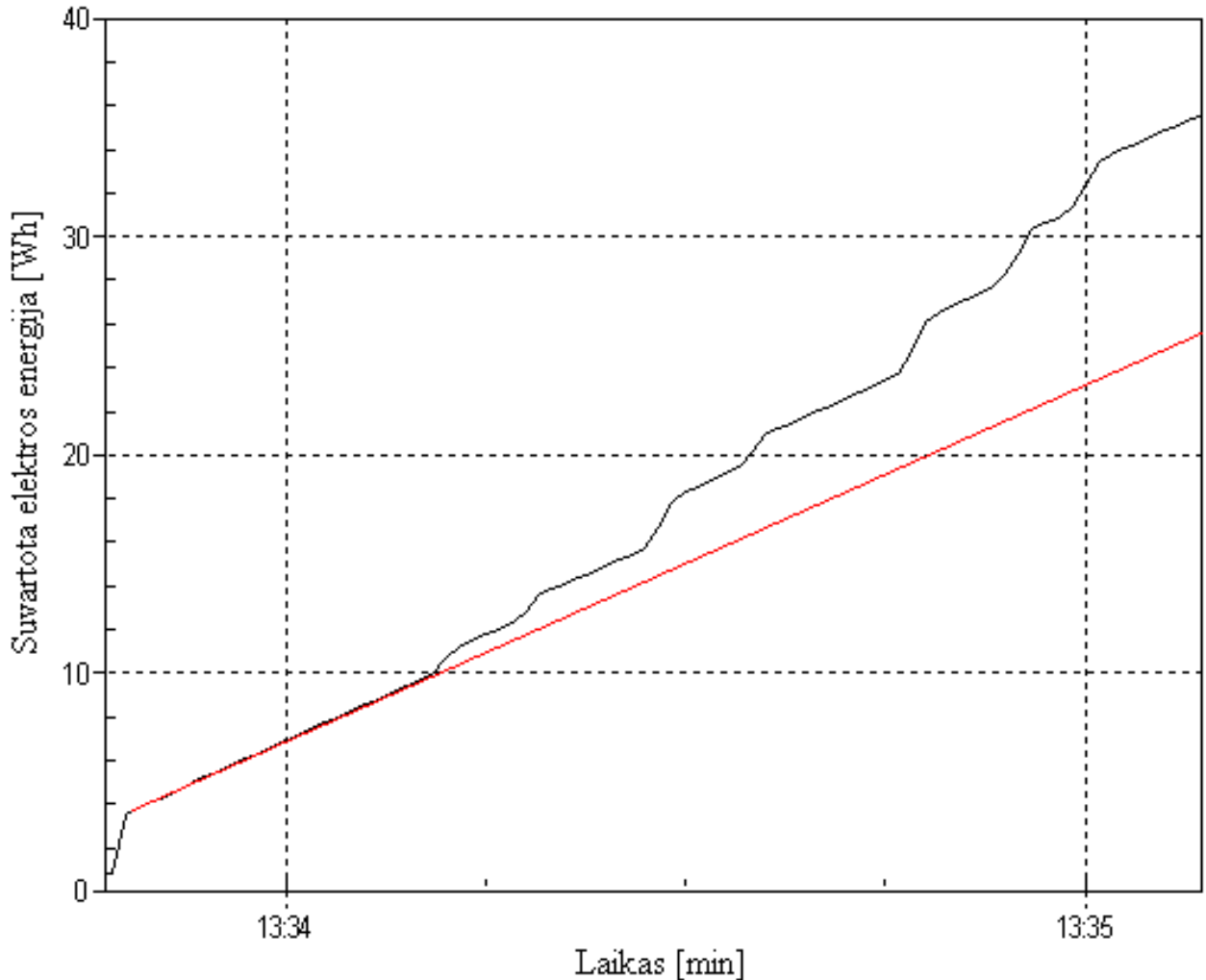
**c** - suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x150mm. (pjaunamas plotas  $7500\text{mm}^2=75\text{cm}^2$ );

**d** - suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x200mm. (pjaunamas plotas  $10000\text{mm}^2=100\text{cm}^2$ );

**f** –  $\sum a$ ;

e – bendrai suvartota elektros energija atlikus visas minėtas operacijas (be įrenginio tuščiosios veikos).

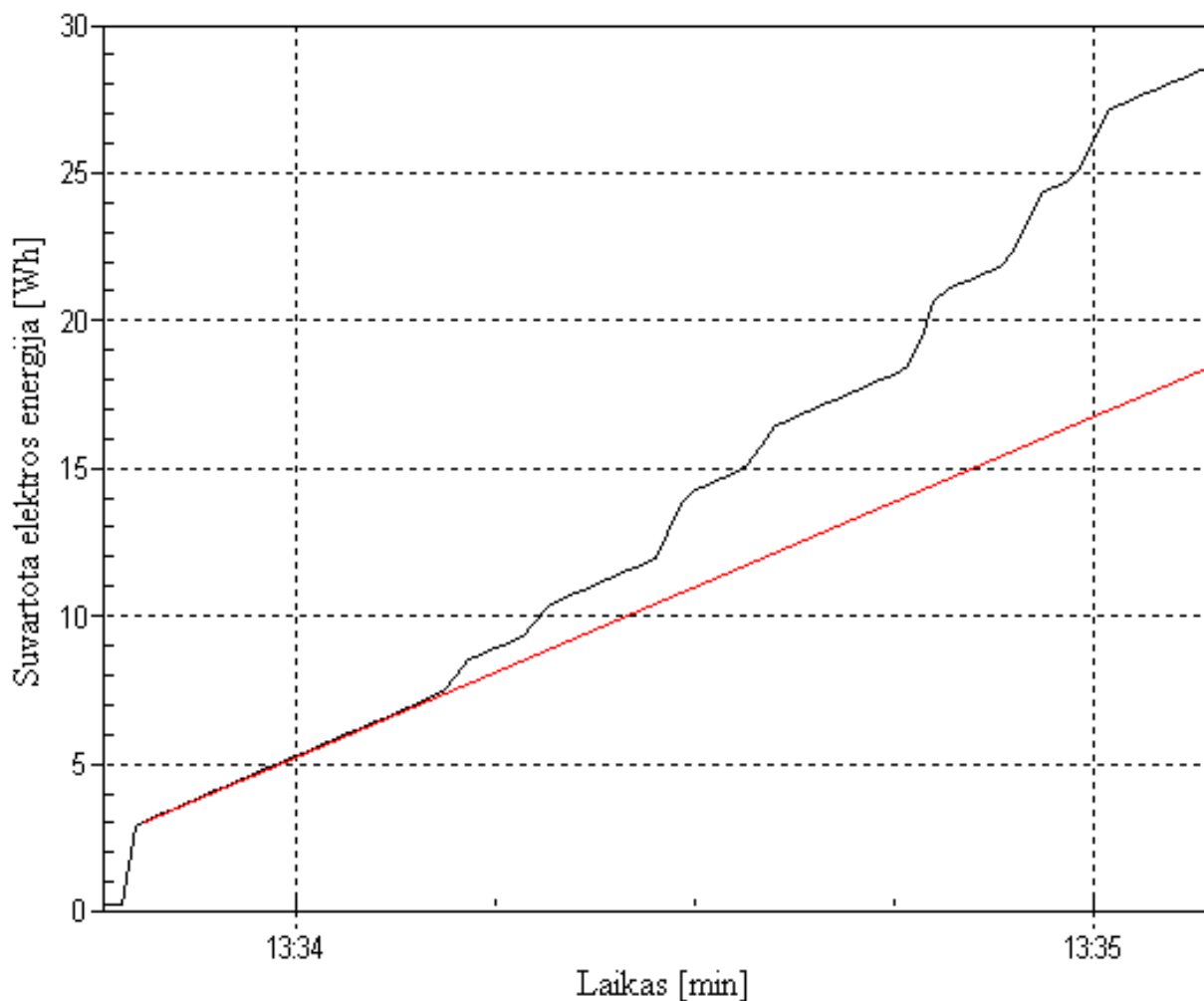
Elektros energijos suvartojimas tenkantis antrai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems ruošiniams.



3.2 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis;

Galios mastelis:  $m_E=0,375\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=0.56\text{s/mm}$ ;

Elektros energijos suvartojimas tenkantis trečiai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems ruošiniams.



3.3 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje atliekant du pjūvius ruošiniui 50x100mm, du pjūvius ruošiniui 50x150mm, tris pjūvius ruošiniui 50x200mm skersinio pjovimo staklėmis;

Galios mastelis:  $m_E=0,254\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=0.569\text{s/mm}$ ;

Iš šių paveikslų matome, jog atlikus darbą skersinio pjovimo staklėmis ruošiniams 50x100mm (pjaunamas plotas  $5000\text{mm}^2=50\text{cm}^2$ ), 50x150mm (pjaunamas plotas  $7500\text{mm}^2=75\text{cm}^2$ ), 50x200mm (pjaunamas plotas  $10000\text{mm}^2=100\text{cm}^2$ ) buvo sunaudota elektros energijos:

1. Vienam 50x100mm ruošiniui perpjauti suvartojama  $E_1 = 1,873$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.
2. Vienam 50x150mm ruošiniui perpjauti suvartojama  $E_2 = 2,495$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.

3. Vienam 50x200mm ruošiniui perpjauti suvartojama  $E_3 = 3,304$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.

### 3.2.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS

#### Atliksime skaičiavimus b operacijai:

Iš 3.1 pav., 3.2 pav., 3.3 pav., skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus b operaciją.

Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems b operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_b = m_E \cdot E_b$$

$$E_{bL1} = 0,375 \cdot 3,8 = 1,425 \text{ Wh (I fazei);}$$

$$E_{bL2} = 0,375 \cdot 3,8 = 1,425 \text{ Wh (II fazei);}$$

$$E_{bL3} = 0,254 \cdot 3,8 = 0,965 \text{ Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.1 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi b operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi b operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_b$  pastovų dydį.

$$t_b = 4 + 4,2 = 8,2 \text{ mm;}$$

$$E_b^{(3)} = E_{bL1} + E_{bL2} + E_{bL3}$$

$$E_b^{(3)} = 1,425 + 1,356 + 0,965 = 3,746 \text{ Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_{bL1} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL1} = 1,425 \cdot 3600 = 5130 \text{ Ws (I fazei);}$$

$$E_{bL2} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL2} = 1,425 \cdot 3600 = 5130 \text{ Ws (II fazei);}$$

$$E_{bL3} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL3} = 0,965 \cdot 3600 = 3474 \text{ Ws (III fazei);}$$

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL1} = E_{bL1} / m_t \cdot t_b = 5130 / 0,56 \cdot 8,2 = 1117,2 \text{ W}$  (dviem b operacijoms) I fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL2} = E_{bL2} / m_t \cdot t_b = 5130 / 0,56 \cdot 8,2 = 1117,2 \text{ W}$  (dviem b operacijoms) II fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL3} = E_{bL3} / m_t \cdot t_b = 3474 / 0,569 \cdot 8,2 = 744,57 \text{ W}$  (dviem b operacijoms) III fazei;

Sunaudota pjojimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.bL1}} = P_{\text{bL1}} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1117,2 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 626,64 \text{ W (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL2}} = P_{\text{bL2}} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1117,2 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 626,64 \text{ W (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL3}} = P_{\text{bL3}} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 744,57 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 417,63 \text{ W (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.b}}$  vienai b operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.bL1}} + N_{\text{mech.bL2}} + N_{\text{mech.bL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visasb}} = (626,64 + 626,64 + 417,63) / 2 = 835,46 \text{ W;}$$

Iš paveikslo apskaičiuojame tuščiosios veikos trukmę.

Laiko trukmė paveiksle (mm)  $l = 143 \text{ mm}$ ;

$$t = l \cdot m_t;$$

$$t = 143 \cdot 0,56 = 80,08 \text{ s;}$$

Suvargota elektros energija paveiksle (mm)  $l_1$  ;

$$E_s = l_1 \cdot m_E = 40 \text{ mm} \cdot 0,375 = 15 \text{ Wh;}$$

$$E_s = l_1 \cdot m_E = 61,28 \text{ mm} \cdot 0,375 = 22,28 \text{ Wh;}$$

$$E_s = l_1 \cdot m_E = 63 \text{ mm} \cdot 0,254 = 15 \text{ Wh;}$$

Apskaičiuojame tuščiosios veikos galią tenkančią vienai iš fazių:  $P_{\text{t.v.}} = E_s \cdot 3600 / t$

Tuščiosios veikos galia tenkanti I fazei  $P_{\text{t.v.1L1}} = 15 \cdot 3600 / 80,08 = 673,3 \text{ W}$ ;

Tuščiosios veikos galia tenkanti II fazei  $P_{\text{t.v.2L2}} = 22,98 \cdot 3600 / 80,68 = 1026,08 \text{ W}$ ;

Tuščiosios veikos galia tenkanti III fazei  $P_{\text{t.v.3L3}} = 16 \cdot 3600 / 81,37 = 707,9 \text{ W}$ ;

Apskaičiuojame bendrą trifazę galią  $P_{\text{t.v.}}^{(3)} = P_{\text{t.v.1L1}} + P_{\text{t.v.2L2}} + P_{\text{t.v.3L3}}$

Bendra trifazė  $P_{\text{t.v.}}^{(3)} = 674,3 + 1026,08 + 707,9 = 2408,28 \text{ W}$ ;

Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu  $N_{\text{Bb}} = P_{\text{t.v.}}^{(3)} + N_{\text{mech.visasb}} = 2408,28 + 835,46 = 3243,74 \text{ W}$ ;

### Atliksime skaičiavimus c operacijai:

Skaičiuosime suvargotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus c operaciją.

Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvargotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems c operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_c = m_E \cdot E_c;$$

$$E_{cL1}=0,375 \cdot 4,5=1,6875\text{Wh (I fazei);}$$

$$E_{cL2}=0,375 \cdot 4,2=1,575\text{Wh (II fazei);}$$

$$E_{cL3}=0,254 \cdot 6,8=1,727\text{Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.1 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi c operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi c operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosisiu  $t_c$  pastovų dydį.

$$t_c=5+3,5=8,5\text{mm;}$$

$$E_c^{(3)} = E_{cL1} + E_{cL2} + E_{cL3};$$

$$E_c^{(3)} = 1,6875 + 1,575 + 1,727 = 4,99\text{Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_{cL1} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{c1L1} = 1,6875 \cdot 3600 = 6075\text{Ws (I fazei);}$$

$$E_{cL2} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{c2L2} = 1,575 \cdot 3600 = 5670\text{Ws (II fazei);}$$

$$E_{cL3} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{c3L3} = 0,727 \cdot 3600 = 2617\text{Ws (III fazei);}$$

Pjovimui sunaudota galia  $P_{cL1} = E_{cL1} / m_t \cdot t_c = 6075 / 0,56 \cdot 8,5 = 1276,26\text{W}$  (dviem c operacijoms) I fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{cL2} = E_{cL2} / m_t \cdot t_c = 5670 / 0,56 \cdot 8,5 = 1191,18\text{W}$  (dviem c operacijoms) II fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{cL3} = E_{cL3} / m_t \cdot t_c = 2617 / 0,569 \cdot 8,5 = 541,1\text{W}$  (dviem c operacijoms) III fazei;

Sunaudota pjovimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.cL1}} = P_{cL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1276,26 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 715,85\text{W (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.cL2}} = P_{cL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1191,18 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 668,13\text{W (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.cL3}} = P_{cL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 541,1 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 303,5\text{W (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.c}}$  vienai c operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.cL1}} + N_{\text{mech.cL2}} + N_{\text{mech.cL3}};$

$$N_{\text{mech.visas}} = (715,85 + 668,13 + 303,5) / 2 = 843,74\text{W;}$$

$$\text{Bendra trifazė galia } P_{t,v}^{(3)} = 2408,28\text{W;}$$

Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu  $N_{Bc} = P_{t,v}^{(3)} + N_{\text{mech.visas.c}};$

$$N_{Bc} = 2408,28 + 843,74 = 3252,02\text{W;}$$

### Atliksime skaičiavimus d operacijai:

Skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus d operaciją. Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems d operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_d = m_E \cdot E_d$$

$$E_{dL1} = 0,375 \cdot 6,2 = 2,325 \text{ Wh (I fazei);}$$

$$E_{dL2} = 0,375 \cdot 6 = 2,25 \text{ Wh (II fazei);}$$

$$E_{dL3} = 0,254 \cdot 8 = 2,032 \text{ Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.1 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi d operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi d operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_d$  pastovų dydį.

$$t_d = 6,2 + 4,8 = 11 \text{ mm;}$$

$$E_d^{(3)} = E_{dL1} + E_{dL2} + E_{dL3}$$

$$E_d^{(3)} = 2,325 + 2,25 + 2,032 = 6,607 \text{ Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_d \text{ paverčiame Ws} \quad E_{dL1} = 2,325 \cdot 3600 = 8370 \text{ Ws (I fazei);}$$

$$E_d \text{ paverčiame Ws} \quad E_{dL2} = 2,25 \cdot 3600 = 8100 \text{ Ws (II fazei);}$$

$$E_d \text{ paverčiame Ws} \quad E_{dL3} = 2,032 \cdot 3600 = 7315,2 \text{ Ws (III fazei);}$$

Pjovimui sunaudota galia  $P_{dL1} = E_{dL1} / m_t \cdot t_d = 8370 / 0,56 \cdot 11 = 1358,77 \text{ W}$  (dviem d operacijoms) I fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{dL2} = E_{dL2} / m_t \cdot t_d = 8100 / 0,56 \cdot 11 = 1314,94 \text{ W}$  (dviem d operacijoms) II fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{dL3} = E_{dL3} / m_t \cdot t_d = 7315,2 / 0,569 \cdot 11 = 1168,75 \text{ W}$  (dviem d operacijoms) III fazei;

Sunaudota pjovimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.dL1}} = P_{dL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1358,77 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 762,13 \text{ W (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.dL1}} = P_{dL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1314,94 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 737,55 \text{ W (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.dL1}} = P_{dL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1168,75 \cdot 0,79 \cdot 0,71 = 655,55 \text{ W (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.d}}$  vienai d operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.dL1}} + N_{\text{mech.dL2}} + N_{\text{mech.dL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visas}} = (762,13 + 737,55 + 655,55) / 2 = 1077,62 \text{ W};$$

$$\text{Bendra trifazė } P_{t,v}^{(3)} = 2408,28 \text{ W};$$

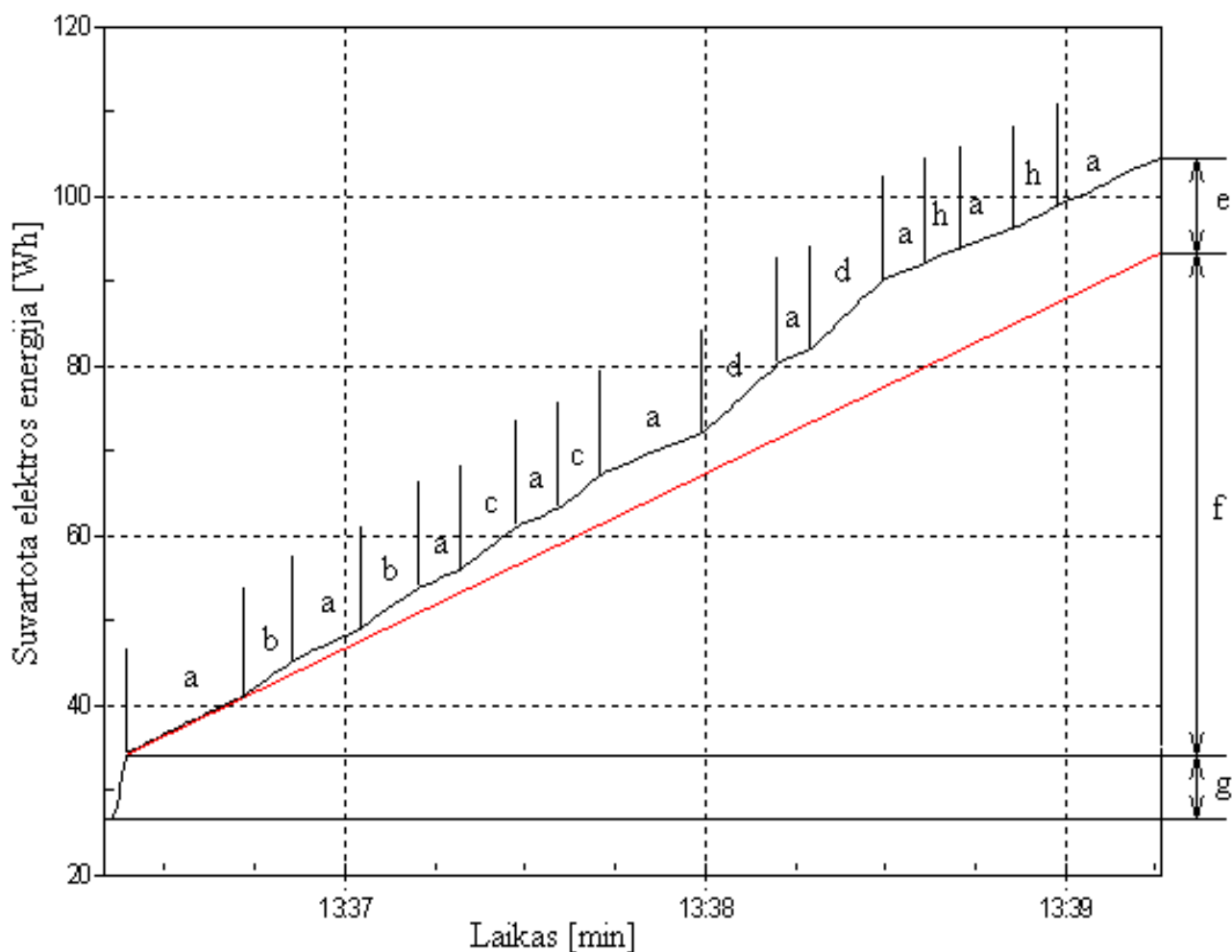
$$\text{Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu } N_{\text{Bd}} = P_{t,v}^{(3)} + N_{\text{mech.visas.d}}$$

$$N_{\text{Bd}} = 2408,28 + 1077,62 = 3485,9 \text{ W};$$

### 3.3. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS OBLIAVIMO STAKLĖMS

Elektros energijos suvartojimas tenkantis pirmai fazei atliekant obliavimą 2 kartus (kai obliuojamas gylis 2,5mm, bei pjūklo išgalandinimo koeficientas 0,9), 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm} \cdot 10\text{cm} = 1000\text{cm}^2$ ), 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x150mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm} \cdot 15\text{cm} = 1500\text{cm}^2$ ), 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x200mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm} \cdot 20\text{cm} = 2000\text{cm}^2$ ) bei 1m ilgio ruošiniui, kurio obliuojamoji plokštuma 50mm (obliuojamas plotas  $100\text{cm} \cdot 5\text{cm} = 500\text{cm}^2$ ).





3.4 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm.;

Galios mastelis:  $m_E=0,88\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=1,25\text{s/mm}$

Paveikslo kreivės paaiškinimas:

**g** – obliavimo staklių paleidimo momentu suvartota elektros energija;

**a** – staklių tuščiosios veikos metu vartojama elektros energija;

**b** – suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x100mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm}\cdot 10\text{cm}=1000\text{cm}^2$ );

**c** - suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x150mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm}\cdot 15\text{cm}=1500\text{cm}^2$ );

**d** - suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai 50x200mm. (obliuojamas plotas  $100\text{cm}\cdot 20\text{cm}=2000\text{cm}^2$ );

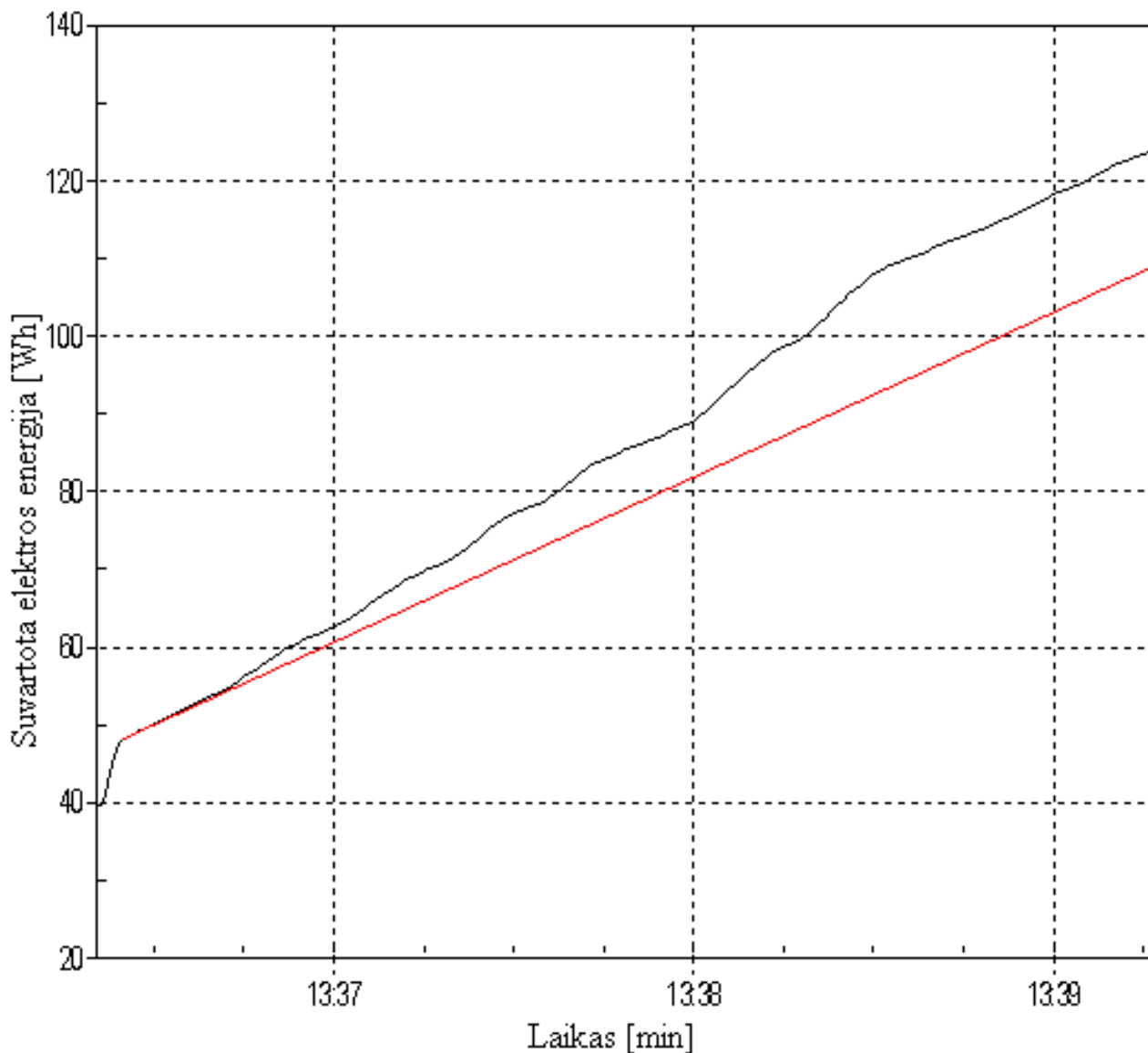
**h** - suvartota elektros energija atlikus operaciją ruošiniai, kurio obliuojama plokštuma 50mm.

(obliuojamas plotas  $100\text{cm}\cdot 5\text{cm}=500\text{cm}^2$ );

$f - \sum a$ ;

$e$  – bendrai suvartota elektros energija atlikus visas minėtas operacijas (be įrenginio tuščiosios veikos).

Elektros energijos suvartojimas tenkantis antrai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems ruošiniams.

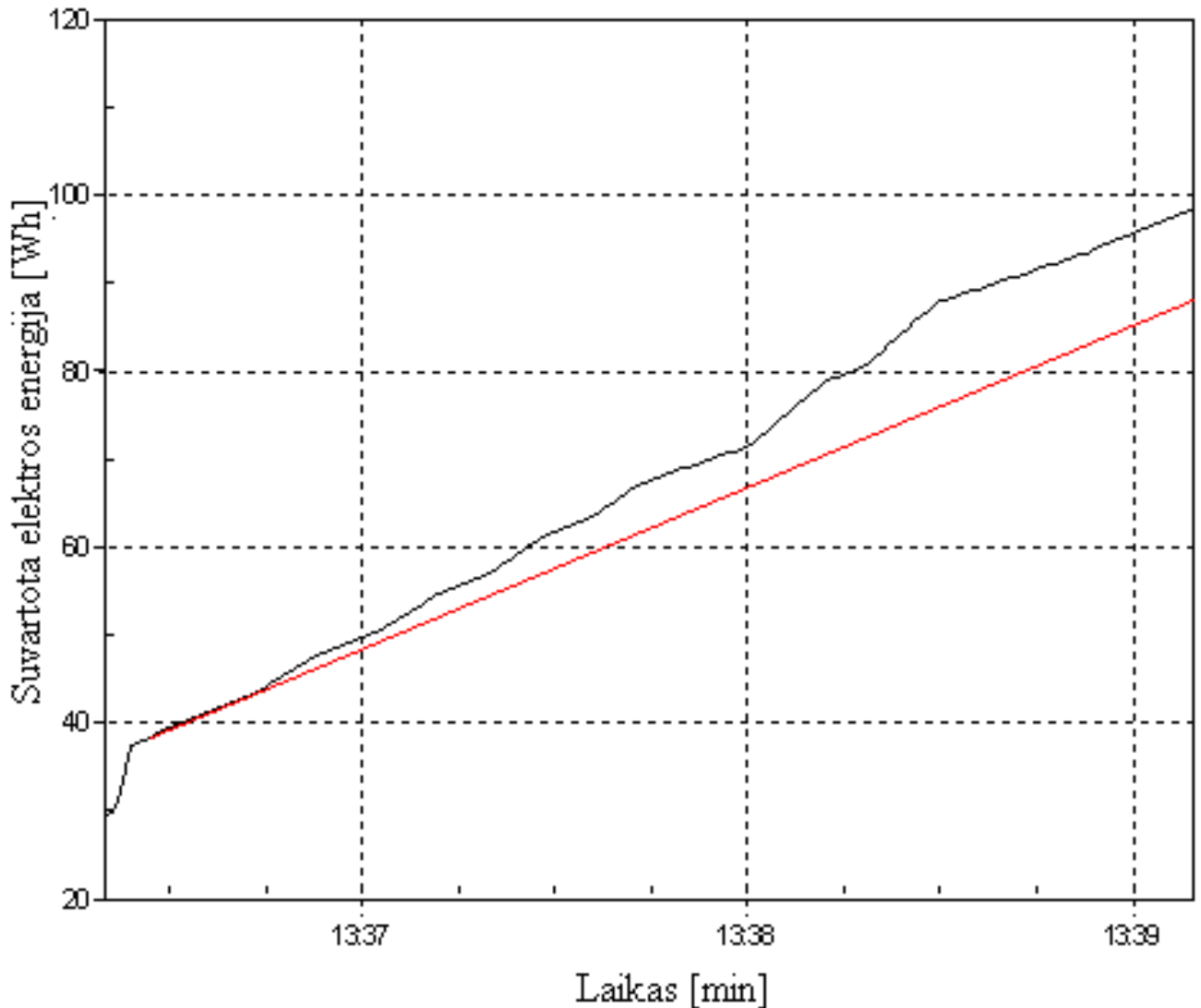


3.5 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm.;

Galios mastelis:  $m_E=0,93\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=1,22\text{s/mm}$ ;

Elektros energijos suvartojimas tenkantis trečiai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems

ruošiniams.



3.6 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje 2 kartus obliuojant 1m. ilgio ruošinius, kurių matmenys 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm.;

Galios mastelis:  $m_E=0,85\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=1,17\text{s/mm}$ ;

Iš šių paveikslų matome, jog atlikus darbą obliavimo staklėmis 1m. ilgio ruošiniams 50x100mm (obliuojamas plotas  $1000\text{cm}^2$ ), 50x150mm (obliuojamas plotas  $1500\text{cm}^2$ ), 50x200mm (obliuojamas plotas  $2000\text{cm}^2$ ), bei 1m ilgio ruošiniui, kurio obliuojamoji plokštuma 50mm (obliuojamas plotas  $100\text{cm}\cdot 5\text{cm}=500\text{cm}^2$ ) buvo sunaudota elektros energijos:

1. Vienam ruošiniui, kurio matmenys 50x100mm nuobliuoti (obliuojamas plotas  $1000\text{cm}^2$ ) reikia

suvartoti  $E = 4,868$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.

2. Vienam ruošiniui, kurio matmenys  $50 \times 150$ mm nuobliuoti (obliuojamas plotas  $1500\text{cm}^2$ ) reikia suvartoti  $E = 5,6$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.
3. Vienam ruošiniui, kurio matmenys  $50 \times 200$ mm nuobliuoti (obliuojamas plotas  $10000\text{cm}^2$ ) reikia suvartoti  $E = 13,5125$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.
4. Bei vienam ruošiniui, kurio ilgis 1m, matmenys  $50 \times 100$ mm, o obliuojamoji plokštuma 50mm nuobliuoti (obliuojamas plotas  $500\text{cm}^2$ ) reikia suvartoti  $E = 2,44$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.

### 3.3.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMS

#### Atliksime skaičiavimus b operacijai:

Iš 3.4 pav., 3.5 pav., 3.6 pav., skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus b operaciją.

Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems b operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_b = m_E \cdot E_b$$

$$E_{bL1} = 0,88 \cdot 3,5 = 3,08 \text{ Wh (I fazei);}$$

$$E_{bL2} = 0,93 \cdot 3,5 = 3,255 \text{ Wh (II fazei);}$$

$$E_{bL3} = 0,85 \cdot 4 = 3,4 \text{ Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.4 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi b operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi b operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_b$  pastovų dydį.

$$t_b = 6,5 + 8 = 14,5 \text{ mm;}$$

$$E_b^{(3)} = E_{bL1} + E_{bL2} + E_{bL3};$$

$$E_b^{(3)} = 3,08 + 3,255 + 3,4 = 9,735 \text{ Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_{bL1} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL1} = 3,08 \cdot 3600 = 11088 \text{ Ws (I fazei);}$$

$$E_{bL2} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL2} = 3,255 \cdot 3600 = 11718 \text{ Ws (II fazei);}$$

$$E_{bL3} \text{ paverčiame Ws} \quad E_{bL3} = 3,4 \cdot 3600 = 12240 \text{ Ws (III fazei);}$$

Obliavimui sunaudota galia  $P_{bL1} = E_{bL1} / m_t \cdot t_b = 11088 / 1,25 \cdot 14,5 = 611,75W$  (dviem b operacijoms) I fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{bL2} = E_{bL2} / m_t \cdot t_b = 11718 / 1,22 \cdot 14,5 = 662,41W$  (dviem b operacijoms) II fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{bL3} = E_{bL3} / m_t \cdot t_b = 12240 / 1,17 \cdot 14,5 = 721,49W$  (dviem b operacijoms) III fazei;

Sunaudota obliavimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.bL1}} = P_{bL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 611,75 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 332,79W \text{ (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL2}} = P_{bL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 622,41 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 338,59W \text{ (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL3}} = P_{bL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 721,49 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 392,49W \text{ (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.b}}$  vienai b operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visasb}} = N_{\text{mech.bL1}} + N_{\text{mech.bL2}} + N_{\text{mech.bL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visasb}} = (332,79 + 338,59 + 392,49) / 2 = 531,94W;$$

Iš paveikslo apskaičiuojame tuščiosios veikos trukmę.

Laiko trukmė paveiksle (mm)  $l = 143\text{mm}$ ;

$$t = l \cdot m_t$$

$$t_1 = 138 \cdot 1,25 = 172,5s \text{ (I fazei);}$$

$$t_2 = 142 \cdot 1,22 = 173,24s \text{ (II fazei);}$$

$$t_3 = 141 \cdot 1,17 = 164,97s \text{ (III fazei);}$$

Suvargota elektros energija paveiksle (mm)  $l_2$

$$\text{Suvargota energija } E_{sL1} = l_2 \cdot m_E = 67\text{mm} \cdot m_E = 67\text{mm} \cdot 0,88 = 58,96\text{Wh} \text{ (I fazei);}$$

$$\text{Suvargota energija } E_{sL2} = l_2 \cdot m_E = 69\text{mm} \cdot m_E = 69\text{mm} \cdot 0,93 = 64,17\text{Wh} \text{ (II fazei);}$$

$$\text{Suvargota energija } E_{sL3} = l_2 \cdot m_E = 66\text{mm} \cdot m_E = 66\text{mm} \cdot 0,85 = 56,1\text{Wh} \text{ (III fazei);}$$

Apskaičiuojame tuščiosios veikos galią tenkančią vienai iš fazių:  $P_{t.v.} = E_s \cdot 3600 / t$

$$\text{Tuščiosios veikos galia tenkanti I fazei } P_{t.v.1L1} = 58,96 \cdot 3600 / 172,5 = 1230,47W;$$

Tuščiosios veikos galia tenkanti II fazei  $P_{t.v.2L2}=64,17 \cdot 3600/173,24=1333,48W$ ;

Tuščiosios veikos galia tenkanti III fazei  $P_{t.v.3L3}=56,1 \cdot 3600/164,97=1224,22W$ ;

Apskaičiuojame bendrą trifazę galią  $P_{t.v}^{(3)} = P_{t.v.1L1} + P_{t.v.2L2} + P_{t.v.3L3}$ ;

Bendra trifazė  $P_{t.v}^{(3)} = 1230,47 + 1333,48 + 1224,22 = 3788,17W$ ;

Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu  $N_{Bb} = P_{t.v}^{(3)} + N_{mech.visasb}$

$N_{Bb} = 3788,17 + 531,94 = 4320,11W$ ;

### Atliksime skaičiavimus c operacijai:

Skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus c operaciją.

Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems c operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$E_c = m_E \cdot E_c$

$E_{cL1} = 0,88 \cdot 4,5 = 3,96Wh$  (I fazei);

$E_{cL2} = 0,93 \cdot 4 = 3,84Wh$  (II fazei);

$E_{cL3} = 0,85 \cdot 4 = 3,4Wh$  (III fazei);

Apskaičiuoju iš 3.4 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi c operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi c operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_c$  pastovų dydį.

$t_c = 7,2 + 6,5 = 13,7mm$  (I fazei);

$E_c^{(3)} = E_{cL1} + E_{cL2} + E_{cL3}$ ;

$E_c^{(3)} = 3,96 + 3,84 + 3,4 = 11,2Wh$  (visoms 3 fazėms);

$E_{cL1}$  paverčiame Ws  $E_{c1L1} = 3,96 \cdot 3600 = 14256Ws$  (I fazei);

$E_{cL2}$  paverčiame Ws  $E_{c2L2} = 3,84 \cdot 3600 = 13824Ws$  (II fazei);

$E_{cL3}$  paverčiame Ws  $E_{c3L3} = 3,4 \cdot 3600 = 12240Ws$  (III fazei);

Obliavimui sunaudota galia  $P_{cL1} = E_{cL1} / m_t \cdot t_c = 14256 / 1,25 \cdot 13,7 = 832,47W$  (dviem c operacijoms) I fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{cL2} = E_{cL2} / m_t \cdot t_c = 13824 / 1,22 \cdot 13,7 = 827,09W$  (dviem c operacijoms) II fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{cL3} = E_{cL3} / m_t \cdot t_c = 12240 / 1,17 \cdot 13,7 = 763,62 \text{ W}$  (dviem c operacijoms) III fazei;

Sunaudota obliavimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.cL1}} = P_{cL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 832,47 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 452,86 \text{ W (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.cL2}} = P_{cL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 827,09 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 449,94 \text{ W (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.cL3}} = P_{cL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 763,62 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 415,41 \text{ W (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.c}}$  vienai c operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.cL1}} + N_{\text{mech.cL2}} + N_{\text{mech.cL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visasc}} = (452,86 + 449,94 + 415,41) / 2 = 659,1 \text{ W;}$$

$$\text{Bendra trifazė } P_{t.v}^{(3)} = 3788,17 \text{ W;}$$

$$\text{Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu } N_{Bc} = P_{t.v}^{(3)} + N_{\text{mech.visasc}} ;$$

$$N_{Bc} = 3788,17 + 659,1 = 4447,27 \text{ W;}$$

### Atliksime skaičiavimus d operacijai:

Skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus d operaciją. Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems d operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_d = m_E \cdot E_d$$

$$E_{dL1} = 0,88 \cdot 10 = 8,8 \text{ Wh (I fazei);}$$

$$E_{dL2} = 0,93 \cdot 10 = 9,3 \text{ Wh (II fazei);}$$

$$E_{dL3} = 0,85 \cdot 10,5 = 8,925 \text{ Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.4 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi d operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi d operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_d$  pastovų dydį.

$$T_d = 10 + 9,5 = 19,5 \text{ mm (I fazei);}$$

$$E_d^{(3)} = E_{dL1} + E_{dL2} + E_{dL3};$$

$$E_d^{(3)} = 8,8 + 9,3 + 8,925 = 27,025 \text{ Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_d \text{ paverčiame Ws} \quad E_{dL1} = 8,8 \cdot 3600 = 31680 \text{ Ws (I fazei);}$$

$$E_d \text{ paverčiame } W_s \quad E_{dL2}=9,3 \cdot 3600=33480W_s \text{ (II fazei);}$$

$$E_d \text{ paverčiame } W_s \quad E_{dL3}=8,925 \cdot 3600=32130W_s \text{ (III fazei);}$$

Obliavimui sunaudota galia  $P_{dL1} = E_{dL1} / m_t \cdot t_d = 31680 / 1,25 \cdot 19,5 = 1299,69W$  (dviem d operacijoms)

I fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{dL2} = E_{dL2} / m_t \cdot t_d = 33480 / 1,22 \cdot 19,5 = 1407,31W$  (dviem d operacijoms)

II fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{dL3} = E_{dL3} / m_t \cdot t_d = 32130 / 1,17 \cdot 19,5 = 1408,28W$  (dviem d operacijoms)

III fazei;

Sunaudota obliavimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.dL1}} = P_{dL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1299,69 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 707,03W \text{ (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.dL2}} = P_{dL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1407,31 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 765,58W \text{ (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.dL3}} = P_{dL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 1408,28 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 776,1W \text{ (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.d}}$  vienai d operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.dL1}} + N_{\text{mech.dL2}} + N_{\text{mech.dL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visasd}} = (707,03 + 765,58 + 776,1) / 2 = 1124,355W;$$

$$\text{Bendra trifazė } P_{t.v}^{(3)} = 3788,17W;$$

$$\text{Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu } N_{Bd} = P_{t.v}^{(3)} + N_{\text{mech.visas.d}};$$

$$N_{Bd} = 3788,17 + 1124,355 = 4912,52W;$$

### Atliksime skaičiavimus h operacijai:

Skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus h operaciją. Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems h operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_h = m_E \cdot E_h$$

$$E_{hL1} = 0,88 \cdot 1,5 = 1,32Wh \text{ (I fazei);}$$

$$E_{hL2} = 0,93 \cdot 2 = 1,86Wh \text{ (II fazei);}$$

$$E_{hL3} = 0,85 \cdot 2,2 = 1,7Wh \text{ (III fazei);}$$



Apskaičiuoju iš 3.4 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi h operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi h operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_h$  pastovų dydį.

$$T_h = 4,5 + 5,8 = 10,3 \text{ mm};$$

$$E_h^{(3)} = E_{hL1} + E_{hL2} + E_{hL3}$$

$$E_h^{(3)} = 1,32 + 1,86 + 1,7 = 4,88 \text{ Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_h \text{ paverčiame Ws} \quad E_{hL1} = 1,32 \cdot 3600 = 4752 \text{ Ws (I fazei);}$$

$$E_h \text{ paverčiame Ws} \quad E_{hL2} = 1,86 \cdot 3600 = 6696 \text{ Ws (II fazei);}$$

$$E_h \text{ paverčiame Ws} \quad E_{hL3} = 1,7 \cdot 3600 = 6120 \text{ Ws (III fazei);}$$

Obliavimui sunaudota galia  $P_{hL1} = E_{hL1} / m_t \cdot t = 4752 / 1,25 \cdot 10,3 = 369,09 \text{ W}$  (dviem h operacijoms) I fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{hL2} = E_{hL2} / m_t \cdot t = 6696 / 1,22 \cdot 10,3 = 532,87 \text{ W}$  (dviem h operacijoms) II fazei;

Obliavimui sunaudota galia  $P_{hL3} = E_{hL3} / m_t \cdot t = 6120 / 1,17 \cdot 10,3 = 507,84 \text{ W}$  (dviem h operacijoms) III fazei;

Sunaudota obliavimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.hL1}} = P_{hL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 369,09 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 200,78 \text{ W (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.hL2}} = P_{hL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 532,87 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 289,88 \text{ W (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.hL3}} = P_{hL3} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 507,84 \cdot 0,8 \cdot 0,68 = 276,26 \text{ W (III fazei);}$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.h}}$  vienai h operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visas}} = N_{\text{mech.hL1}} + N_{\text{mech.hL2}} + N_{\text{mech.hL3}}$ ;

$$N_{\text{mech.visas}} = (200,78 + 289,88 + 276,26) / 2 = 383,46 \text{ W};$$

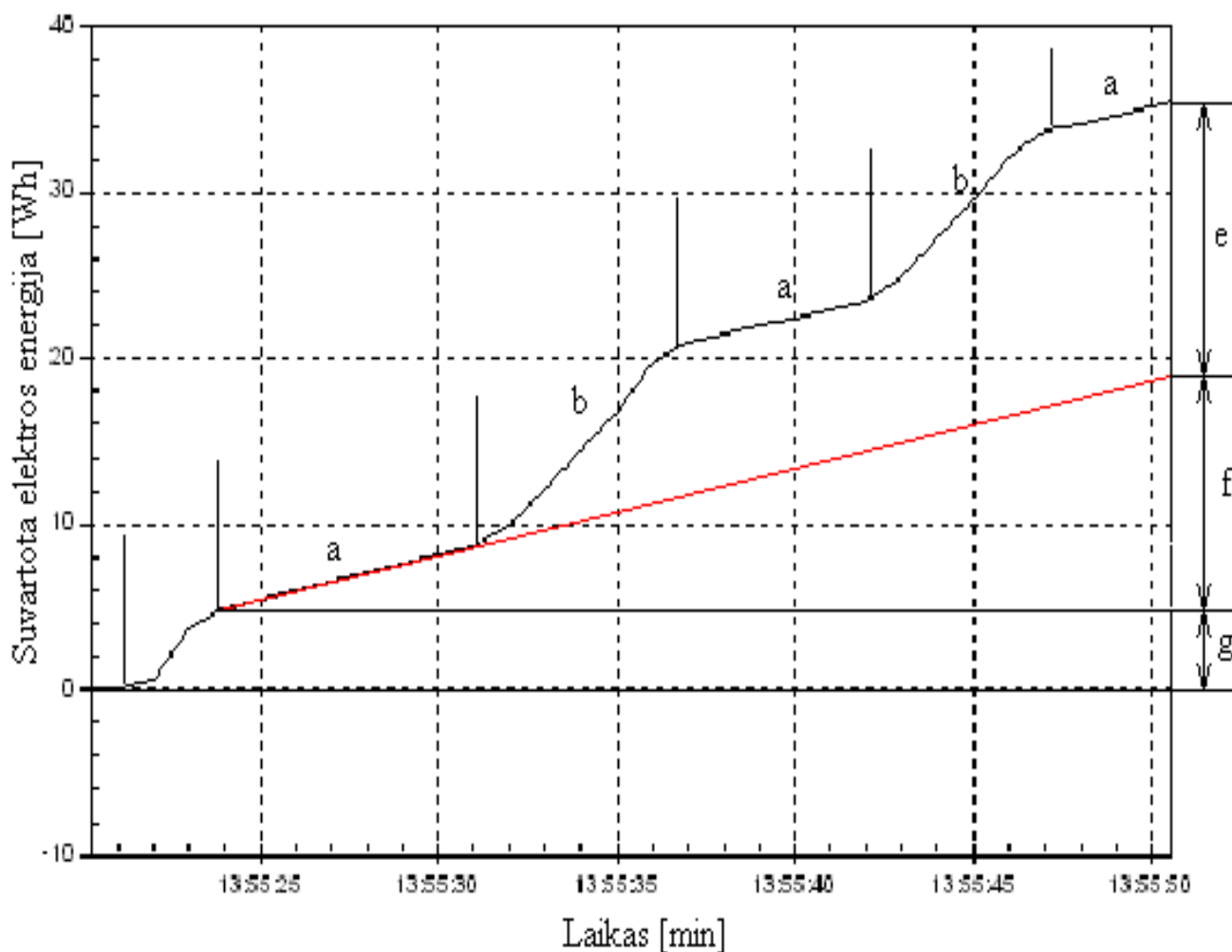
$$\text{Bendra trifazė } P_{t,v}^{(3)} = 3788,17 \text{ W};$$

$$\text{Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu } N_{\text{Bh}} = P_{t,v}^{(3)} + N_{\text{mech.visas.h}}$$

$$N_{\text{Bh}} = 3788,17 + 383,46 = 4171,63 \text{ W};$$

### 3.4. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO TYRIMAS IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖMS

Elektros energijos suvartojimas tenkantis pirmai fazei atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.).



3.7 pav. Elektros energijos suvartojimas pirmoje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);

Galios mastelis:  $m_E=0,471\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=208\text{s/mm}$

Paveikslo kreivės paaiškinimas:

**g** – išilginio pjovimo staklių paleidimo momentu suvartota elektros energija;

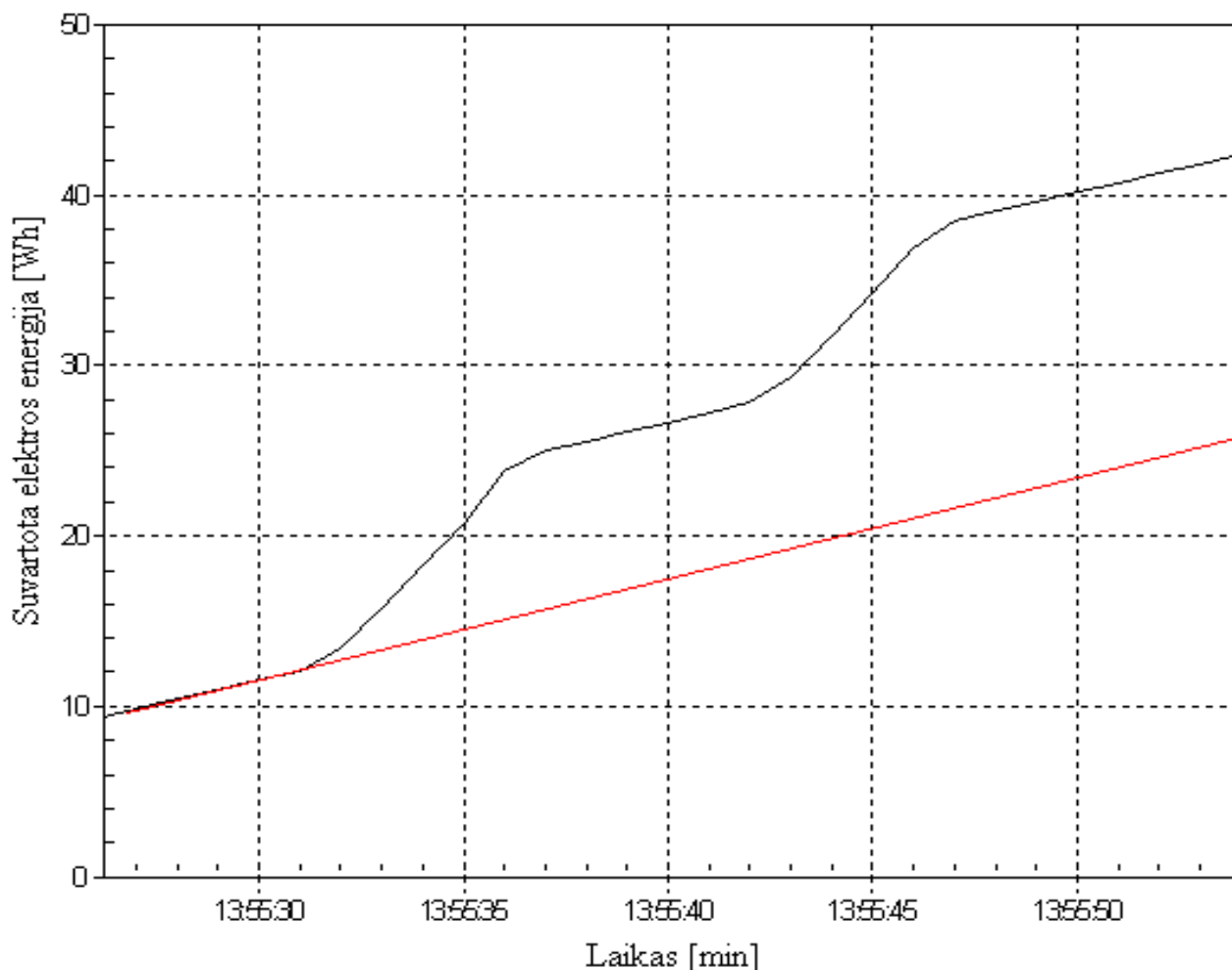
**a** – staklių tuščiosios veikos metu vartojama elektros energija;

**b** – suvartota elektros energija atliekant išilginį pjovimą (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);

**f** –  $\sum a$ ;

**e** – bendrai suvartota elektros energija atlikus minėtas operacijas (be įrenginio tuščiosios veikos).

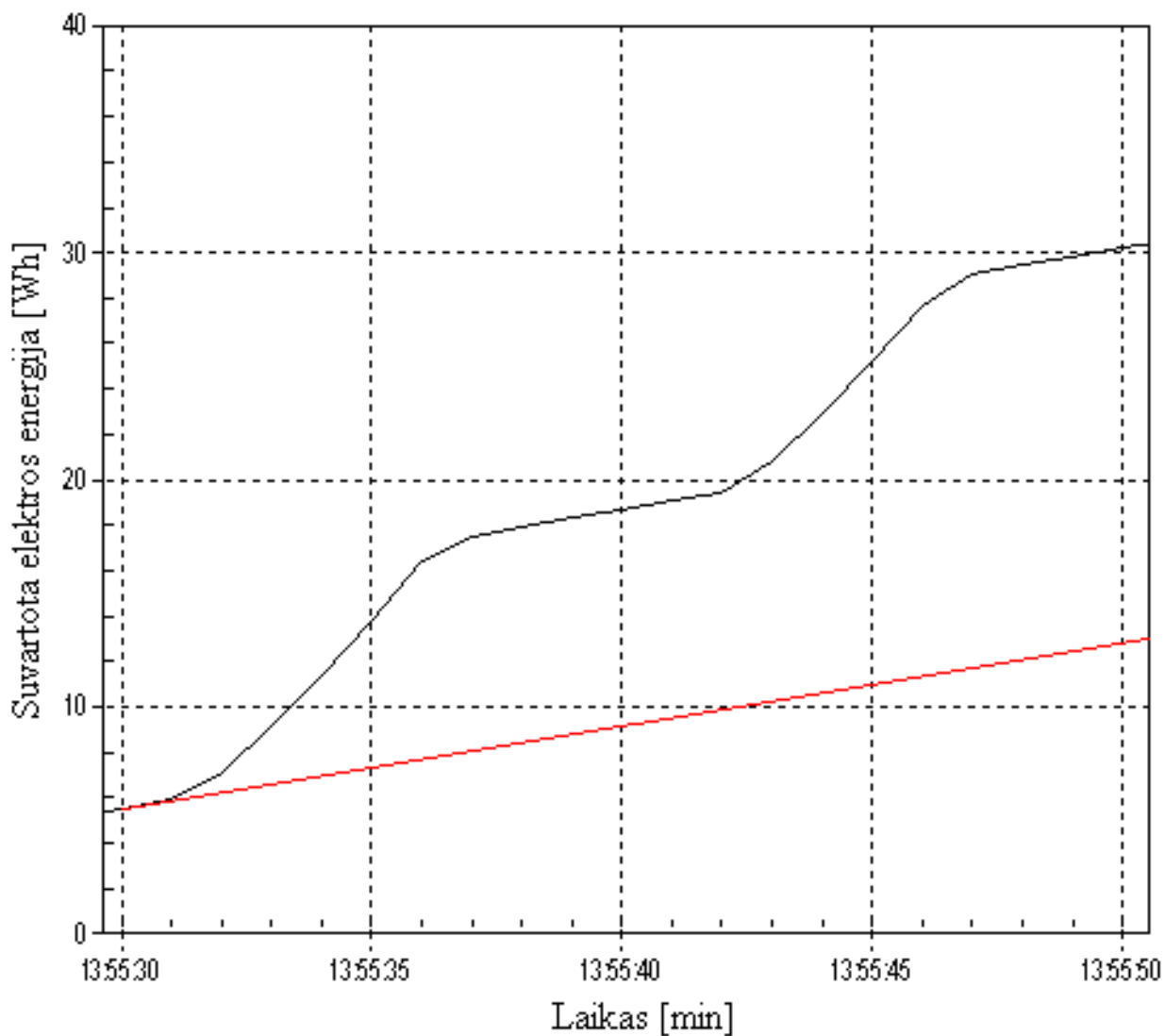
Elektros energijos suvartojimas tenkantis antrai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems ruošiniams.



3.8 pav. Elektros energijos suvartojimas antroje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);

Galios mastelis:  $m_E=0,4\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=0,185\text{s/mm}$

Elektros energijos suvartojimas tenkantis trečiai fazei atliekant tą patį darbą, tiems patiems ruošiniams.



3.9 pav. Elektros energijos suvartojimas trečioje fazėje atliekant išilginį pjovimą 2 kartus (kai pjovimo gylis 5cm = 50mm) , 1m. ilgio ruošiniui, kurio matmenys 50x100, 50x150, 50x200mm. (prapjovos aukštis 50mm.);

Galios mastelis:  $m_E=0,31\text{Wh/mm}$ ; Laiko mastelis  $m_t=0,143\text{s/mm}$ ;

Iš šių paveikslų matome, jog atlikus darbą išilginio pjovimo staklėmis 1m. ilgio ruošiniams 50x100mm, 50x150mm, 50x200mm, perpjauti (prapjovos aukštis 50 mm) reikia suvartoti  $E = 24,983$  Wh elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos.

### 3.4.1 ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO, BEI PAREIKALAUJAMOS GALIOS IŠ TINKLO SKAIČIAVIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĒMS

Iš 3.7 pav., 3.8 pav., 3.9 pav., skaičiuosime suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo atlikus b operaciją.

Kad būtų tikslesnis skaičiavimas suvartotą elektros energiją, bei pareikalaujamą galią iš tinklo skaičiuosiu dviems b operacijoms ir išvesiu matematinį vidurkį.

$$E_b = m_E \cdot E_b;$$

$$E_{bL1} = 0,471 \cdot 36 = 16,956 \text{Wh (I fazei);}$$

$$E_{bL2} = 0,4 \cdot 43 = 17,2 \text{Wh (II fazei);}$$

$$E_{bL3} = 0,31 \cdot 51 = 15,81 \text{Wh (III fazei);}$$

Apskaičiuoju iš 3.7 pav. laiką, per kurį buvo atliekamos dvi b operacijos. Kadangi laikas, per kurį buvo atliktos dvi b operacijos visose fazėse yra vienodas, tai šiame skaičiavime naudosiu  $t_b$  pastovų dydį.

$$T_b = 27 + 24 = 51 \text{mm (I fazei);}$$

$$E_b^{(3)} = E_{bL1} + E_{bL2} + E_{bL3};$$

$$E_b^{(3)} = 16,956 + 17,2 + 15,81 = 49,966 \text{Wh (visoms 3 fazėms);}$$

$$E_{bL1} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{bL1} = 16,956 \cdot 3600 = 61041,6 W_s \text{ (I fazei);}$$

$$E_{bL2} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{bL2} = 17,2 \cdot 3600 = 61920 W_s \text{ (II fazei);}$$

$$E_{bL3} \text{ paverčiame } W_s \quad E_{bL3} = 15,81 \cdot 3600 = 56916 W_s \text{ (III fazei);}$$

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL1} = E_{bL1} / m_t \cdot t_b = 61041,6 / 0,208 \cdot 51 = 5754,3 W$  (dviem b operacijoms) I fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL2} = E_{bL2} / m_t \cdot t_b = 61920 / 0,185 \cdot 51 = 6562,8 W$  (dviem b operacijoms) II fazei;

Pjovimui sunaudota galia  $P_{bL3} = E_{bL3} / m_t \cdot t_b = 56916 / 0,143 \cdot 51 = 7804,2 W$  (dviem b operacijoms) III fazei;

Sunaudota pjovimui naudinga galia (mechaninė), be įrenginio tuščiosios veikos:

$$N_{\text{mech.bL1}} = P_{bL1} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 5754,3 \cdot 0,74 \cdot 0,66 = 2810,4 W \text{ (I fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL2}} = P_{bL2} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 6562,8 \cdot 0,74 \cdot 0,66 = 3205,27 W \text{ (II fazei);}$$

$$N_{\text{mech.bL3}} = P_{\text{bL3}} \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{mech}} = 7804,2 \cdot 0,74 \cdot 0,66 = 3811,57 \text{ W (III fazei)};$$

Apskaičiuojame  $N_{\text{mech.b}}$  vienai b operacijai atlikti reikalingą galią visose fazėse (be įrenginio tuščiosios veikos)  $N_{\text{mech.visasb}} = N_{\text{mech.bL1}} + N_{\text{mech.bL2}} + N_{\text{mech.bL3}};$

$$N_{\text{mech.visasb}} = (2810,4 + 3205,27 + 3811,57) / 2 = 4913,62 \text{ W};$$

Iš paveikslo apskaičiuojame tuščiosios veikos trukmę.

Laiko trukmė  $l = 129 \text{ mm};$

$$t = l \cdot m_t;$$

$$t_1 = 129 \cdot 0,208 = 26,83 \text{ s (I fazei)};$$

$$t_2 = 141 \cdot 0,185 = 26,08 \text{ s (II fazei)};$$

$$t_3 = 188 \cdot 0,143 = 26,884 \text{ s (III fazei)};$$

,

Suvargota energija paveiksle (mm)  $l_3$

$$\text{Suvargota energija } E_{\text{sL1}} = l_3 \cdot m_E = 67 \text{ mm} \cdot m_E = 30 \text{ mm} \cdot 0,471 = 14,13 \text{ Wh (I fazei)};$$

$$\text{Suvargota energija } E_{\text{sL2}} = l_3 \cdot m_E = 69 \text{ mm} \cdot m_E = 32 \text{ mm} \cdot 0,4 = 12,8 \text{ Wh (II fazei)};$$

$$\text{Suvargota energija } E_{\text{sL3}} = l_3 \cdot m_E = 66 \text{ mm} \cdot m_E = 44 \text{ mm} \cdot 0,31 = 13,64 \text{ Wh (III fazei)};$$

Apskaičiuojame tuščiosios veikos galią tenkančią vienai iš fazių:  $P_{\text{t.v.}} = E_s \cdot 3600 / t_3;$

$$\text{Tuščiosios veikos galia tenkanti I fazei } P_{\text{t.v.1L1}} = 14,13 \cdot 3600 / 26,83 = 1895,94 \text{ W};$$

$$\text{Tuščiosios veikos galia tenkanti II fazei } P_{\text{t.v.2L2}} = 12,8 \cdot 3600 / 26,08 = 1766,87 \text{ W};$$

$$\text{Tuščiosios veikos galia tenkanti III fazei } P_{\text{t.v.3L3}} = 13,64 \cdot 3600 / 26,884 = 1826,51 \text{ W};$$

Apskaičiuojame bendrą trifazę galią  $P_{\text{t.v.}}^{(3)} = P_{\text{t.v.1L1}} + P_{\text{t.v.2L2}} + P_{\text{t.v.3L3}};$

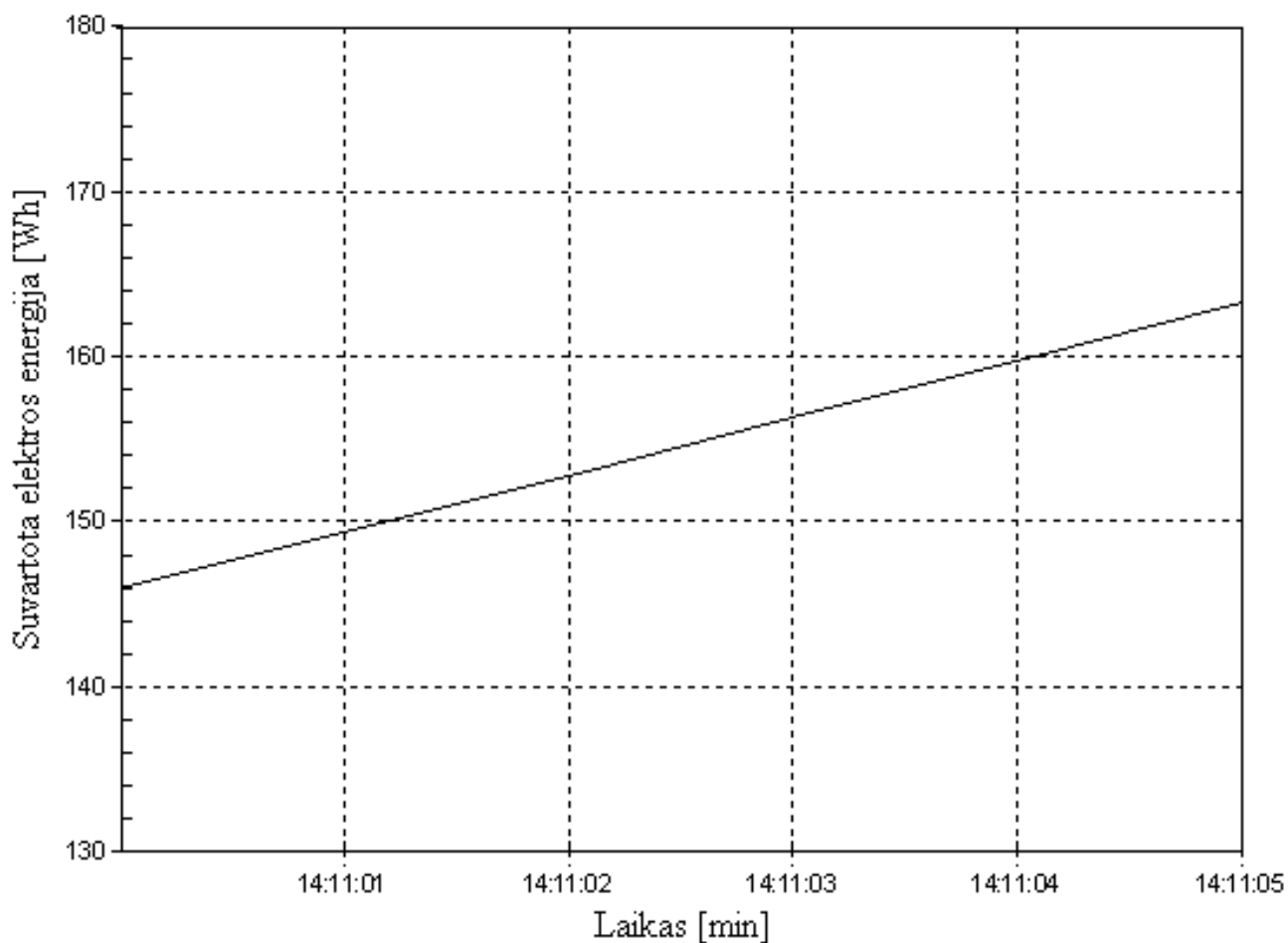
$$\text{Bendra trifazė } P_{\text{t.v.}}^{(3)} = 1895,94 + 1766,87 + 1826,51 = 5489,32 \text{ W};$$

Bendra galia paimama iš tinklo operacijos metu  $N_{\text{Bb}} = P_{\text{t.v.}}^{(3)} + N_{\text{mech.visasb}};$

$$N_{\text{Bb}} = 5489,32 + 4913,62 = 10402,94 \text{ W};$$

### 3.5. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO ANALIZĖ P JUVENŲ SURINKIMO AGREGATUI (VENTILIATORIUI)

Elektros energijos suvartojimas visoms fazėms tenka vienodas. Kadangi ventiliatoriaus variklis yra galingas, todėl darbo metu nesimato jokių elektros energijos vartojimo pakitimų (dirbant su bet kuriomis medienos apdorojimo staklėmis) per laiką t.



3.10 pav. Ventiliatoriaus elektros energijos suvartojimas vienoje iš 3 fazių;

Iš šio brėžinio matome, jog agregatas per 5s suvartoja 16,25 Wh elektros energijos, vadinasi dirbdamas pilną valandą suvartos  $15,9/5 \cdot 3600 = 11448$  Wh (viena fazė). Tuomet dirbdamas vieną valandą suvartos  $11448 \cdot 3 = 34344$  Wh = 34,344 kWh elektros energijos.

Didžioji suvartotos elektros energijos dalis tenka medienos apdirbimo cechui, bei surinkimo cecho tiltiniam kranui. Apšvietimui vartojama elektros energija padidėja tik tamsiuoju metų laikotarpiu.

#### 4. MEDIENOS APDOROJIMO APERACIJOMS REIKALINGŲ GALIŲ SKAIČIAVIMAS

Norint gauti tikslesnę, bei išsamesnę informaciją, atliksiu papildomą naudojamos galios pjovimo operacijų metu analizę (skaičiuojant, matuojant „analizatoriaus“ pateiktus grafikus, bei naudodamasis turima literatūra).

##### 4.1. SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖS

Skaičiuojant pjaustymo staklių (svirtinio arba gembinio tipo diskinais pjūklais) režimus, reikia žinoti tikslų pjūklo danties plotį, įvertinti stūmimo greitį, pjovimo galią, ir veikiančias pjovimo proceso jėgas.

Pjovimo galia apskaičiuojama iš formulių:

$$N = N_{pav} \cdot \eta_{pav} = \frac{(K \cdot h \cdot b \cdot u)}{(60 \cdot 1000)}$$

K –suminis specifinis pjovimo slėgis  $N/mm^2$

b – pjūklo danties plotis [mm]

h – ruošinio plotis [mm]

u – svirties pastūmos greitis [m/min]

Kadangi ruošiniai ant darbo stalo bazuojami didesne plokštuma, t.y. mano atveju 100mm, 150mm, 200mm, vadinasi ruošinio plotis bus 100mm, 150mm, 200mm.

4.1 lentelė. Skersinio pjovimo staklėmis atliekant pjovimo operacijas užfiksuoti parametrai;

$u_n$ [m/min]	b [mm]	h [mm]	k [ $N/mm^2$ ]
0,75	3,2	100	132
0,75	3,2	150	132
0,75	3,2	200	132

K – parenkame iš lentelės atsižvelgiant į vidutinį medienos drėgnumo tankį, medienos rūšį.



4.2 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį skersinio pjovimo staklėmis.

(literatūra J Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);

Medienos rūšis	K N/mm <sup>2</sup>
Eglė, pušis, kėnis	132
Kedras	105
Maumedis	288
Ažuolas, bukas	318
Beržas	274

### SKAIČIAVIMAS

- ruošinio plotis 100mm, 150mm, 200mm.
- pjūklo danties plotis 3,2 mm.
- Stūmimo greitis 0,75 m/min.
- Suminis specifinis pjovimo slėgis 132 N/mm<sup>2</sup>

Staklių atliekamo mechaninio darbo galia:

$$N_1 = 132 \cdot 100 \cdot 3,2 \cdot 0,75 / (60 \cdot 1000) = 0,528 \text{ kW}$$

$$N_2 = 132 \cdot 150 \cdot 3,2 \cdot 0,75 / (60 \cdot 1000) = 0,792 \text{ kW}$$

$$N_3 = 132 \cdot 200 \cdot 3,2 \cdot 0,75 / (60 \cdot 1000) = 1,052 \text{ kW}$$

Atliekamo darbo šioje operacijoje naudojamos galios palyginimo koeficientą  $k$  gaunu apskaičiavęs santykį su apskaičiuotos ir išmatuotos galios dydžiu:

$$k = N_{1,2,3} / N_{\text{mech.visas}} \text{ gauname } k$$

Tuo tarpu  $P_{\text{pjovimo}}$  panaudosiu apskaičiavęs skyrelyje 3.2.1.

4.3 lentelė. Suvestinė skersinio pjovimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė;

Ruošinio plotis	Suskaičiuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{1,2,3}[\text{W}]$	Išmatuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{\text{mech.visas}}$	$k = N_{1,2,3} / N_{\text{mech.visas}}$	Išmatuota galia operacijos metu su įrenginio t.v. $N_B[\text{W}]$	$k_1 = N_{\text{mech.visas}} / N_B$

		[W]			
100	528	835,46	0,632	3243,74	0,258
150	792	843,74	0,939	3252,02	0,26
200	1052	1077,62	0,976	3485,9	0,309

Naudodamiesi lentele galime daryti išvadą, kad suskaičiuotos ir išmatuotos galios (be įrenginio tuščiosios veikos) skirtumas nėra mažas, todėl galime teigti, kad įrenginys nėra tinkamai paruoštas eksploatuoti, t.y.: (nepagalastas pjūklas, pjūklo įtempimo lynai atsipalaidavę ar susidėvėję, įrenginys senas, bei jo naudingumo koeficientas žemesnis nei nurodyta informacinėje lentelėje), taip pat įvertinus įrenginio tuščiąją veiką matome, jog galios ženkliai skiriasi. Tai rodo, kad staklės susidėvėjusios, jų naudingumo koeficientas žemas. Taip pat staklės yra neapkrautos.

## 4.2. OBLIAVIMO OPERACIJA

Pagrindiniai faktoriai, įtakoiantys galios poreikį obliavimui yra obliavimo plotis ir gylis. Be to galios poreikiui įtakos turi medienos drėgnis ir tankis. Apskaičiuojame pjovimui reikalingą galią pagal formulę:

$$N = \frac{(K \cdot h \cdot b \cdot u)}{(60 \cdot 1000)} ; [\text{kW}]$$

K – suminis specifinis pjovimo slėgis [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]

b – apdirbamo ruošinio plotis [mm]

h – nupjaunamo ruošinio storis [mm]

u – ruošinio pastūmos greitis [m/min]

Kadangi ruošiniai ant darbo stalo bazuojami didesne plokštuma, t.y. mano nagrinėjamu atveju 150mm, vadinasi pjovimo įrankis obliuos 50mm, 100mm, 150mm, 200mm pločio ruošinius, todėl

4.4 lentelė. Obliavimo staklėmis atliekant pjovimo operaciją užfiksuoti parametrai;

$u_n$ [m/min]	b [mm]	h [mm]	k [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]
8,4	50	2,5	22,5
5,7	100	2,5	22,5
5,5	150	2,5	22,5
4,3	200	2,5	22,5

K – parenkame iš lentelės atsižvelgiant į vidutinį medienos drėgnumo tankį, medienos rūšį  
Slėgis reikalingas obliavimui (koeficientas K) parenkamas iš 4.5 lentelės.

4.5 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį obliavimo staklėms. (literatūra J  
Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);

Medienos rūšis	K N/mm <sup>2</sup>
Eglė, pušis, kėnis	22,5
Kedras	12
Maumedis	24
Ažuolas, bukas	25
Beržas	23,5

#### SKAIČIAVIMAS

- Apdirbamo ruošinio plotis 50mm; 100mm; 150mm; 200mm;
- Nupjaunamo ruošinio (skiedros) storis 2,5mm;
- $u_1 = 8,4$  m/min, kai obliuojame 50mm plokštumą;  
 $u_2 = 5,7$  m/min, kai obliuojame 100mm plokštumą;  
 $u_3 = 5,5$  m/min, kai obliuojame 150mm plokštumą;  
 $u_4 = 4,3$  m/min, kai obliuojame 200mm plokštumą;
- Suminis specifinis pjovimo slėgis 22,5 N/mm<sup>2</sup>;

Staklių atliekamo mechaninio darbo galia:

$$N_1 = 22,5 \cdot 50 \cdot 2,5 \cdot 8,4 / (60 \cdot 1000) = 0,39 \text{ kW}$$

$$N_2 = 22,5 \cdot 100 \cdot 2,5 \cdot 5,7 / (60 \cdot 1000) = 0,53 \text{ kW}$$

$$N_3 = 22,5 \cdot 150 \cdot 2,5 \cdot 5,5 / (60 \cdot 1000) = 0,773 \text{ kW}$$

$$N_4 = 22,5 \cdot 200 \cdot 2,5 \cdot 5,4 / (60 \cdot 1000) = 1,02 \text{ kW}$$

Atliekamo darbo šioje operacijoje naudojamos galios palyginimo koeficientą k gaunu apskaičiavęs santykį su apskaičiuotos ir išmatuotos galios dydžiu:

$$k = N_{1,2,3,4} / N_{\text{mech.visas}} \text{ gauname } k$$

Tuo tarpu  $P_{\text{pjovimo}}$  panaudosiu apskaičiavęs skyrelyje 3.3.1.

Visus duomenis suvedame į lentelę:

4.6 lentelė. Suvestinė obliavimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė

Apdirbamo ruošinio plotis	Suskaičiuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{1,2,3,4}[W]$	Išmatuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{mech.visas}[W]$	$k = N_{1,2,3,4}/N_{mech.visas}$	Išmatuota galia operacijos metu su įrenginio t.v. $N_B[W]$	$k_1 = N_{mech.visas} / N_B$
50	390	383,46	1,017	4171,63	0,092
100	530	531,94	0,996	4320,11	0,123
150	773	659,1	1,173	4447,27	0,148
200	1020	1124,36	0,907	4912,52	0,229

Naudodamiesi lentele galime daryti išvadą, kad suskaičiuotos ir išmatuotos galios (be įrenginio tuščiosios veikos) skirtumas nežymus, tačiau įvertinus įrenginio tuščiąją veiką matome, jog galios ženkliai skiriasi. Kuo didesnę ruošinį apdorojame, tuo didesnis gaunasi  $k_1$  koeficientas. Tai rodo, staklės yra per didelio galingumo ir neapkrautos.

### 4.3. IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖS

Skaičiuojant pjaustymo diskiniiais pjūklais režimus, reikia parinkti pjūklus, įvertinti stūmimo greitį, pjovimo galią, ir veikiančias pjovimo proceso jėgas.

Pjūklo storis parenkamas vadovaujantis normomis ir palyginamas su standartais. Pjūklo dantų profilis parenkamas, įvertinant pjaustomos medienos technologines savybes. Jei pjaustoma spygliuočių ir minkštųjų lapuočių mediena, reikia parinkti vienokio profilio plokščius diskinius pjūklus, jei pjaustoma kietųjų rūšių mediena reikia parinkti kitokio profilio plokščius diskinius pjūklus.

Teisingas pjūklo parinkimas turi labai didelę ir svarbią reikšmę elektros energijos suvartojimui pjovimo proceso metu.

Pjovimo galia apskaičiuojama iš formulių:

$$N = N_{pav} \cdot \eta_{pav} = \frac{(K \cdot h \cdot b \cdot u)}{(60 \cdot 1000)}$$

K –suminis specifinis pjovimo slėgis  $N/mm^2$

b – prapjovimo plotis [mm]

h – prapjovos aukštis [mm]

u – ruošinio pastūmos greitis [m/min]

Kadangi ruošiniai ant darbo stalo bazuojami didesne plokštuma, t.y. mano nagrinėjamu atveju 100mm, 150mm, 200mm, vadinasi pjovimo įrankio prapjovos aukštis bus 50 mm.

4.7 lentelė. Išilginio pjovimo staklėmis atliekant pjovimo operaciją užfiksuoti parametrai;

$u_n$ [m/min]	b [mm]	h [mm]	k [ $N/mm^2$ ]
8,6	2,8	50	202

K – parenkame iš lentelės atsižvelgiant į vidutinį medienos drėgnumo tankį, medienos rūšį.

4.8 lentelė. Suminis specifinis pjovimo slėgis pagal medienos rūšį išilginio pjovimo staklėmis.

(literatūra J Ruseckas „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ 1983m Kaunas);

Medienos rūšis	K $N/mm^2$
Eglė, pušis, kėnis	202
Kedras	174
Maumedis	332
Ažuolas, bukas	378
Beržas	310

## SKAIČIAVIMAS

- prapjovos aukštis 50mm.
- prapjovimo plotis 2,8mm.
- Stūmimo greitis 8,6 m/min.
- Suminis specifinis pjovimo slėgis 202  $N/mm^2$

Staklių atliekamo mechaninio darbo galia

$$N = 202 \cdot 50 \cdot 2.8 \cdot 8,6 / (60 \cdot 1000) = 4,053 \text{ kW};$$

Atliekamo darbo šioje operacijoje naudojamos galios palyginimo koeficientą k gaunu apskaičiavęs santykį su apskaičiuotos ir išmatuotos galios dydžiu:

$k = N / N_{\text{mech.visas}}$  gauname  $k$

Tuo tarpu  $P_{\text{pjovimo}}$  panaudosiu apskaičiavęs skyrelyje 3.4.1.

4.9 lentelė. Suvestinė išilginio pjovimo staklėmis atliekamų operacijų metu naudojamų galių lentelė;

Apdirbamo ruošinio aukštis	Suskaičiuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{\text{operac.be t.v}}$ [W]	Išmatuota galia operacijos metu be įrenginio t.v. $N_{\text{mechvisas}}$ [W]	$N_{\text{operac.be t.v}} / N_{\text{visas be t.v.}}$	Išmatuota galia operacijos metu su įrenginio t.v. $N_{\text{visas su t.v.}}$ [W]	$N_{\text{operac.su t.v}} / N_{\text{visas su t.v.}}$
50	4053	4913,62	0,825	10402,94	0,472

Naudodamiesi lentele galime daryti išvadą, kad suskaičiuotos ir išmatuotos galios (be įrenginio tuščiosios veikos) skirtumas nėra mažas, todėl galime teigti, kad įrenginys nėra tinkamai paruoštas eksploatuoti, t.y.: (nepagalastas pjūklas, pjūklo įtempimo lynai atsipalaidavę ar susidėvėję, įrenginys senas, bei jo naudingumo koeficientas žemesnis nei nurodyta informacinėje lentelėje), taip pat įvertinus įrenginio tuščiąją veiką matome, jog galios ženkliai skiriasi. Tai rodo, kad staklės yra neapkrautos.

## 5. ELEKTROS ENERGIJOS NORMAVIMAS

Techninės elektros energijos suvartojimo normos įrenginiams nustatomos atsižvelgiant į fizikinius įrenginių parametrus. Maksimali elektros energijos vartojimo norma parenkama esant dar leistiniems naudojamoms įrangos naudingojo veiksmo koeficientams. Minimali norma – esant geriems, atitinkantiems vardinius darbo režimus, naudingojo veiksmo koeficientams. Realios normos – atsižvelgiant į statistinius ir išmatuotus realius parametrus.

Šiose normose priimamas realus elektros energijos suvartojimas, įvertinant įrenginių, jų įrankių susidėvėjimą, bei elektros energijos nuostolius. Jos turi būti koreguojamos pasikeitus fizikiniams agregatų parametrams, arba išaiškėjus matavimo prietaisų paklaidoms.

## 5.1. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS SKERSINIO PJOVIMO STAKLĖMIS

Atlikus operacijas skersinio pjovimo staklėmis pagal pateiktą 1.6 ir 1.7 lentelę galima paskaičiuoti elektros energijos poreikį šioms staklėms (vienam karkasiniam namui pagaminti) pagal prapjovos plotą ir atliekamų operacijų skaičių. Gauti duomenys surašomi į 5.1 lentelę.

5.1 lentelė. Elektros energijos suvartojimas skersinio pjovimo staklėmis vienam karkasiniam namui pagaminti;

Prapjovos plotas [m <sup>2</sup> ]	Atliekamų operacijų skaičius [vnt]	Suvertota elektros energija vienai operacijai (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Viso suvertota elektros energija (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Suvertota elektros energija vienai operacijai (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]	Viso suvertota elektros energija (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]
0,005	260	1,873	486,98	4,76	1237,6
0,0075	498	2,495	1242,51	7,312	3641,38
0,01	464	3,304	1533,056	8,854	4108,27
<b>VISO</b>			<b>3262,55 Wh</b>		<b>8987,25 Wh</b>

Pagal 5.1 lentelėje pateiktus duomenis apskaičiuojame, kad keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $3262 \cdot 4 = 13050,18 \text{ Wh} = 13,05 \text{ kWh}$  elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos. Taip pat paskaičiuojame, jog keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $8987,25 \cdot 4 = \mathbf{35949 \text{ Wh} = 35,95 \text{ kWh}}$  elektros energijos įvertinus įrenginio tuščiąją veiką.

## 5.2. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS OBLIAVIMO STAKLĖMIS

Atlikus operacijas obliavimo staklėmis pagal pateiktą 1.6 ir 1.7 lentelę galima paskaičiuoti elektros energijos poreikį šioms staklėms (vienam karkasiniam namui pagaminti) pagal obliuojamos plokštumos plotį ir atliekamų operacijų skaičių. Gauti duomenys surašomi į 6.5 lentelę.

5.2 lentelė. Elektros energijos suvartojimas obliavimo staklėms vienam karkasiniam namui pagaminti;

Obliuojamos plokštumos plotis [m]	Atliekamų operacijų skaičius [m]	Suvargota elektros energija vienai operacijai (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Viso suvargota elektros energija (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Suvargota elektros energija vienai operacijai (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]	Viso suvargota elektros energija (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]
0,05	4992	2,44	12180,48	11,98	59804,16
0,1	884	4,868	4303,31	13,8	12199,2
0,15	1686,4	5,6	9443,84	16,84	28398,98
0,2	2421,6	13,513	32723,08	23,76	57537,22
<b>VISO</b>			<b>58650,71 Wh</b>		<b>157939,56 Wh</b>

Pagal 5.2 lentelėje pateiktus duomenis apskaičiuojame, kad keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $58650,71 \cdot 4 = 234602,84 \text{ Wh} = 234,6 \text{ kWh}$  elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos. Taip pat paskaičiuojame, jog keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $157939,56 \cdot 4 = 631758,24 \text{ Wh} = 631,75 \text{ kWh}$  elektros energijos įvertinus įrenginio tuščiąją veiką.

### 5.3. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS IŠILGINIO PJOVIMO STAKLĖMIS

Atlikus operacijas išilginio pjovimo staklėmis pagal pateiktą 1.6 ir 1.7 lentelę galima paskaičiuoti elektros energijos poreikį šioms staklėms (vienam karkasiniam namui pagaminti) pagal prapjovos aukštį ir atliekamų operacijų skaičių. Gauti duomenys surašomi į 5.3 lentelę.



5.3 lentelė. Elektros energijos suvartojimas obliavimo staklėms vienam karkasiniam namui pagaminti;

Prapjovos aukštis [m]	Atliekamų operacijų skaičius [m]	Suvargota elektros energija vienai operacijai (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Viso suvargota elektros energija (neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [Wh]	Suvargota elektros energija vienai operacijai (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]	Viso suvargota elektros energija (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [Wh]
0,05	184	24,983	4596,87	37,74	6944,16
<b>VISO</b>			<b>4596,87 Wh</b>		<b>6944,16 kWh</b>

Pagal 5.3 lentelėje pateiktus duomenis apskaičiuojame, kad keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $4596,87 \cdot 4 = 18387,48 \text{ Wh} = 18,387 \text{ kWh}$  elektros energijos neįvertinus įrenginio tuščiosios veikos. Taip pat paskaičiuojame, jog keturiems karkasiniam namams pagaminti šios staklės suvartoja  $6944,16 \cdot 4 = 27776,64 \text{ Wh} = 27,78 \text{ kWh}$  elektros energijos įvertinus įrenginio tuščiąją veiką.

#### 5.4. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS PJUVENŲ SURINKIMO AGREGATU (VENTILIATORIUMI)

Pjuvenų surinkimo agregatas vidutiniškai dirba 160 valandų per mėnesį. Vadovaujantis 3.5 skyrelio duomenimis per vieną valandą pjuvenų surinkimo agregatas suvartoja 34,344 kWh elektros energijos. Vadinasi per mėnesį suvartos  $83,3 \cdot 34,344 = 2861,57 \text{ kWh}$ .

Vienam karkasiniam namui pagaminti pjuvenų surinkimo agregatas (ventiliatorius) suvartos  $2861,75 \text{ kWh} / 4 \text{ vnt} = 715,44 \text{ kWh}$ .

#### 5.5. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS SIJINIAIS TELFERIAIS

Sijinis telferis, bei surinkimo cecho apšvietimas vidutiniškai 2007 metais per mėnesį suvartojo 2763 kWh elektros energijos.

Per 2007 metus pagaminta 48 karkasiniai namai. Iš šių turimų duomenų galime paskaičiuoti,

kiek elektros energijos sijiniams kranams, bei surinkimo cecho apšvietimui reikia suvartoti norint pagaminti vieną karkasinį namą:  $2763\text{kWh} / 4\text{vnt} = 690,75 \text{ kWh}$ .

## 5.6. ELEKTROS ENERGIJOS SUVARTOJIMAS STOGINĖS APŠVIETIMUI

2007 metais stoginės apšvietimui vidutiniškai suvartota 36,8 kWh elektros energijos per mėnesį. Vadinasi vienam namui pagaminti reikėjo suvartoti  $36,8\text{kWh} / 4\text{vnt} = 9,2 \text{ kWh}$  elektros energijos.

## 6. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO EFEKTYVUMO KOEFICIENTO NUSTATYMAS

Naudodamiesi 5.1., 5.2., 5.3., skyreliais galime nustatyti skersinio pjovimo, obliavimo bei išilginio pjovimo staklėms elektros energijos vartojimo efektyvumo koeficientą  $e$ , kuris gaunamas iš šios išraiškos:

$$e = \frac{\text{viso suvartota elektros energija (nejvertinus įrenginio tuščiosios veikos) [kWh]}}{\text{viso suvartota elektros energija (įvertinus įrenginio tuščiąją veiką) [kWh]}}$$

### **Elektros energijos vartojimo efektyvumo koeficiento nustatymas skersinio pjovimo staklėms:**

Naudodamiesi 6.1 lentele apskaičiuojame:

$$e_1 = 13050,18\text{Wh} / 35949\text{Wh} = 0,363;$$

### **Elektros energijos vartojimo efektyvumo koeficiento nustatymas obliavimo staklėms:**

Naudodamiesi 6.2 lentele apskaičiuojame:

$$e_2 = 234602,84\text{Wh} / 631758,24\text{Wh} = 0,371;$$

### **Elektros energijos vartojimo efektyvumo koeficiento nustatymas išilginio pjovimo staklėms:**

Naudodamiesi 6.3 lentele apskaičiuojame:

$$e_3 = 18387,48\text{Wh} / 27776,64\text{Wh} = 0,66;$$

## 7. ELEKTROS ENERGIJOS VARTOJIMO EFEKTYVUMO DIDINIMO BŪDAI

Šio tiriamojo darbo pagalba nustatiau, kad visos medienos ceche esančios medienos apdirbimo staklės dirba nuostolingai (elektros energijos vartojimo atžvilgiu). Suvartotos elektros energijos kaštai vienam karkasiniam namui pagaminti yra 3 ar 4 kartus didesni nei galėtų būti.

Norint mažinti vartojamą elektros energiją medienos apdirbimo ceche reikia:

- 1) Tinkamai parinkti medienos apdirbimo staklių parametrus, kad jos kuo tiksliau atitiktų reikiamai apdirbti medienai parametrus.
- 2) Tarp operacijų reikia daryti kuo mažiau, bei trumpesnes pertraukas, kad staklės nedirbtų tuščiaja veika.
- 3) Reguliariai tikrinti ar dirbama su tinkamai pagalastais pjūklais, peiliais.
- 4) Pjuvenų surinkimo agregatą pakeisti šiuolaikine, modernizuota įranga pjuvenų bei medienos dulkių surinkimui.



7.1 pav. Pilnai surinkti karkasiniai namai Norvegijoje;

## 8. IŠVADOS

1. Parengta metodika medienos apdirbimo cecho elektros energijos vartojimo efektyvumo nustatymui;
2. Panaudojant tyrimo metu skaičiavimo, bei matavimo rezultatus galima paskirstyti elektros energijos suvartojimas diskinio pjūklo, obliavimo, išilginio pjovimo staklės, pjuvenų surinkimo agregatui, bei sijiniams telferiams;
3. Apskaičiuotas elektros energijos vartojimo efektyvumo koeficientas, kuris gali būti naudojamas elektros energijos techniniu atžvilgiu pagrįstų suvartojimo normų skaičiavimui;  
Skersinio pjovimo staklių efektyvumo koeficientas -  $e_1=0,363$ ;  
Obliavimo staklių efektyvumo koeficientas -  $e_2=0,371$ ;  
Išilginio pjovimo staklių efektyvumo koeficientas -  $e_3= 0,66$ .
4. Tyrimo metu nustatyta, kurioje medienos apdirbimo operacijoje galima būtų sumažinti elektros energijos suvartojimą;
5. Medienos apdirbimo staklės senos, jų susidėvėjimo laipsnis didelis;
6. Naudojamos medienos apdirbimo staklės, pjuvenų surinkimo agregatas, sijinis telferis yra per didelio galingumo;
7. Pateikiu pagrįstus elektros energijos efektyvumo didinimo būdus;
8. Tolimesniam elektros energijos vartojimo tyrimui, bei vartojimo normų nustatymui tikslinga įrengti energetikos informacinę valdymo sistemą.

## 9. LITERATŪRA

1. „Medienos pjovimo režimų skaičiavimas“ J.Ruseckas 1983m., Kaunas
2. „Medienos apdirbimo staklės“ Gintaras Keturakis, Justinas Ruseckas, 1999m. Kaunas  
“Technologija”
3. „Medienotyra“ Česlovas Jakimavičius 2003m. Kaunas “Technologija”
4. „Weining gruppe“ katalogai
5. Žurnalas “Elektros erdvės” 2006m. 8mėn.
6. [www.google.lt/medienotyra](http://www.google.lt/medienotyra)
7. „Medienos gaminių technologija“ B.Papreckis, V.Norvydas 2007m. Kaunas “Technologija”
8. „Mediena ir jos gaminiai“ A.Morkevičius, B.Papreckis 2004m. Vilnius.







