



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Simona Galminaitė

LAZERINĖS GRAVIRAVIMO TECHNOLOGIJOS TAIKYMAS  
REKLAMOS PROCESUOSE AB „AUDIMAS“

**Baigiamasis magistro projektas**

Vadovas

**Lek. Nijolė Buškuvienė**

KAUNAS, 2015

# TURINYS

ĮVADAS.....	3
1. TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI.....	5
2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS.....	6
2.1 Literatūros apžvalga.....	6
2.2 Metodologinė dalis.....	8
2.3 Lazerinio graviravimo tyrimų rezultatai.....	11
2.3.1 Vizualinės apžiūros rezultatai ir analizė.....	11
2.3.2 Bandinių pagal penkių balų vertinimą rezultatai ir analizė.....	12
2.3.3 Graviruoto elemento matavimų rezultatai ir analizė.....	16
2.4 Lazerinio graviravimo tyrimų išvados ir pasiūlymai.....	17
3. TECHNOLOGINĖ DALIS.....	18
3.1 Lazerinio graviravimo technologinio proceso projektavimas.....	18
3.2 Lazerinio graviravimo technologinio proceso kokybės kontrolė.....	25
3.3 Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas.....	27
3.4 Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas.....	31
4. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA.....	33
4.1. Profesinės rizikos vertinimas.....	35
4.2 Ekologija įmonėje.....	35
5. FINANSINIAI-EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI.....	37
5.1 Ilgalaikio turto skaičiavimas.....	37
5.2 Trumpalaikio turto skaičiavimas.....	38
5.3 Gamybos kaštai.....	40
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	42
LITERATŪRA.....	43
PRIEDAI.....	46

## IVADAS

Vis didėjant pirkėjo poreikiui įsigyti kažką unikalaus, naujo ir išskirtinio, poligrafijos įmonės ieško būdų kaip patenkinti kiekvieno kliento norą. Lazerinis graviravimas - puikus sprendimas įmonei, norinčiai nustebinti savo klientą gaminių išskirtinumu, originalumu bei kokybe. Šiuolaikinėje pramonėje lazerinio graviravimo technologija vis sparčiau populiarėja, nes jo panaudojimo galimybės yra labai plačios, o vienas įrenginys gali ne tik graviruoti, bet ir pjaustyti.

Lazerinio graviravimo technologija Lietuvoje atsirado maždaug prieš du dešimtmečius ir priklausė naujai paslaugų grupei, kurių nebuvo šioje rinkoje. Gamintojai, kurdami įrangą, pirmiausia stengėsi vadovautis principu, kad ši nebrangi ir kartu prieinama profesionali įranga galėtų graviruoti labai platų gaminių spektrą [1].

Lazerinis graviravimas yra bekontaktis medžiagos apdorojimas, todėl galima graviruoti trapias ir plonasluoksnes medžiagas - nuo popieriaus, audinio, laminato iki plastiko, stiklo ar faneros. Lazeriniam graviravimui gali būti naudojami dviejų rūšių lazeriai kietojo kūno (pvz., YAG) arba dujinis (pvz., CO<sub>2</sub>). Poligrafijos pramonėje dažniausiai naudojami CO<sub>2</sub> lazeriai, kurie yra mažo, 12-120 vatų galingumo, kurie negali graviruoti metalo, išskyrus metalus, kurie yra padengti dažais, tuomet yra paveikiamas tik dažų sluoksnis [17].

Lazerinio graviravimo darbų negalima atlikti be kompiuterio turinčio specialią, lazeriui skirtą programinę įrangą – *SmartCarve*. Norint graviruoti nuotrauką ar paveiksluką, pirmiausiai grafinio dizaino programomis jį reikia konvertuoti į *Bitmap* ar *Grayscale* formatą, tuomet nuotrauka tampa nespalsvota. Kitus grafinius elementus galima iš karto tiesiogiai kelti į *SmartCarve* lazerio programą.

Lazerinio graviravimo panaudojimo galimybės yra labai plačios, galima graviruoti suvenyrus (ant butelių, tušinukų, užrašų knygelėlių, pakabukų, įvairių smulkių ir didesnių detalių), dekoratyvinius baldų elementus, nuotraukas, popierių, audinį, tekstilę ir t. t.

Didžiausi lazerinio graviravimo privalumai – platus įvairių medžiagų panaudojimas, gaminio išskirtinumas, sukurtų atvaizdų kokybė ir ilgaamžiškumas, graviruojami maži ir dideli kiekiai, žema kaina. Didžiausi trūkumai – graviruojama viena spalva, šviesesniais/tamsesniais tonais, priklausomai nuo graviruojamos medžiagos, ir graviravimas tinka tik išorinei detalės pusei [18].

Ši darbo tema yra aktuali todėl, kad lazerinis graviravimas vis sparčiau populiarėjanti technologija, su vis labiau besiplečiančiomis panaudojimo galimybėmis, o norint išgauti aukščiausią piešinio kokybę, reikia atlikti tyrimus ir įvertinti lazerinio graviravimo panaudojimo galimybes.

Šio darbo tikslas – suprojektuoti lazerinės graviravimo technologijos procesus AB „Audimas“ reklamos tikslams.

Šiam tikslui pasiekti nustatyti uždaviniai:

1. Išanalizuoti literatūros šaltinius su lazerinio graviravimo technologija reklamos procesuose, išnagrinėti atliktus lazerinio graviravimo tyrimus su Yueming PN-1080 ir GoldenLaser JG-4185 lazeriu, apibendrinti gautus tyrimų rezultatus ir pateikti pasiūlymus.
2. Aprašyti lazerinio graviravimo technologinį procesą, pateikti kokybės kontrolės metodus, apskaičiuoti reikiamą įrangą, darbuotojų skaičių ir patalpų plotą.
3. Pateikti lazerinio graviravimo technologijos profesinės rizikos vertinimo etapus ir ekologinius aspektus AB „Audimas“ įmonėje.
4. Apskaičiuoti AB „Audimas“ planuojamos graviruoti reklaminės produkcijos sąnaudų kiekį, sumą ir reikiamų lėšų dydį metams projekto įgyvendinmui.
5. Suformuluoti projekto išvadas ir pateikti pasiūlymus.

## 1. TECHNINIAI-EKONOMINIAI RODIKLIAI

Šioje dalyje pateikiami svarbiausieji AB „Audimas“ lazerinio graviravimo technologijos techniniai-ekonominiai rodikliai (1.1 lentelė).

1.1 lentelė

**AB „Audimas“ lazerinio graviravimo gamybos techniniai-ekonominiai rodikliai**

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Dydis
1.	Darbo dienų skaičius	d.	5
2.	Pamainų skaičius	vnt.	2
3.	Pramoninio-gamybinio personalo skaičius:		
3.1	Pagrindiniai darbininkai	vnt.	6
3.2	Pagalbiniai darbininkai	vnt.	2
3.3	Vadovai, specialistai, tarnautojai	vnt.	4
4.	Graviruojamos produkcijos kiekis per metus:		
4.1	Vizitinės kortelės, atvirukai, padėkos, diplomai	vnt.	24 000
4.2	Raktų pakabukai, informacinės lentelės	vnt.	700
4.3	Drabužių etiketės	vnt.	150 000
4.4	Kitų tiekėjų graviruojama produkcija	vnt.	62 000
5.	Gamybos kaštai:		
5.1	Vizitinės kortelės, atvirukai, padėkos, diplomai	Eu/metus	2 165,2
5.2	Raktų pakabukai, informacinės lentelės	Eu/metus	159,32
5.3	Drabužių etiketės	Eu/metus	118,1
5.4	Kitų tiekėjų graviruojama produkcija	Eu/metus	745,00
6.	Reikalingos pradinės lėšos	Eu	3 139,8

AB „Audimas“ yra penkios darbo dienos per savaitę dvejomis pamainomis po 8 val, neįskaitant 30 min pietų pertraukos. Lazerinio graviravimo gamybos ceche dirba šeši pagrindiniai gamybos darbuotojai ir vienas pagalbinis darbuotojas, taip pat direktorius, administratorė, technologas ir maketuotojas. Graviruojamos produkcijos kiekis 236 700 vnt. per metus. Reikalingos pradinės lėšos projekto įgyvendinimui 3 139,8 Eu.

## 2. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS

Šioje dalyje apžvelgiami moksliniai straipsniai su lazerinio graviramo tyrimais. Atliekama literatūros analizė, aprašoma metodologinė dalis, tyrimų metodika, išanalizuojami gautų tyrimų rezultatai bei suformuluojamos tyrimų išvados ir pateikiami pasiūlymai.

### 2.1 Literatūros apžvalga

Vertinant atliekamo tyrimo svarbą, naujumą ir aktualumą, atlikta literatūros analizė. Straipsnių šia tema buvo rasta nedaug, o tyrimų atlikta mažai. Nedidelis literatūros šaltinių skaičius įrodo, kad ši tema nėra išsamiai išanalizuota.

Moksliniuose darbuose tyrimai buvo atlikti norint ištirti medžiagos spalvos pokytį bei graviravimo gylį prieš ir po graviravimo. Visuose straipsniuose naudojami skirtingi lazeriai ir graviruojamos skirtingos medžiagos.

Pavyzdžiui, M. Jucienė, V. Urbelis, Ž. Juchnevičienė [14] lazerinio graviravimo tyrimą atliko ant džinsinio audinio. Buvo panaudotas JG-10050 lazeris (max. galia 65 W), keičiant jo parametrus: kai galia – 10, 12, 14, 16, 18 ir 20 W, o greitis – 120, 170, 210, 250 ir 290 mm/s. Tyrimo tikslas – spalvos pokytis prieš ir po lazerinio graviravimo, kuris nustatytas spektrofotometru naudojant HSB (Hue-Saturation-Brightness) modelį. Buvo nustatyta, kad didžiausias skirtumas buvo pasiektas keičiant lazerio galią. Didžiausias poveikis padarytas spalvos atspalviui (H) ir sodrumui (S).

Cheng-Jung Lin [3] atliko tyrimą, kurio tikslas – nustatyti lazerio galios ir greičio įtaką, Moso bambuko paviršiaus gyliui ir spalvai prieš ir po graviravimo. Buvo naudotas EPILOG lazeris (max. galia 100 W) tokių parametrų: galia 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 %, greitis 13, 26, 39, 52, 65, 78, 91, 104, 117, 130 mm/s. Padarytos išvados, kad gylis didesnis esant didesnei galiai ir mažesniam greičiui. Didžiausias spalvos skirtumas prieš ir po lazerinio graviravimo labiausiai padidėjo esant didelei galiai ir mažam greičiui, todėl graviruojamas plotas įgauna tamsiai rudą atspalvį.

L. Juzikytė, M. Jucienė [6] nustatė, kad medvilnės audinių šviesumo laipsnis priklauso nuo lazerio galios, kuo ji didesnė, tuo audinio paviršius šviesesnis. Tuo tarpu vilnai lazerinė apdaila nėra priimtina, kadangi audinio paviršius nudega, pūkas pradeda byrėti bei skleisti nemalonų kvapą. Buvo naudotas Proel lazeris 14, 17 ir 20 W galios esant 10 m/s greičiui.

V. Betingytė, A. Gulbinienė [3] įvertino lazerinio graviravimo įtaką natūralios odos paviršiaus vilgumo savybėms, nustatytas apdeginto paviršiaus vilgumo kampo  $\alpha$  kitimas, kartojant paviršiaus

apdirbimą lazerio spinduliu vieną, du ir tris kartus. Nustatė, kad didėjant apdorojimo lazerio spinduliu kartotinumui, pirmajame etape didėja paviršiaus hidrofobiškumas, o antrajame etape – didėja susigėrimo į odą greitis. Naudotas CO2 lazeris Trojaven, lazerio spindulio galia = 5 W.

Moksliniuose darbuose daugiausiai nagrinėjama lazerinio graviravimo parametrų įtaka ant džinsinio audinio, natūralios odos, medvilnės, vilnos, nes tai labai aktualu aprangos inžinerijos pramonei.

2.1 lentelė

**Literatūros analizės palyginamoji lentelė**

Autorius	Įranga	Medžiagos	Parametrai		Tyrimo išvados
			Galia, W	Greitis, mm/s	
M. Jucienė, V. Urbelis, Ž. Juchnevičienė	JG-10050 lazeris (max. galia 65W)	Džinsinis audinys	10, 12, 14, 16, 18, 20	120, 170, 210, 250, 290	Didžiausias skirtumas tarp graviruoto ir negraviruoto ploto buvo pasiektas keičiant lazerio galią. Didžiausias poveikis padarytas spalvos atspalviui (H) ir sodrumui (S).
Cheng-Jung Lin	EPILOG lazeris (max. galia 100W)	Moso bambukas	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100	13, 26, 39, 52, 65, 78, 91, 104, 117, 130	Esant didesnei galiai ir mažesniai greičiui graviravimo gylis yra didesnis. Didžiausias spalvos skirtumas prieš ir po graviravimo labiausiai padidėjo esant dideliai galiai ir mažam greičiui, ko pasėkoje graviruojamas plotas įgauna tamsiai rudą atspalvį.
L. Juzikytė, M. Jucienė	Proel lazeris	Medvilnė, vilna	14, 17, 20	100	Medvilnės audinių šviesumo laipsnis priklauso nuo lazerio galios, kuo ji didesnė, tuo audinio paviršius šviesesnis. Tuo tarpu vilnai lazerinė apdaila nėra priimtina.
V. Betingytė, A. Gulbinienė	Trojaven lazeris	Natūrali oda	5	-	Didėjant apdorojimo lazerio spinduliu kartotinumui, pirmajame etape didėja paviršiaus hidrofobiškumas, o antrajame etape – didėja susigėrimo į odą greitis

Galima teigti, kad visi tyrimai priėjo vienodas išvadas, kuo didesnė galia, tuo didesnis graviravimo gylis, o priklausomai nuo medžiagos struktūros, kuo didesnė galia, tuo graviruojamos medžiagos plotas atitinkamai tamsesnis arba šviesesnis (2.1 lentelė).

Lazerinis graviravimas yra palyginti nauja technologija ir šio darbo temos ištirtumas nėra didelis. Straipsnių apie lazerinį graviravimą ant skirtingų medžiagų, tokių kaip kreidinis popierius, dirbtina oda, trikotažas, kraft popierius tyrimų yra atlikta nepakankamai, turint omenyje, kad lazerių yra įvairių parametrų. Todėl ši darbo tema bus aktuali ne tik AB „Audimas“ įmonei, bet ir kitoms

poligrafinėms įmonėms, negalinčioms apsispręsti kokią lazerinio graviravimo (senesio, bet pigesnio ar naujesnio, bet brangesnio modelio) įrangą įsigyti.

## 2.2 Metodologinė dalis

Buvo atlikti tyrimai nustatyti, kuris lazeris GoldenLaser JG-4185 ar Yueming PN-1080 kokybiškiau išgraviruoja pasirinktas medžiagas. Toliau pateikiama naudota įranga, kompiuterinės programos, medžiagos, parametrai ir tiriamojo darbo eiga.

Įranga:

1. Lazeris GoldenLaser JG-4185 (1992 m);
2. Lazeris Yueming PN-1080 (2013 m);
3. Personalinis kompiuteris Samsung SyncMaster 710n;
4. Mikroskopas BYK Additives&Instruments DPM 300.

Parametrai:

Greitis: 80, 120, 180, 250, 400 mm/s.

Galia: 5, 10, 15, 20 %.

Kompiuterinės programos:

1. CorelDRAW X6;
2. SmartCarve.

Tiriamos medžiagos:

1. Dirbtinė oda Liza C2, juoda spalva;
2. Liniuotas kraft popierus, A4 formato, svoris 80 g/m<sup>2</sup>;
3. Trikotažas poliamidinė medžiaga, sudėtis 86% PA, 14% elastano, svoris 180 g/m<sup>2</sup>;
4. Kreiduotas popierius, svoris 230 g/m<sup>2</sup>.

Tiriomojo darbo eiga:

1. Ant dviejų lazerių Yueming PN-1080 ir GoldenLaser JG-4185 išgraviruotas AB „Audimas“ logotipas (2.1 ir 2.2 pav.), atlikta po 16 bandymų popieriui, dirbtinei odai, trikotažui ir kraft popieriui. Iš viso 64 bandymai vienam lazeriui.



2.1 pav. AB Audimas logotipas



2.2 pav. Logotipas konvertuotas į Grayscale formatą



2. Atlikta vizualinė apžiūra (žr. 1 priedą), atrinkti geriausi graviravimo bandiniai, visu medžiagų po du bandinius, iš viso po 8 vieno lazerio bandinius.

3. Atliktas 16 bandinių įvertinimas pagal nustatytus balus (2.2 lentelė), apskaičiuoti gautų balų vidurkiai (žr. 2 priedą) pagal kuriuos sudaryti grafikai (2.15-2.22 pav.).

2.2 lentelė

**Bandinių įvertinimas balais**

Balai	Įvertinimo reikšmė
5 / labai geras	labai ryškus / visiškai nepereina kiaurai/ labai aiškus
4 / geras	ryškus / kiaurai nepereina, bet persišviečia / aiškus
3 / normalus	pakankamai ryškus / vietomis kiauras / pakankamai aiškus
2 / blogas	neryškus / visiškai kiauras / neaiškus
1 / labai blogas	vos matomas / visiškai kiauras, išsipešiojęs / neįskaitomas

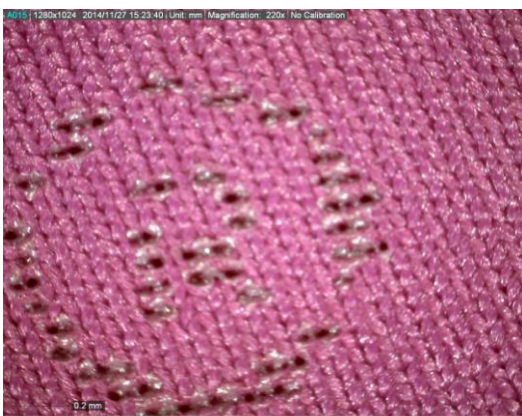
4. Nufotografuoti bandiniai 240 kartų didinti su mikroskopu BYK Additives&Instruments DPM 300 (2.3-2.10 pav.).



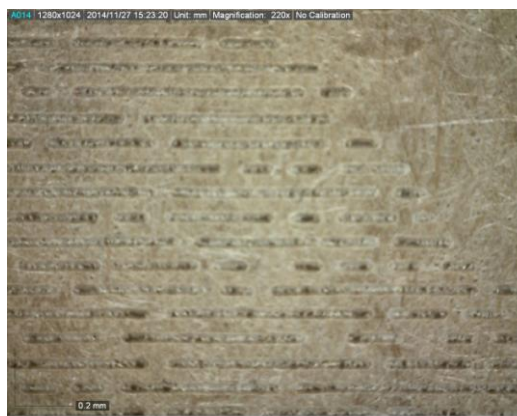
**2.3 pav.** Yueming PN-1080 graviruotas elementas ant popieriaus (240x)



**2.4 pav.** Yueming PN-1080 graviruotas elementas ant dirbtinės odos (240x)



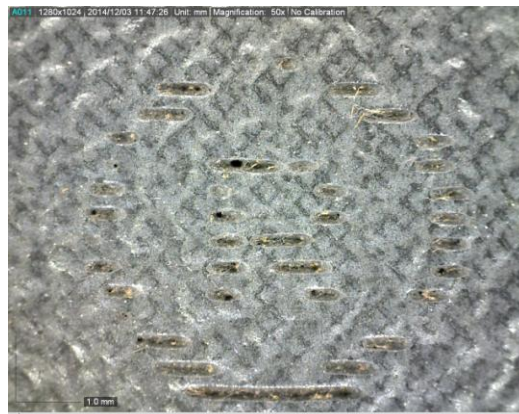
**2.5 pav.** Yueming PN-1080 graviruotas elementas ant trikotažo (240x)



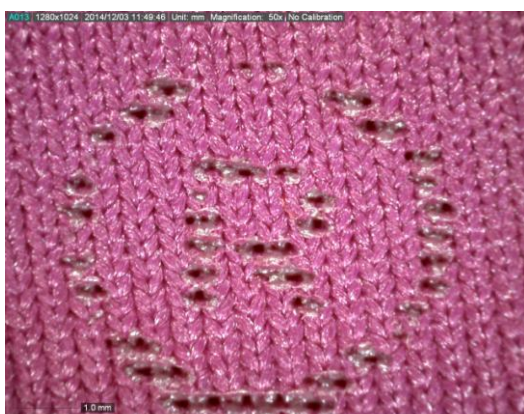
**2.6 pav.** Yueming PN-1080 graviruotas elementas ant kraft popieriaus (240x)



**2.7 pav.** GoldenLase JG-4185 graviruotas elementas ant popieriaus (240x)



**2.8 pav.** GoldenLase JG-4185 graviruotas elementas ant dirbtinės odos (240x)



**2.9 pav.** GoldenLase JG-4185 graviruotas elementas ant trikotažo (240x)

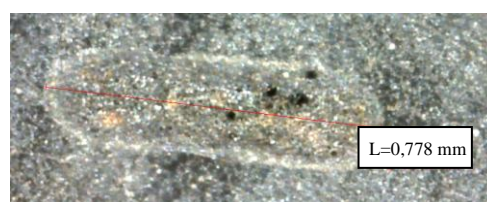


**2.10 pav.** GoldenLase JG-4185 graviruotas elementas ant kraft popieriaus (240x)

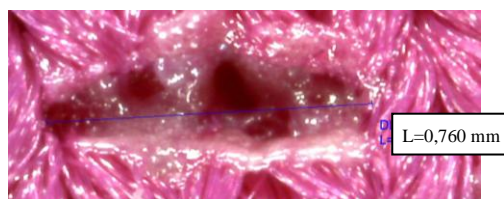
5. Su mikroskopu BYK Additives&Instruments DPM 300 išdidintos nuotraukos, kuriose išmatuotas vieno pasirinkto, graviruoto elemento plotis (2.11-2.14 pav.). Išmatuoti pločiai pateikti 2.4 lentelėje ir pavaizduoti grafiškai (2.15-2.22 pav.).



**2.11 pav.** Kreidinis popierius (didinta 240x)



**2.12 pav.** Dirbtinė oda (didinta 240x)



**2.13 pav.** Trikotažas (didinta 240x)



**2.14 pav.** Kraft popierius (didinta 240x)

## 2.3 Lazerinio graviravimo tyrimų rezultatai

Šioje dalyje yra išanalizuojami vizualinės apžiūros, bandinių įvertinimo pagal penkių balų lentelę ir graviruoto elemento matavimo su mikroskopu atliktų tyrimų rezultatai. Tyrimų rezultatai pateikiami grafiškai ir aprašomi.

### 2.3.1 Vizualinės apžiūros rezultatai ir analizė

Atlikus vizualinę bandinių apžiūrą (žr. 1 priedą), įvertinant kiekvieno bandinio (kreidinio popieriaus, dirbtinės odos, trikotažo ir kraft popieriaus) išgraviruoto vaizdo ryškumą, aiškumą, medžiagos kokybę po graviravimo (ar medžiaga nebuvo išsipešiojusi, visiškai išdegusi ir pan.), buvo nustatyta, kad Yueming PN-1080 lazerio kokybiškiausi bandiniai yra su šiais parametrais: kreidiniam popieriui, kai galia 10%, o greitis 80 mm/s ir kai galia 15%, o greitis 120 mm/s. Dirbtinei odai, kai galia 15% ir greitis 120 mm/s ir kai galia 15%, o greitis 180 mm/s. Trikotažui, kai galia 10 % ir greitis 80 mm/s ir kai galia 15 %, o greitis 180 mm/s. Kraft popieriui, kai galia 10 % ir greitis 80 mm/s ir kai galia 15 %, o greitis 250 mm/s.

Kokybiškiausi bandiniai graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu yra su šiais parametrais: kreidiniam popieriui, kai galia 15 % ir greitis 120 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 120 mm/s. Dirbtinei odai, kai galia 20 % ir greitis 180 mm/s ir kai galia 20 %, o 250 greitis mm/s. Trikotažui, kai galia 15 % ir greitis 120 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 180 mm/s. Kraft popieriui, kai galia 10 % ir greitis 80 mm/s ir kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s.

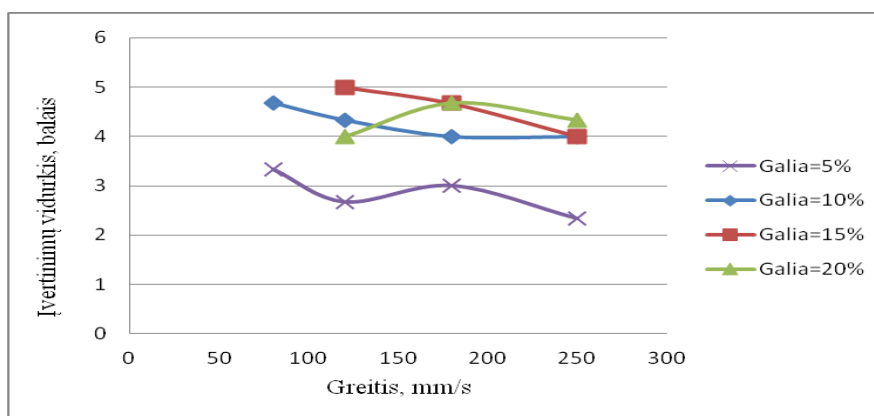
2.3 lentelė

	Yueming PN-1080		GoldenLaser JG-4185	
	Galia, %	Greitis, mm/s	Galia, %	Greitis, mm/s
Kreidinis popierius	10	80	15	120
	15	120	20	120
Dirbtinė oda	15	120	20	180
	15	180	20	250
Trikotažas	10	80	15	120
	15	180	20	180
Kraft popierius	10	80	10	80
	15	250	15	120

Atlikus vizualinę apžiūrą, atrinkta po du geriausius bandinius kiekvienos medžiagos graviruojant su Yueming PN-1080 ir GoldenLaser JG-4185 lazeriais (1.3 lentelė). Galima pastebėti, kad norint išgauti geresnį graviravimo efektą GoldenLaser JG-4185 lazeriui reikia didesnės galios (graviruojant kreidinį popierių, dirbtinę odą ir trikotažą) negu graviruojant Yueming PN-1080 lazeriui.

### 2.3.2 Bandinių pagal penkių balų vertinimą rezultatai ir analizė

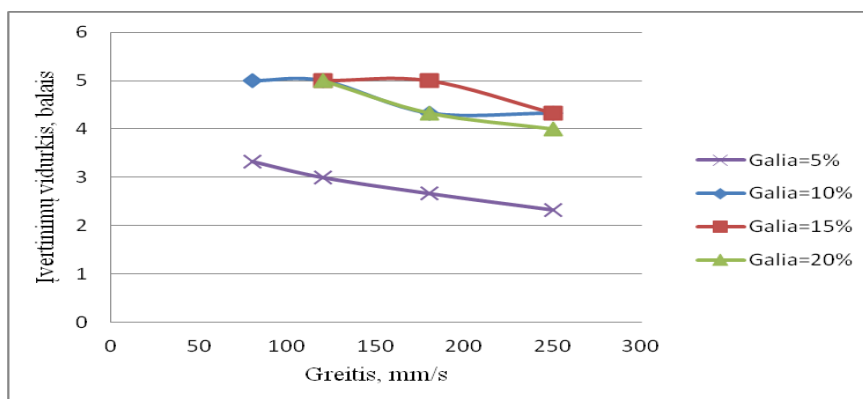
Visi bandiniai įvertinti pagal sudarytus balus (žr. 2.12 lentelę), įvertinant bandinių graviruotų elementų ryškumą, aiškumą ir įvertinant ar lazerio spindulys neperėjo kiaurai medžiagos (neatsirado skylučių) ir apskaičiuoti šių trijų charakteristikų vidurkiai (žr. 2 priedą), pagal kuriuos parengti grafikai.



2.15 pav. Kreidinio popieriaus įvertinimas (Yueming PN-1080)

Graviruojant kreidinį popierių Yueming PN-1080 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: 5 balai, kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s, įvertinimas 4,67 balo, kai galia 15 %, o greitis 180 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 180 mm/s.

Graviruojant kreidinį popierių Yueming PN-1080 lazeriu žemiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: kai galia 5% nepriklausomai nuo greičio (2.15 pav).

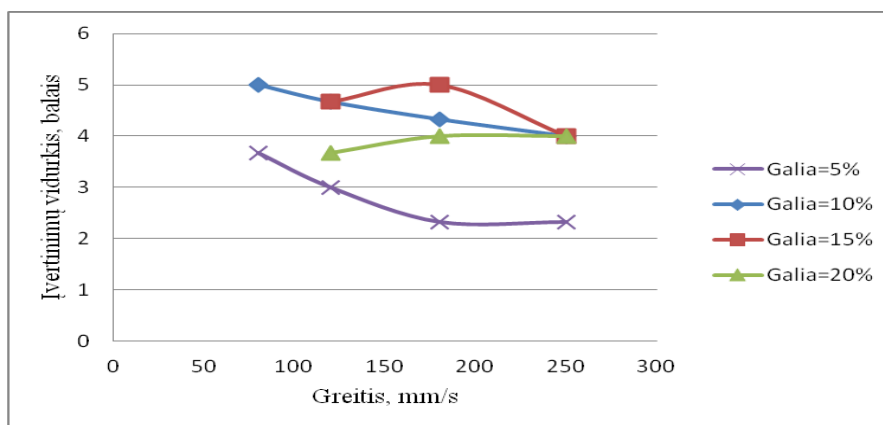


2.16 pav. Dirbtinės odos įvertinimas (Yueming PN-1080)



Graviruojant dirbtinę odą Yueming PN-1080 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 10 %, o greitis 80 arba 120 mm/s, kai galia 15 %, o greitis 120 arba 180 mm/s, kai galia 20 %, o greitis 120 mm/s.

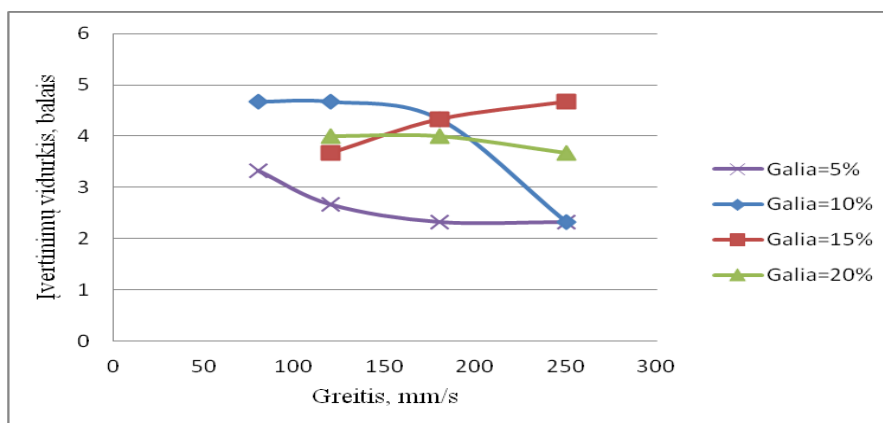
Graviruojant dirbtinę odą Yueming PN-1080 lazeriu žemiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: kai galia 5 % nepriklausomai nuo greičio (2.16 pav.).



2.17 pav. Trikotažo įvertinimas (Yueming PN-1080)

Graviruojant trikotažą Yueming PN-1080 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 10 %, o greitis 80 mm/s arba kai galia 15 %, o greitis 180 mm/s.

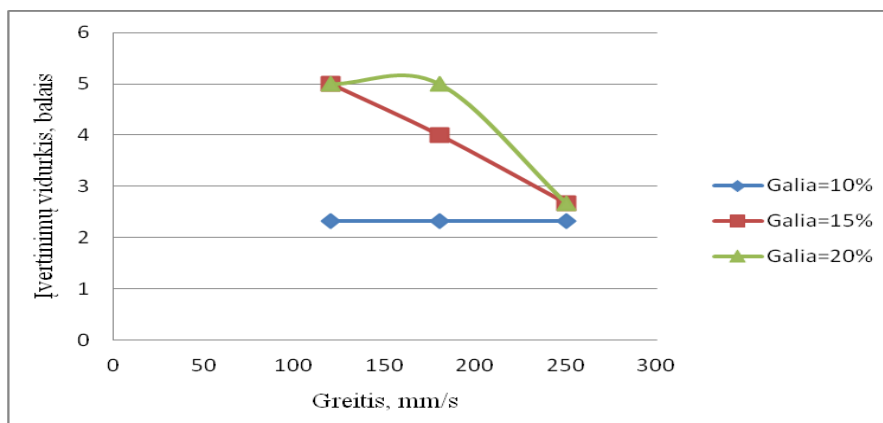
Graviruojant trikotažą Yueming PN-1080 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis yra su šiais parametrais: kai galia 5 % nepriklausomai nuo greičio (2.17 pav.).



2.18 pav. Kraft popieriaus įvertinimas (Yueming PN-1080)

Graviruojant kraft popierių Yueming PN-1080 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 4,67 balo, kai galia 10 %, o greitis 80 ir 120 mm/s arba kai galia 15 %, o greitis 250 mm/s.

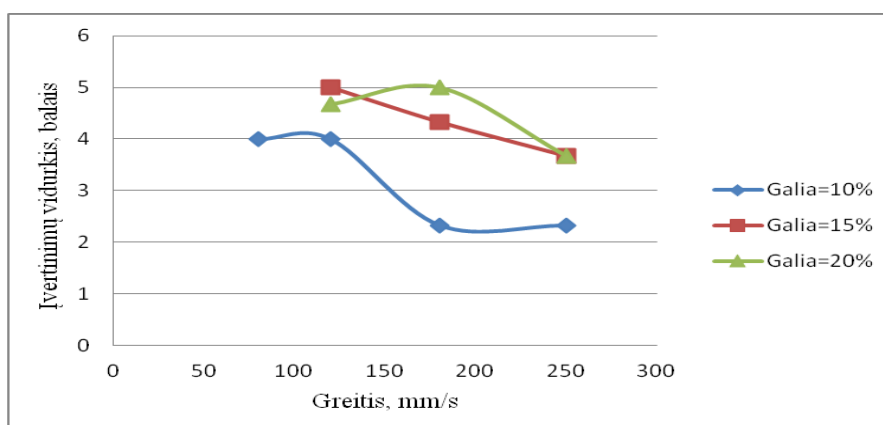
Graviruojant kraft popierių Yueming PN-1080 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis, kai galia 5 % nepriklausomai nuo greičio (2.18 pav.).



**2.19 pav.** Kreidinio popieriaus įvertinimas (GoldenLaser JG-4185)

Graviruojant kreidinį popierių GoldenLaser JG-4185 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 120 arba 180 mm/s.

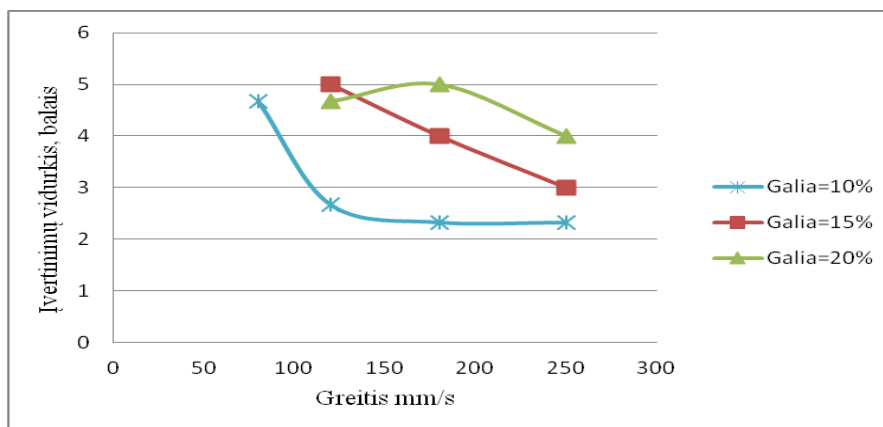
Graviruojant kreidinį popierių GoldenLaser JG-4185 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis yra su šiais parametrais: kai galia 5 % (paveikslėlyje nepavaizduota, nes lazeris visiškai nepaveikė medžiagos) ir kai galia 10 % nepriklausomai nuo greičio (2.19 pav.).



**2.20 pav.** Dirbtinės odos įvertinimas (GoldenLaser JG-4185)

Graviruojant dirbtinę odą GoldenLaser JG-4185 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 180 mm/s.

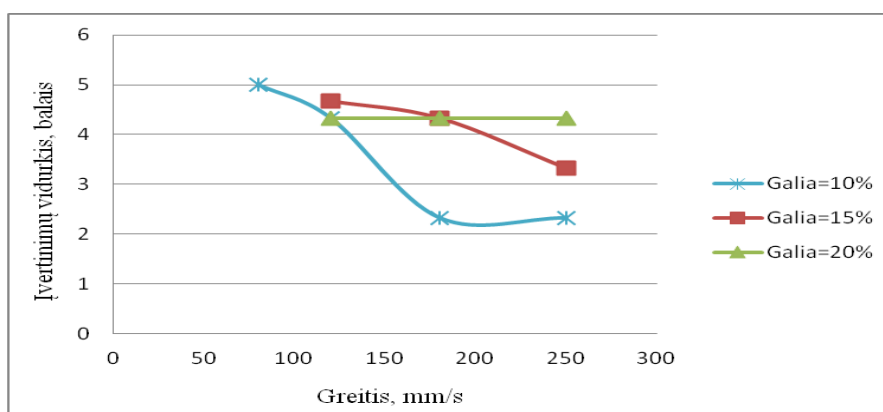
Graviruojant dirbtinę odą GoldenLaser JG-4185 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis yra su šiais parametrais: kai galia 5 % (paveikslėlyje nepavaizduota, nes lazeris visiškai nepaveikė medžiagos) ir kai galia 10 %, o greitis nuo 180 mm/s ir daugiau (2.20 pav).



**2.21 pav.** Trikotažo įvertinimas (GoldenLaser JG-4185)

Graviruojant trikotažą GoldenLaser JG-4185 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s ir kai galia 20 %, o greitis 180 mm/s.

Graviruojant trikotažą GoldenLaser JG-4185 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis yra su šiais parametrais: kai galia 5 % (paveikslėlyje nepavaizduota, nes lazeris visiškai nepaveikė medžiagos) ir kai galia 10 %, o greitis nuo 180 mm/s (2.21 pav.).



**2.22 pav.** Kraft popieriaus įvertinimas (GoldenLaser JG-4185)

Graviruojant kraft popierių GoldenLaser JG-4185 lazeriu aukščiausi graviravimo įvertinimo vidurkiai yra su šiais parametrais: vidurkis 5 balai, kai galia 10 %, o greitis 80 mm/s ir vidurkis 4,67 balo, kai galia 15 %, o greitis 120 mm/s.

Graviruojant kraft popierių GoldenLaser JG-4185 lazeriu žemiausias graviravimo įvertinimo vidurkis yra su šiais parametrais: kai galia 5 % (paveikslėlyje nepavaizduota, nes lazeris visiškai nepaveikė medžiagos) ir kai galia 10 %, o greitis nuo 180 mm/s (2.22 pav.).

## 2.3.2 Graviruoto elemento matavimų rezultatai ir analizė

Kito tyrimo metu, mikroskopo BYK Additives&Instruments DPM 300 kompiuterinės *DinoCapture 2.0* programos pagalba, buvo išmatuoti vieno pasirinkto elemento pločiai. Tyrimo metu buvo matuojami du bandiniai ir išvestas jų vidurkis (2.4 lentelė).

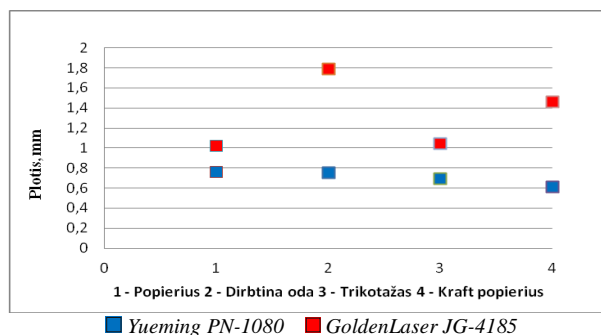
2.4 lentelė

**Graviruoto elemento pločiai**

	Bandinio Nr.	Medžiaga	Plotis, mm	Vidurkis, mm
Yueming PN-1080	1	Kreidinis popierius	0,738	0,761
	2		0,783	
	3	Dirbtinė oda	0,778	0,753
	4		0,728	
	5	Trikotažas	0,760	0,693
	6		0,625	
	7	Kraft popierius	0,619	0,612
	8		0,605	
Golden Laser JG-4185	9	Kreidinis popierius	1,024	1,021
	10		1,017	
	11	Dirbtinė oda	1,423	1,786
	12		2,148	
	13	Trikotažas	0,972	1,042
	14		1,113	
	15	Kraft popierius	1,463	1,463
	16		Nėra elemento	

Graviruojant su Yueming PN-1080 lazeriu graviruoto elemento plotis svyruoja nuo 0,612 mm iki 0,761 mm. Didžiausias elemento plotis 0,761 mm yra graviruojant ant kreidinio popieriaus, mažiausias 0,612 mm yra ant kraft popieriaus.

Graviruojant su GoldenLaser JG-4185 lazeriu graviruoto elemento plotis svyruoja nuo 1,021 mm iki 1,786 mm. Didžiausias elemento plotis 1,786 mm yra graviruojant ant dirbtinės odos, mažiausias 1,021 mm yra ant kreidinio popieriaus (2.4 lentelė).

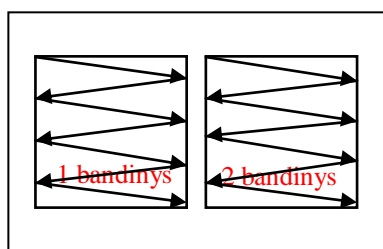


**2.23 pav.** Graviruoto elemento pločių palyginimas

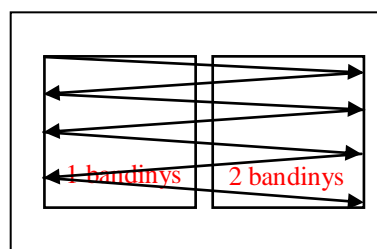
2.23 pav. galima matyti, kad graviruojant su GoldenLaser JG-4185 lazeriu, graviruoto elemento pločiai ant visų medžiagų yra beveik dvigubai didesnio pločio negu graviruojant su



Yueming PN-1080 lazeriu. Ypač didelis skirtumas, tarp abiejų lazerių graviruojamo elemento pločių yra graviruojant ant dirbtinės odos ir kraft popieriaus. Šie skirtumai žmogaus akiai yra nematomi.



**2.24 pav.** Yueming PN-1080 lazerio graviravimo kryptis



**2.25 pav.** GoldenLaser JG-4185 graviravimo kryptis

Yueming PN-1080 lazeris gravuoja vieną bandinį nuo viršaus iki apačios, tada gravuoja sekantį bandinį (2.24 pav.). GoldenLaser JG-4185 gravuoja abu bandinius kartu, darydamas ilgus graviravimo brūkšnius skersai abiejų bandinių (2.25 pav.). Tai paaiškina, kodėl graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu graviravimo laikas ir graviravimo elemento plotis yra didesnis negu Yueming PN-1080 lazerio.

## 2.4 Lazerinio graviravimo tyrimų išvados ir pasiūlymai

Atlikus visus tyrimus ir juos išanalizavus suformuluotos tokios išvados:

1. Graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu reikalinga didesnė galia, negu graviruojant su Yueming PN-1080.
2. Graviruojant Yueming PN-1080 lazeriu, kai galia 5 % visų medžiagų įvertinimai yra patys blogiausi (graviruojamas elementas neiškus ir neryškus). Graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu, kai galia 5 % vaizdas visiškai nematomas, o medžiaga nepažeista.
3. graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu graviravimo trukmė yra ilgesnė, nes lazeris daro beveik dvigubai didesnio pločio graviravimo brūkšnius negu Yueming PN-1080 lazeris, tačiau vaizdo kokybė dėl to nesikeičia.
4. Kreidinis popierius, dirbtinė oda ir trikotažas kokybiškiau išgraviruojamos Yueming PN-1080 lazeriu, o kraft popierius GoldenLaser JG-4185 lazeriu.

Pasiūlymai:

1. Kiekviena medžiaga yra skirtingai paveikiama lazerio, todėl prieš graviruojant galutinį variantą, būtina prieš tai atlikti bandyminį graviravimą.
2. Graviravimui visada naudoti ne mažesnę negu 10 % ir ne didesnę negu 20 % galią.
3. Graviravimui naudoti ne mažesnę negu 80 mm/s ir ne didesnę negu 250 mm/s greitį.

### 3. TECHNOLOGINĖ DALIS

Šioje dalyje atliekamas lazerinio graviravimo projektavimas, pateikiamos technologinės schemos, aprašoma naudojama įranga, gaminama produkcija. Apskaičiuojamos visų technologinių procesų metinės laiko normos, pateikiama lazerinio graviravimo kokybės kontrolė. Apskaičiuojamas reikiamas įrenginių ir darbuotojų kiekis bei apskaičiuojami gamybinių patalpų plotai.

#### 3.1 Lazerinio graviravimo technologinio proceso projektavimas

AB „Audimas“ graviruoja tik tuos produktus, kurie reikalingi įmonės ženklui populiarinti bei įmonės išskirtinumui pabrėžti - tai reklaminė produkcija.

Įmonėje graviruojama produkcija, kurią vienas lazeris gali ir išgraviruoti, ir išpjauti reikiamą formatą, tai vizitinės kortelės, kvietimai, drabužių etiketės, raktų pakabukai, informacinės lentelės, diplomai ir padėkos. Keletas produktų, kurie įmonei tiekiami jau pagaminti, bet be graviravimo, tai užrašų knygutės ir dviejų dydžių popieriniai maišeliai.

3.1 lentelė

**Išleidžiamos produkcijos charakteristikos**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavadinimų sk. per metus	Graviruojamų paviršių skaičius	Tiražas, vnt	Graviruoja mo vaizdo užimamas plotas, %	Medžiagos charakteristika
1	2	3	4	5	6	8	9
1	Vizitinės kortelės	9×5	30	1	200	60	popierius 230 g/m <sup>2</sup>
2	Užrašų knygutės	19,9×11,4	4	1	500	80	dirbtinė oda 230 g/m <sup>2</sup>
3	Kvietimai	10×21	8	2	1 000	60	popierius 230 g/m <sup>2</sup>
4	Popieriniai maišeliai	24×32	2	1	20 000	10	kraft popierius 80 g/m <sup>2</sup>
5	Popieriniai maišeliai	40×39	2	1	10 000	15	kraft popierius 80 g/m <sup>2</sup>
6	Drabužių etiketės	3,8× 1	30	1	5 000	80	trikotažas 180 g/m <sup>2</sup>
7	Raktų pakabukai	5×1	2	1	300	65	fanera 5 mm
8	Informacinės lentelės	7×10	100	1	1	35	fanera 5 mm
9	Atvirukai	10×21	8	2	1 000	80	popierius 230 g/m <sup>2</sup>
10	Padėkos, diplomai	21×29,7	100	1	200	75	popierius 230 g/m <sup>2</sup>

Vizitinės kortelės gaminamos iš kreidinio popieriaus, kurio gramatūra 230g/m<sup>2</sup>. Skirtingų vizitinių kortelių numatoma gaminti 30 pavadinimų per metus po 100 vnt. Vizitines korteles galima graviruoti tik vienoje popieriaus pusėje.

Užrašų knygutės AB „Audimas“ tiekiamos jau pagamintos iš įmonės „V. Jankovskio firma“. Tai B6 dydžio 19,9×11,4 cm formato darbo knyga, su kokybiškos odos pakaitalo viršeliu (dirbtinės odos

gramatūra 230 g/m<sup>2</sup>), rudos arba juodos spalvos, 120 vidinių lapų apimties [10]. Užrašų knygutės skirtos išskirtiniams klientams, užsakovams ar valdybos nariams. Per metus graviruojami keturi skirtingi viršeliai po 500 vnt.

Kvietimai gaminami 8 kartus per metus po 1 000 vnt., tai kvietimai į naujų kolekcijų pristatymus, šventinius renginius ir pan. Kvietimai gaminami perlenkti, iš 230 g/m<sup>2</sup> kreidinio popieriaus, graviruojama ant dviejų kvietimo paviršių, t. y. ant kvietimo viršelio ir vidinis tekstas.

Popieriniai maišeliai įmonei bus tiekiami dviejų dydžių - 24×32 cm ir 40×39 cm iš UAB „Pakuotės centras“ įmonės. Maišeliai pagaminti iš rudo 90 g/m<sup>2</sup> kraft popieriaus su suktomis popierinėmis rankenėlėmis [11]. Jų graviruojamas vaizdas keičiamas du kartus per metus, mažesnių maišelių gaminama po 20 000 vnt., o didesnių po 10 000 vnt. Popieriniai maišeliai skirti parduotuvių klientams supakuoti prekes.

Drabužių etiketės gaminamos 30 skirtingų pavadinimų per metus po 5 000 vnt. Tai mažo dydžio, 3,8×1 cm formato AB „Audimas“ ženklo ir kolekcijos pavadinimų kortelės, kabinamos ant kiekvieno parduodamo drabužio. Jos graviruojamos ir pjaustomos iš 180 g/m<sup>2</sup> trikotažo.

Raktų pakabukai, tai suvenyras išskirtiniams klientams, užsakovams taip pat įmonės valdybos nariams. Gaminami dveji skirtingi raktų pakabukai po 300 vnt. iš faneros.

Informacinės lentelės, tai iš faneros (5 mm storio) išpjauštos 7×10 cm formato lentelės, skirtos kabinti ant durų su reikiama informacija (kabineto numeris, darbo laikas, pavardės ir pan.). Jų skirtingų planuojama gaminti 100 pavadinimų po 1 vnt.

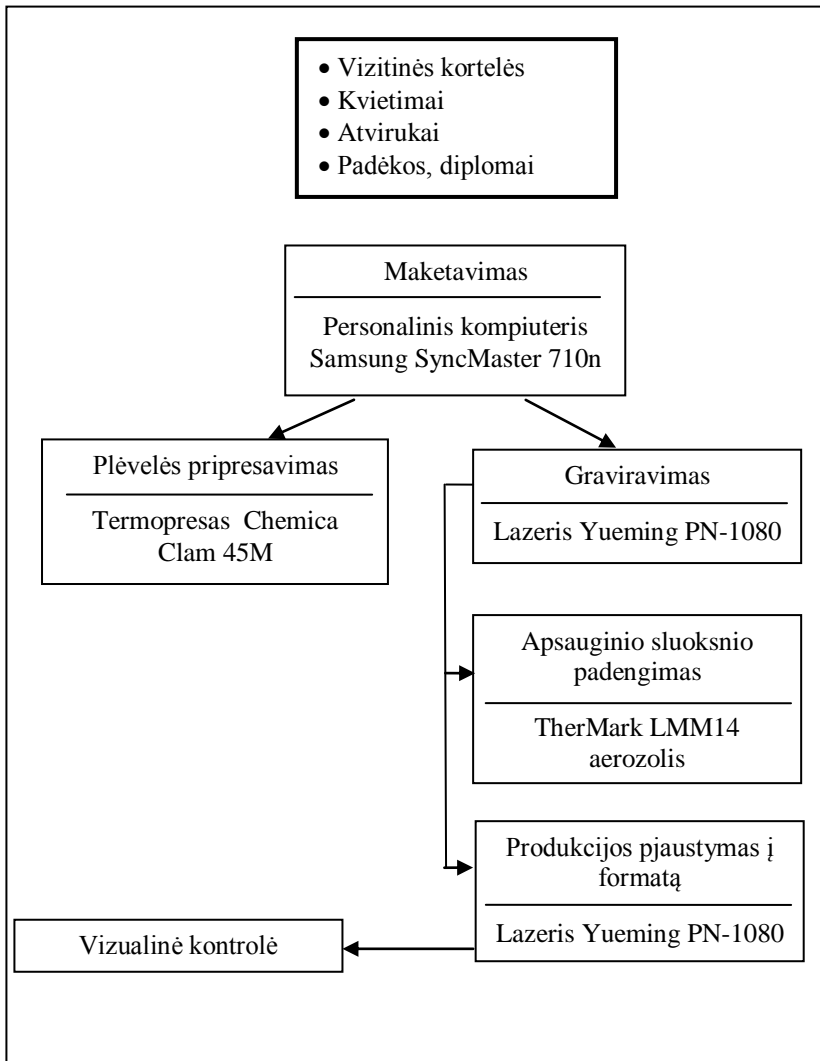
Atvirukai gaminami 8 kartus per metus po 1 000 vnt., iš kreidinio 230 g/m<sup>2</sup> popieriaus. Tai sveikinimai švenčių proga darbuotojams, išskirtiniams klientams, užsakovams ir tiekėjams. Atvirukai gaminami perlenkti, iš 230 g/m<sup>2</sup> kreidinio popieriaus, graviruojama ant dviejų atviruko paviršių, t. y. ant atviruko viršelio ir vidinis tekstas.

Padėkos, diplomai gaminami 21×29,7cm formato iš kreidinio 230 g/m<sup>2</sup> popieriaus. Padėkos, diplomai skirti darbuotojams, užsakovams, išskirtiniams klientams. Numatoma pagaminti 100 skirtingų padėkų ir diplomų 200 vnt. tiražu (3.1 lentelė).

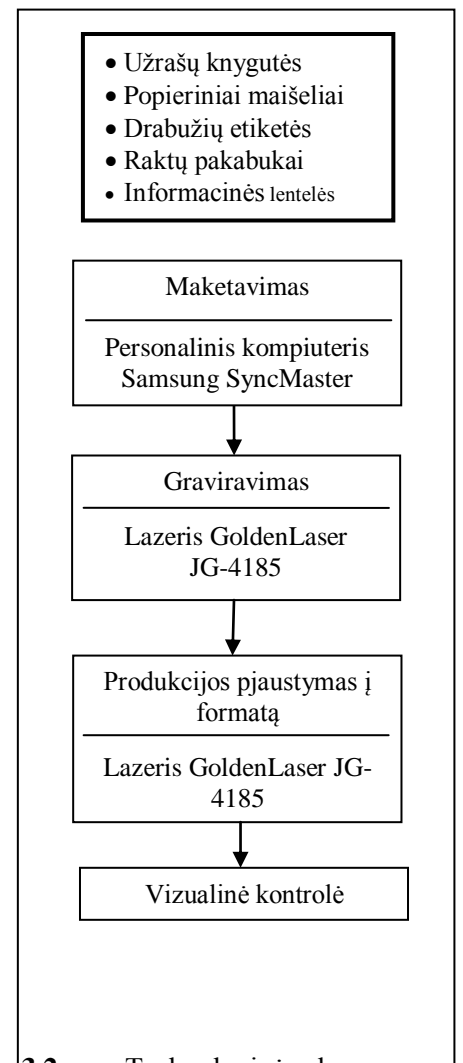
Graviruojama produkcija suskirstyta į dvi grupes:

- pirma grupė, produkcija, kuriai užtenka tik graviravimo ir pjaustymo;
- antra grupė, produkcija, kuriai reikia daugiau operacijų, t. y. plėvelės pripresavimo ir apsauginio sluoksnio padengimo.

Pirmai produktų grupei buvo parinktas Yueming PN-1080 lazeris (3.1 pav.), antrai grupei GoldenLaser JG-4185 lazeris (3.2 pav.).



**3.1 pav.** Technologinė schema Yueming PN-1080 lazerio



**3.2 pav.** Technologinė schema GoldenLaser JG-4185 lazerio

Vizitinės kortelės, kvietimai, atvirukai ir padėkos bus supjaustomi į formatą ir išgraviruojami Yueming PN-1080 lazeriu. Produkcijos paviršius po graviravimo padengiamas apsauginiu sluoksniu *TherMark LMM14* aerozoliu, kad nenusitrintų išdegintas vaizdas, ar neatsirastų skylės ant išgraviruotų elementų. Padengimas apsauginiu sluoksniu yra rankinė operacija.

Produkcijos padailinimui naudojamas plėvelės *T-Tape Poli Flex Premium* pripresavimas Chemica Clam 45M termopresu (žr. 3 priedą), tuomet pagaminta produkcija priklausomai nuo graviravimo gylio atrodys spalvota arba blizganti.

Užrašų knygutės ir popieriniai maišeliai gaunami iš tiekėjų, o graviravimas atliekamas AB „Audimas“ GoldenLaser JG-4185 lazeriu. Drabužių etiketės, raktų pakabukai, informacinės lentelės pjaustomos į formatą ir graviruojamos GoldenLaser JG-4185 lazeriu.

**Gamybinė užduotis produkcijos graviravimui**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Formatas, cm	Pavad. sk. per metus	Tiražas, vnt	Graviruojamo vaizdo užimamas plotas, %	Metinis produkcijos kiekis, vnt
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7=4×5</i>
1	Vizitinės kortelės	9×5	30	200	60	6 000
2	Užrašų knygtės	19,9×11,4	4	500	80	2 000
3	Kvietimai	10×21	8	1 000	60	8 000
4	Popieriniai maišeliai	24×32	2	20 000	10	40 000
5	Popieriniai maišeliai	40×39	2	10 000	15	20 000
6	Drabužių etiketės	3,8× 1	30	5 000	80	150 000
7	Raktų pakabukai	5×1	2	300	65	600
8	Informacinės lentelės	7×10	100	1	35	100
9	Atvirukai	10×21	8	1000	80	8 000
10	Padėkos, diplomai	21×29,7	10	200	75	2 000
Viso:						236 700

Per metus numatoma išgravuoti 236 700 vienetų produkcijos (3.2 lentelė).

**Graviruojamos produkcijos maketavimo darbų trukmės skaičiavimas**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavad. skaičius per metus	Laiko norma maketavimui, h	Metinė laiko norma maketavimui, h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6=4×5</i>
1	Vizitinės kortelės	9×5	30	2	60
2	Užrašų knygtės	19,9×11,4	4	0,5	2
3	Kvietimai	10×21	8	2	16
4	Popieriniai maišeliai	24×32	2	0,501	1,002
5	Popieriniai maišeliai	40×39	2	0,501	1,002
6	Drabužių etiketės	3,8× 1	30	0,334	10,02
7	Raktų pakabukai	5×1	2	1	2
8	Informacinės lentelės	7×10	100	1	100
9	Atvirukai	10×21	8	2	16
10	Padėkos, diplomai	21×29,7	10	2	20
Viso:					219,006

Maketuojant vizitines korteles, kvietimus, atvirukus, padėkas ar diplomus kuriami paveikslukai, tekstas, jiems skiriama po 2 h (įskaitant paveikslukų skenavimą, redagavimą). Užrašų knygučių ir popierinių maišelių maketavimui skiriama 0,5 h, nes dedamas AB „Audimas“ logotipas. Drabužių etikečių maketavimui skiriama 20 min., maketuojamas mažo dydžio AB „Audimas“ logotipas ir kolekcijos pavadinimas. Raktų pakabukų ir informacinių lentelių maketavimui skiriama 1 h, nes maketuojant kuriamas tekstas, papildomai gali būti dedama grafinių elementų ar AB „Audimas“ logotipas.

Metinė laiko norma AB „Audimas“ graviruojamos produkcijos maketavimui yra 219 h ir 1 min (3.3 lentelė).

3.4 lentelė

**Graviruojamos produkcijos graviravimo darbų trukmės skaičiavimas Yueming PN-1080 lazerio**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavad. sk. per metus	Tiražas, vnt	Metinis produkcijos kiekis, vnt	Laiko norma graviravimui, h	Metinė laiko norma graviravimui, h
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=6×7
1	Vizitinės kortelės	9×5	30	200	6 000	0,0501	300,6
2	Kvietimai	10×21	8	1 000	8 000	0,1	800
3	Atvirukai	10×21	8	1 000	8 000	0,1	800
4	Padėkos, diplomai	21×29,7	10	200	2 000	0,134	268
Viso:							2 168,6

Vizitinės kortelės graviruojamos 3 min., t. y. 0,0501 h. Kvietimai, atvirukai 6 min, t. y. 0,1 h (graviruojami du paviršiai), padėkos ir diplomai 8 min., t. y. 0,134 h. Visos laiko normos nurodytos su pasiruošimu.

Lazerio Yueming PN-1080 metinė laiko norma graviravimui yra 2 168 h ir 36 min (3.4 lentelė).

3.5 lentelė

**Graviruojamos produkcijos graviravimo darbų trukmės skaičiavimas GoldenLaser JG-4185 lazerio**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Pavad. sk. per metus	Tiražas, vnt	Metinis produkcijos kiekis, vnt	Laiko norma graviravimui, h	Metinė laiko norma graviravimui, h
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=6×7
1	Užrašų knygutės	19,9×11,4	4	500	2 000	0,05	100
2	Popieriniai maišeliai	24×32	2	20 000	40 000	0,0334	1 336
3	Popieriniai maišeliai	40×39	2	40 000	20 000	0,0334	668
4	Drabužių etiketės	3,8× 1	30	5 000	150 000	0,00836	1 254
5	Raktų pakabukai	5×1	2	300	600	0,0167	10,02
6	Informacinės lentelės	7×10	100	1	100	0,0833	8,33
Viso:							3 376,35

Užrašų knygučių graviravimui skiriamos 3 min. t. y. 0,05 h. Popieriniai maišeliai graviruojami 2 min., t. y. 0,0334 h. Drabužių etikečių graviravimui skiriama 0,5 min, t. y. 0,00833 h. Raktų pakabukų graviravimas trunka 1 min., t. y. 0,0167 h. Informacinėms lentelėms skiriamos 4 min., t. y. 0,0668 h. Visos laiko normos nurodytos su pasiruošimu.

Lazerio GoldenLaser JG-4185 metinė laiko norma graviravimui 3 376 h ir 21 min (3.5 lentelė).

Darbo imlumas plėvelės pripresavimui per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produk. formatas, cm	Metinis produk. kiekis, vnt	Produk. kiekis vienam pripresa v.	Metinis pripresav. skaičius	Laiko norma vienam pripresav., h	Metinė laiko norma pripresav., h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	$7=7 \times 8$
1	Vizitinės kortelės	9×5	6 000	28	215	0,025	5,375
2	Kvietimai	10×21	8 000	8	1 000	0,025	25
4	Atvirukai	10×21	8 000	8	1 000	0,025	25
5	Padėkos, diplomai	21×29,7	2 000	2	1 000	0,025	25
Viso:							80,375

Plėvelė *T-Tape Poli Flex Premium* sukirpta 37×42 cm formatu, termopreso Chemica Clam 45M plokštės darbinis plotas 35×40 cm (žr. 3 priedą). Plėvelės formatas yra didesnis už termopreso darbinį plotą, 2 cm nuo krašto yra apsaugos zona, nes plėvelės kraštai gali būti apsilamdę ar atsilupę. Vienam galutiniam pripresavimui reikia 170C° temperatūros ir 30 s prispaudimui nepriklausomai nuo medžiagos rūšies. Plėvelės ir medžiagos uždėjimui ant preso bei apsauginio plėvelės sluoksnio nulupimui po prispaudimo reikia dar 1 min, tai reiškia, kad vieno preso prispaudimo laikas su galutiniu paruošimu yra 1,5 min, t. y. 0,025 h.

Metinis pripresavimų skaičius apskaičiuojamas: metinį gaminių skaičių padaliname iš produkcijos skaičiaus telpančio ant preso plokštės, kurios darbinis formatas 35×40 cm, į šį formatą vizitinių kortelių telpa 28 vnt, kvietimų ar atvirukų 8 vnt, padėkų, diplomų 2 vnt.

Metinė laiko norma AB „Audimas“ graviruojamos produkcijos plėvelės pripresavimui reikės 80,375 h, t. y. 80 h ir 23 min (3.6 lentelė).

Darbo imlumas apsauginio sluoksnio padengimui per metus

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Produkcijos formatas, cm	Metinis produkcijos kiekis, vnt.	Laiko norma 1 vnt. apsaug. sluoksnio padengimui, h	Metinė laiko norma produkcijos apsaug. sluoksnio padengimui, h
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	$6=4 \times 5$
1	Vizitinės kortelės	9×5	6 000	0,00833	49,98
2	Kvietimai	10×21	8 000	0,0167	133,6
3	Atvirukai	10×21	8 000	0,0167	133,6
4	Padėkos, diplomai	21×29,7	2 000	0,0111	22,2
Viso:					339,38

Apsauginio sluoksnio padengimas yra rankinė operacija, kadangi ji atliekama prieš pjaustant produkciją į formatą, tai viso formato apsauginio sluoksnio padengimas užtrunka trumpiau, nei kiekvieno supjaustyto vieneto atskirai. Vizitinės kortelės apsauginio sluoksnio padengimas trunka 30 s, t. y. 0,00833 h, kvietimo ar atviruko apsauginio sluoksnio padengimas trunka 1 min, t. y. 0,0167 h, padėkos ar diplomo apsauginio sluoksnio padengimas trunka 40 s, t. y. 0,0111 h. Visos laiko normos nurodytos su pasiruošimu.

Metinė laiko norma graviruojamos produkcijos apsauginio sluoksnio padengimui yra 339,38 h t. y. 339 h ir 23 min (3.9 lentelė).

3.8 lentelė

**Darbo imlumas produkcijos pjaustymui per metus Yueming PN-1080 lazeriu**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Medžiagos pavadinimas	Metinis produkcijos kiekis	Produkto matmenys, cm	Laiko norma vieno vnt. išplovimui, h	Metinė laiko norma pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7=4×6
1	Vizitinės kortelės	popierius	6 000	9×5	0,00555	33,3
2	Kvietimai	popierius	8 000	10×21	0,0111	88,8
3	Atvirukai	popierius	8 000	10×21	0,0111	88,8
4	Padėkos, diplomai	popierius	2 000	21×29,7	0,0111	22,2
Viso:						233,1

Yueming PN-1080 lazerio darbinio ploto formatas yra 100×80 cm (žr. 3 priedą). Kreidinis popierius sukirptas 50×40 cm, vieno graviravimo metu telpa 2 popieriaus lapai. Laiko norma vienos vizitinės kortelės išplovimui yra 20 s, t. y. 0,00555 h, kvietimo, atviruko, padėkos ar diplomo išplovimui 40 s, t. y. 0,0111 h. Visos laiko normos nurodytos su pasiruošimu.

Metinė laiko norma produkcijos pjaustymui Yueming PN-1080 lazeriu yra 233,1,52 h, t. y. 233 h ir 6 min (3.7 lentelė).

3.9 lentelė

**Darbo imlumas produkcijos pjaustymui per metus GoldenLaser JG-4185 lazeriu**

Eil. Nr.	Produkcijos pavadinimas	Medžiagos pavadinimas	Metinis produkcijos kiekis	Produkto matmenys, cm	Laiko norma vieno vnt. išplovimui, h	Metinė laiko norma pjaustymui, h
1	2	3	4	5	6	7=4×6
1	Drabužių etiketės	trikotažas	150 000	3,8×1	0,00138	207
2	Raktų pakabukai	fanera	600	5×1	0,00833	4,998
3	Informacinės lentelės	fanera	100	7×10	0,0167	1,67
Viso:						213,668



GoldenLaser JG-4185 lazerio darbinio ploto formatas yra 41×85 cm (žr. 3 priedą), trikotažas ir fanera yra paruoštos 40×80 cm formatu. Drabužių etiketės išpjovimas trunka 5 s, t. y. 0,00138 h, raktų pakabuko išpjovimas 30 s, t. y. 0,00277 h, informacinės lentelės išpjovimas 1 min t. y. 0,0167 h. Visos laiko normos nurodytos su pasiruošimu.

Metinė laiko norma produkcijos pjaustymui GoldenLaser JG-4185 lazeriu yra 213,668 h, t. y. 213 ir 40 min (3.8 lentelė).

### **3.2 Lazerinio graviravimo technologinio proceso kokybės kontrolė**

Nekokybišku gaminy tampa dėl įvairių priežasčių, kurias reikia nustatyti ir pašalinti. Tik tada galima išvengti nekokybiškos produkcijos. Kokybė gali blogėti ne tik graviruojamos produkcijos gamybos metu, bet ir esant nekokybiškoms medžiagoms, jų sandėliavimui taip pat esant sugedus vienam iš gamybai naudojamų įrenginių. Norint išgauti geriausią kokybę, reikia atsižvelgti į:

1. Maketavimo procesą. Visos maketavimo klaidos, tokios kaip netinkamas grafinių elementų parinkimas, gramatinės ar rašybos klaidos, netinkamas dizaino išpildymas, blogai konvertuoti paveikslukai yra nebepataisomos, jei gaminy jau yra gamybos eigoje.

2. Medžiagas. Prieš gamybą visos naudojamos medžiagos turi būti kruopščiai patikrinamos, ar nėra defektų, nusitrynimų, pažeidimų ir t. t.

3. Gamybos operacijas. Gamybos metu graviruojama produkcija turi būti tikrinama po kiekvienos operacijos, nekokybiški gaminiai tuoj pat turi būti nurašomi ir pašalinami iš gamybos.

4. Technologijas. Visi įrenginiai turi būti griežtai prižiūrimi operatoriaus, turi būti vykdomi visi techniniai įrenginio reikalavimai.

5. Kontrolės metodus. Kiekvienas darbuotojas turi prižiūrėti savo valdomą įrenginį ir visos gamybos metu stebėti produkcijos gamybos eigą ir tikrinti graviruojamų produktų kokybę.

6. Sandėliavimą. Tai vienas iš svarbiausių veiksnių užtikrinti medžiagų kokybę, jos turi būti laikomos tinkamoje temperatūroje, tam skirtose patalpose, tinkamai supakuotos ir sukomplektuotos.

7. Eksploatavimo priežiūrą. Norint, kad įrenginiai ilgiau tarnautų ir kokybiškai veiktų, juos privaloma eksploatuoti kas tam tikrą laiką

8. Remonto darbus. Sutrikus įrenginių darbui ar pastebėjus nesklandumų, būtina įrenginius remontuoti, tam kad jie veiktų kokybiškai ir našiai.

Visi šie elementai glaudžiai tarpusavyje susiję. Atsiradus defektams viename etape, nukenčia kitas etapas, o gal net visa sistema. Todėl visos gamybos eigoje reikia reikia kontroliuoti kokybę.

**Technologinių procesų kokybės požymiai**

Eil. Nr.	Technologinis procesas	Geros kokybės požymiai	Blogos kokybės požymiai
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Maketavimas	Geros kokybės, raškos paveikslukai, nėra gramatinių klaidų	Tekstas su klaidomis, paveikslukai blogos kokybės, raškos
2	Plėvelės pripresavimas	Plėvelė visiškai prisiklijavus, gražiai nuimtas apsauginis sluoksnis	Kreivai uždėta plėvelė arba per trumpas klijavimo laikas, plėvelė visiškai neprilipus
3	Graviravimas	Graviruotos vietos neišdegusios, nepereina kiaurai medžiagos, neišsipešiojusi medžiaga, vaizdas aiškus, matomas	Graviruotos vietos išdegusios, smarkiai patamsėjusios arba pereina kiaurai medžiagą, matosi skylutės, medžiaga išsipešiojusi, neaiškus, blogai matomas graviruotas vaizdas
4	Apsauginio sluoksnio padengimas	Apsauginis sluoksnis padengiamas plonu beveik nematomu sluoksniu	Apsauginis sluoksnis užpurkštas storai, matosi purškimo vietos
5	Pjaustymas	Išpjauto gaminio kraštai lygūs, visiškai ir švariai išpjauti	Išpjauto gaminio kraštai apdege, apanglėję arba gaminys neišpjautas iki galo su likusiais medžiagos plaušeliais

3.10 lentelėje nurodyti geros ir blogos kokybės požymiai kiekviename graviruojamos produkcijos technologiniame procese, tai įrodo koks svarbus operatoriaus vaidmuo kokybiško gaminio gavimui, nes nuo jo priklauso įrenginio veikimas ir kontroliavimas.

**Technologinių procesų kokybės kontrolės valdymas**

Eil. Nr.	Operacija	Įranga	Kontrolės metodas	Atsakingas asmuo
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Maketavimas	Kompiuteris Samsung SyncMaster 710n	Vizualinis	Maketuotojas
2	Plėvelės pripresavimas	Termopresas Chemica Clam 45M	Vizualinis	Operatorius
3	Graviravimas	Lazeris Yueming PN-1080	Vizualinis	Lazerio operatorius 1
4		Lazeris GoldenLaser JG-4185	Vizualinis	Lazerio operatorius 2
5	Apsauginio sluoksnio padengimas	Rankinė operacija	Vizualinis	Pagalbinis darbuotojas
6	Pjaustymas	Lazeris Yueming PN-1080	Vizualinis	Lazerio operatorius 1
7		Lazeris GoldenLaser JG-4185	Vizualinis	Lazerio operatorius 2

Maketavimo operaciją atlieka maketuotojas kompiuteriu Samsung SyncMaster 710n, sumaketuoti darbai tikrinami vizualiai, gramatinės klaidos dar gali būti tikrinamos kompiuterinės programos pagalba.

Plėvelės pripresavimo operaciją termopresu Chemica Clam 45M atlieka operatorius, jis atlieka vizualinę plėvelės pripresavimo kontrolę, ar plėvelė tinkamai prilipus, ar buvo panaudotas tinkamas presavimo laikas (galutinis pripresavimas visada yra 30 s nepriklausomai nuo medžiagos rūšies), jei tai pirminė produkcijos gamybos operacija, operatorius turi vizualiai apžiūrėti medžiagas, kad jos nebūtų brokuotos.

Graviravimo operaciją atlieka lazerio operatorius, lazerio operatorius 1 dirba su Yueming PN-1080 lazeriu, lazerio operatorius 2 dirba su GoldenLaser JG-4185 lazeriu. Graviruota produkcija tikrinama vizualiai, jei tai pirminė produkcijos gamybos operacija, operatorius turi prieš graviravimą vizualiai apžiūrėti medžiagas, kad jos nebūtų brokuotos. Lazerio operatorius vizualiai patikrina ir maketą.

Apsauginio sluoksnio padengimo operacija atliekama rankiniu būdu, ją atlieka pagalbinis darbuotojas. Atlikta operacija tikrinama vizualiai.

Pjaustymo operaciją atlieka tas pats operatorius su tuo pačiu lazeriu, kuris atlieka graviravimo operaciją. Pjaustymo kokybę tikrinama vizualiai (3.11 lentelė).

Visą produkcijos gaminimo eigą prižiūri gamybos technologas, esant neaiškumams, gedimams ar neatitikimams pranešama jam.

### 3.3 Įrengimų ir darbuotojų kiekio skaičiavimas

Įrengimų skaičiavimui reikalingi šie pradiniai duomenys:

1. režiminis  $F_r$ ;
2. įrengimų laiko ir išdirbio normos, atliekant technologines operacijas;
3. įrengimų apkrovimo dydis.

Režiminis įrenginio darbo laiko fondas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_r = [(D_d \times t_v) - D_{pršv} \times A] \times p, h \quad (1)$$

$$F_r = [(252 \times 8) - 7 \times 1] \times 2 = 4\ 018\ h$$

$$D_d = D_k - D_{iš} - D_{šv} \quad (2)$$

$$D_d = 365 - 104 - 9 = 252$$

$F_r$  – režiminis įrenginio darbo laiko fondas, h

$D_d$  – darbo dienų skaičius per metus;

$t_v$  – pamainos darbo trukmė, h

$D_{pršv}$  – priešventinių dienų skaičius;

$A$  – priešventinės dienos pamainos trukmės sutrumpinimas, h

$p$  – pamainų skaičius;

$D_k$  – metinis kalendorinių dienų skaičius;

$D_{iš}$  – metinis išeiginių dienų skaičius;

$D_{šv}$  – metinis šventinių dienų skaičius;

3.12 lentelė

**Įrenginių darbo laiko fondo skaičiavimas**

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	$F_r$ , h	$T_e$ , m	Įrenginių prastovos dėl remonto ir apžiūrų, h					$n$ , %	Įrenginio technologinių sustojimų laikas per metus $f_{ts}$ , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas $F_m$ , h	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu $F_{mp}$ , h
				dėl remonto				dėl apžiūrų				
				$f_k$	$f_t$	$f_p$	$t_{rem}$	$f_o$				
1	2	3	4	5	6	7	$8=5+6+7$	9	10	11	$12=3-8-9-11$	13=3-8
1	Lazeris Yueming PN-1080	4018	28	30	69	69	168	196	2	80,36	3 573,64	3 850
2	Lazeris GoldenLaser JG-4185	4018	20	21	68	76,5	165,5	140	2	80,36	3 632,14	3 852,5
3	Termopresas Chemica Clam 45M	4018	15	6	13	22,5	41,5	105	1	40,18	3 831,32	3 976,5

$T_e$  – įrenginių tarnavimo laikas, metais.

$f_k$  – kapitalinis remontas, h. Priklausomai nuo įrenginio, kapitalinis remontas yra atliekamas vieną kartą į 6-10 metų. Skaičiavimuose kapitalinio remonto laikas yra išdalinamas visam pasirinktam laikui tarp remontų. Yueming PN-1080 lazeris 5 kartai po 6h, GoldenLaser JG-4185 lazeris 3 kartai po 7 h, termopresas Chemica Clam 45M 2 kartai po 3h.

$f_t$  – einamasis remontas, h. Atliekamas vieną kartą į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas. Yueming PN-1080 lazeris 23 kartai po 3h, GoldenLaser JG-4185 17 kartu po 4 h, termopresas Chemica Clam 45M 13 kartu po 1h.

$f_p$  – patikrinimas, h. Vykdomas tris kartus į metus, išskyrus tuos metus, kaip atliekamas kapitalinis remontas. Į lentelę yra įrašomas bendras trijų patikrinimų laikas. Yueming PN-1080 lazeris 23 metai×3 kartai×po 1 h, GoldenLaser JG-4185 17 metų×3 kartai×po 1,5 h, termopresas Chemica Clam 45M 15 metų×3 kartai×po 0,5 h.

$f_o$  – apžiūros, h. Atliekamos septynis kartus į metus. Į lentelę yra įrašomas bendras septynių patikrinimų laikas. Yueming PN-1080 7 kartai×28 metai, GoldenLaser JG-4185 7 kartai×20 metų, termopresas Chemica Clam 45M 7 kartai×15 metų.

$t_{rem}$  – metinis remonto laikas, h

$$t_{rem} = f_k + f_t + f_p, \text{ h} \quad (3)$$

$n$  – koeficientas, įvertinantis papildomą laiko fondą ( $n=1\div 4\%$ ). Kuo įrenginys sudėtingesnės konstrukcijos, kuo sudėtingesni veikimo mechanizmai, tuo papildomų sustojimų tikimybė didesnė, tai ir koeficientas parenkamas didesnis. Koeficientas  $n$  lazeriams 2%, termopresui 1%.

$f_{ps}$  – įrenginio papildomų sustojimų laikas, h;

$f_{ts}$  – įrenginio technologinių sustojimų laikas, h;

$$f_{ts} = f_{ps} = \frac{F_r \times n}{100}, \text{ h} \quad (4)$$

$F_m$  – metinis įrenginio darbo laiko fondas, h;

$F_{mp}$  – metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, h;

3.13 lentelė

**Kompiuterinės įrangos darbo laiko fondo skaičiavimas**

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	$F_r, \text{ h}$	$T_e, \text{ m}$	Įrenginių prastovos dėl apžiūrų $f_o, \text{ h}$	$n, \%$	Įrenginio papildomų sustojimų laikas per metus $f_{ps}, \text{ h}$	Įrenginio darbo laikas per metus $F_m, \text{ h}$	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu $F_{mp}, \text{ h}$
1	2	3	4	5	6	7	8=3-5-7	9=3-7
1	Kompiuteris Samsung SyncMaster 710n	4018	8	56	1	40,18	3 921,82	3 977,82

$f_o$  = apžiūros, h. Atliekamos septynis kartus į metus. Į lentelę yra įrašomas bendras septynių patikrinimų laikas. 7 kartai×8 metai=56 h.

$n$  = koeficientas, įvertinantis papildomą laiko fondą  $n=1\%$ .

3.14 lentelė

**Įrenginių kiekio skaičiavimas**

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Metinė laiko norma, M, h	Metinis įrenginių darbo laiko fondas, $F_m, \text{ h}$	Normų vykdymo koeficientas, $k_{bn}$	Įrenginių kiekis	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	6=3/(4×5)	7
1	Kompiuteris Samsung SyncMaster 710n	219,006	3 921,82	1,1	0,05	1
2	Lazeris Yueming PN-1080 graviravimas + pjaustymas	2 401,7	3 573,64	1,1	0,61	1
3	Lazeris GoldenLaser JG-4185 graviravimas + pjaustymas	3590,018	3 632,14	1,1	0,9	1
4	Termopresas Chemica Clam 45M	80,375	3 831,32	1,1	0,019	1

Apskaičiavus įrenginių kiekį (3.14 lentelė) buvo nustatyta, kad šiame projektuojamame darbe lazeris GoldenLaser JG-4185 yra pilnai apkraunamas, lazeris Yueming PN-1080 apkraunamas mažiau, todėl, atsiradus brokams ar padidėjus užsakymams nereikės pirkti papildomo lazerio. Termopreso Chemica Clam 45M apkrovimas labai mažas, tačiau privalumas tas, kad termopresą

galima naudoti tik tada kada reikia, nes jis įkaista per 20–30 min, o išjungtas nenaudoja elektros energijos. Kompiuterio Samsung SyncMaster 710n apkrova taip pat labai maža, tačiau be maketavimo kompiuteris dar gali būti naudojamas kitiems darbams, pvz.: bendravimui elektroniniu paštu su tiekėjais, valdžia taip pat norint sukurti kompiuterinį maketą ir galutinę išgraviruotą produkciją.

3.15 lentelė

**Reikiamų darbuotojų skaičiaus skaičiavimas**

Eil. Nr.	Profesija	Metinis įrenginio darbo laiko fondas su personalu, $F_{mp}$ , h	Apskaičiuotas įrenginių kiekis, $N_{ir}$	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, $F_{ef}$ , h	Darbuotojų skaičius	
					Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	5	$6=(3 \times 4)/5$	7
1	Maketuotojas	3 977,82	0,05	3455,48	0,057	1
3	Lazerio operatorius 1	3 850	0,61	3455,48	0,679	1
4	Lazerio operatorius 2	3 852,5	0,9	3455,48	1,003	1
2	Termopreso operatorius	3 976,5	0,019	3455,48	0,022	1

Įrenginių kiekis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{ir} = M / (F_m \times k_{bn}) \quad (5)$$

Pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_{ef} = F_r (1 - k_n), h \quad (6)$$

$F_{ef}$  – pagrindinis (naudingas, efektyvus) darbuotojo darbo laiko fondas, h

$k_n$  – koeficientas, parodantis darbo laiko nuostolius, esant darbuotojų atostogoms 24 darbo dienos ( $k_n=0,14$ ).

3.16 lentelė

**Reikiamų darbuotojų (rankiniam darbui) skaičiaus skaičiavimas**

Eil. Nr.	Profesija	Metinė laiko norma, M, h	Pagrindinis darbuotojo darbo laiko fondas, $F_{ef}$ , h	Darbuotojų skaičius	
				Skaičiuotas	Priimtas
1	2	3	4	$5=3/4$	6
1	Pagalbinis darbuotojas	339,38	3455,48	0,1	1

Reikiamas darbuotojų skaičius apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_{darb} = M / F_{ef} \quad (7)$$

Pagalbinis darbuotojas gamybiniame ceche atlieka ne tik apsauginio sluoksnio padengimo darbus, bet ir kitus pagalbinius darbus gamybiniame ceche ir sandėlyje.

### 3.4. Gamybinių plotų skaičiavimas bei įrangos išdėstymas

Gamybinės patalpos - tai lazerinio grairavimo gamybos cechasis ir apsauginio sluoksnio padengimo patalpa. Žinant reikiamą įrenginių kiekį parenkami atitinkami baldai ir apskaičiuojamas įrenginių ir baldų užimamas plotas projektuojamoje patalpoje (3.17 lentelė).

3.17 lentelė

Įrengimų ir baldų užimamas plotas projektuojamame skyriuje

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis, vnt.	Matmenys, m	Užimamas plotas, m <sup>2</sup>	
				vieno	visų
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6=3×5</i>
1	Kompiuteris Samsung	3	-	-	-
2	Lazeris Yueming PN-1080	1	1,6×1,3	2,1	2,1
3	Lazeris GoldenLaser JG-4185	1	1,3×0,9	1,2	1,2
4	Termopresas Chemica Clam 45M	1	0,5×0,4	0,2	0,2
5	Aušinimo sistema	2	0,5×0,3	0,2	0,4
6	Kompiuterio stalas	3	0,8×0,6	0,5	1,5
7	Stalas	5	1,6×0,7	1,1	5,5
8	Kėdės	4	0,6×0,6	0,4	1,6
9	Lentyna	5	0,9×0,4	0,4	2
Viso:					14,5

Gamybinėje patalpoje reikalingi 4 kompiuteriai ir kompiuteriniai stalai (*Atriss BIU 117*) 1 maketavimui, 2 prie lazerių. Aušinimo sistema (*SL-2*) turi būti prie abiejų lazerių. Medžiagų pasidėjimui ir jų apžiūrai turi būti stalai (*Largo PBIU/7/16*) 2 prie lazerių, 1 prie termopreso, 1 apsauginio sluoksnio patalpoje ir 1 ant kurio padėtas termopresas. Reikalingos 4 kėdės (*Ulysse*) 1 prie maketavimo, 2 prie lazerių, 1 prie termopreso. Projektuojamame darbe yra 5 lentynos (*Venom Mix REG 90*), susidėti įrankiams, medžiagoms, brėžiniams, 2 prie lazerių, 1 prie termopreso, 1 prie maketavimo stalo, 1 apsauginio sluoksnio patalpoje. Sandėlyje 1 stelažas (*Crosser*) sudėti, sukomplektuoti medžiagas.

Pradinėje projektavimo stadijoje galima tik apytiksliai apskaičiuoti reikiamą gamybinių patalpų plotą pagal formulę:

$$S_l = K_y \sum S_M \quad (8)$$

$S_1$  – reikalingas cecho plotas,  $m^2$ ;

$S_M$  – įrenginių ir baldų užimamas plotas,  $m^2$

$K_y$  – koeficientas, įvertinantis technologinio cecho ploto ir pagrindinių įrengimų bei baldų užimamo ploto santykį, jis priklauso nuo įrengimų atliekamo darbo – šiuo atveju parenkamas 3,6.

$$S_1 = 3,6 \times 14,5 = 52,2 \text{ m}^2$$



## 4. DARBŲ SAUGA IR EKOLOGIJA

Šioje dalyje apžvelgiami profesinės rizikos vertinimo etapai lazerinio graviravimo gamybiniame ceche, nurodant kylančius pavojus ir apsaugojimo priemones nuo jų. Taip pat apžvelgiama ekologija įmonės viduje ir kokių ekologinių veiksnių dar bus imtasi ateityje.

### 4.1. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta [19]. Profesinės rizikos įvertinimo etapai:

**1 etapas.** Rizikos vertinimo objektų nustatymas (rizikos identifikavimas). Nustatomos vietos, kur darbuotojai gali būti veikiami rizikos veiksnių, jos identifikuojamos.

#### 1. Gamybinė patalpa:

1.1 graviravimo lazeris – judantys mechanizmai gali sužaloti žmogaus rankas, pirštus. Per arti pasilenkus prie veikiančio lazerio, jo spindulys gali nudeginti plaukus, odą, akis, gali netgi smarkiai įpjauti/perpjauti;

1.2 termopresas – prisilietus prie įkaitinto paviršiaus, didelis karštis gali nudeginti rankas;

1.3 kompiuteris – nepatogus ilgas sėdėjimas prie kompiuterio gali sukelti fizinius skausmus (sprando, galvos, nugaros), netinkamas darbo stalo aukštis ir ilgas žiūrėjimas į monitoriaus ekraną sukelia akių skausmus, nuovargį;

1.4 aušinimo sistema – sugedus aušinimo sistemai, išgaravus vandeniui joje, graviravimo lazeris savo darbo metu gali užsidegti;

1.5 elektros instaliacija – įrengtos elektros instaliacijos gali neatlaikyti didelių apkrovų ir kaisti ar netgi užsidegti. Pažeistos, sugadintos rozetės, jungikliai, laidų izoliacijos, sujungimo dėžutės ir kiti elementai gali sukelti gaisrą.

#### 2. Sandėliavimo patalpa:

2.1 pakeliamos durys – sugedę durų mechanizmai gali smarkiai sužeisti žmogų;

2.2 stelažai – nepritvirtinti, perkrauti gaminių stelažai gali nuvirsti ir smarkiai sužaloti žmogų;

2.3 elektros instaliacija (žr. aukščiau 1.5).

#### 3. Apsauginio sluoksnio padengimo patalpa:

3.1 elektros instaliacija (žr. aukščiau 1.5).

#### 4. Administracinės patalpos:

4.1 kompiuteris (žr. aukščiau 1.3)

4.2 elektros lizdai (žr. aukščiau 1.5).

#### 5. Pagalbinės patalpos:

5.1 buitinė virtuvės technika - sugedusi technika, ar netinkamas naudojimąsis ja gali sukelti gaisrą;

5.2 elektros instaliacija (žr. aukščiau 1.5).

**2 etapas. Rizikos tyrimas.** Rizikos tyrimas atliekamas nustatant esančių rizikos veiksnių dydžius, poveikio trukmę ir priežastis. Tyriami tokie veiksniai:

- Fizikiniai veiksniai:

1. Triukšmas:

1.1 Ribinė triukšmo ekspozicijos vertė ir viršutinė bei žemutinė ekspozicijos vertės nustatomos pagal kasdienes triukšmo ekspozicijos lygius bei didžiausius akimirkinius garso slėgius ir yra tokios:

- ribinė ekspozicijos vertė:  $L_{EX, 8h} = 87$  dB(A) ir atitinkamai  $p_{peak} = 200$  Pa (140 dB (C), kai pamatinis slėgis  $20\mu\text{Pa}$ );

- viršutinė ekspozicijos vertė:  $L_{EX, 8h} = 85$  dB(A) ir atitinkamai  $p_{peak} = 140$  Pa(137 dB (C), kai pamatinis slėgis  $20\mu\text{Pa}$ );

- žemutinė ekspozicijos vertė:  $L_{EX, 8h} = 80$  dB(A) ir atitinkamai  $p_{peak} = 112$  Pa(135 dB (C), kai pamatinis slėgis  $20\mu\text{Pa}$ ).

Nors triukšmas lazerinio graviravimo gamybos patalpoje yra, tačiau jis neviršija leistinos ribos.

2. Apšvietimas:

2.1 darbo patalpose, kuriose nuolat dirbama, turi būti užtikrintas natūralus apšvietimas, atitinkantis darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus, išskyrus tuos atvejus, kai dėl technologinių ypatumų negali būti taikomas natūralus apšvietimas;

2.2 Atsižvelgiant į regos darbų kategorijas, turi būti įrengtas bendras, vietinis arba kombinuotas dirbtinis apšvietimas;

2.3 Natūrali ir dirbtinė apšvieta matuojama specialiais prietaisais – liuksmetrais, kurie turi būti nustatyta tvarka periodiškai tikrinami ir naudojami pagal gamintojų instrukcijas [19].

- Ergonominiai veiksniai:

1. Darbo įtampa – įtemptas dėmesio koncentravimas ir/ar regos analizatoriaus įtampa atliekant įvairių veiklos rūšių darbus.

2. Darbo poza – kaklo, rankų, nugaros, klubų ir kojų padėtis darbo metu; darbo poza dažniausiai būna stovima ir sėdima.

3. Darbo sunkumas – fizinė įtampa, reikalinga atlikti dinaminį ir / ar statinį darbą, susijusį su kroviniu kėlimu rankomis ir/ar pernešimu, daugkartiniais pasilenkimais, nuolat pasikartojančiais rankų judesiais, ilgalaikiu kroviniu laikymu ir nepatogia darbo poza.

4. Darbo vietos pritaikymas darbuotojo galimybėms – darbo įrenginio, darbo priemonių, darbo kėdės įrengimas ir išdėstymas atsižvelgiant į darbuotojo antropometrinius duomenis ir darbo zonas.

5. Darbo zona – erdvė, apribota pagrindinių ir pagalbinių darbo priemonių, kurioje darbuotojas dirba tam tikra darbo poza ir atliekamai darbiniais judesius.

6. Pasikartojantys darbo judesiai – vienodi, nuolat kartojami rankų judesiai, dalyvaujant plaštakos ir pirštų ar rankų ir pečių juostos raumenims [6].

**3 etapas.** Rizikos nustatymas (vertinimas) ir rizikos šalinimo priemonių rengimas.

Nustačius profesinės rizikos vietas nustatyta, kad reikia imtis tokių apsaugojimo priemonių:

1. dirbant su lazeriu jo darbo metu uždaryti apsauginį dangtį, naudoti ausines;
2. dirbant su termopresu neliesti įkaitusio darbinio paviršiaus;
3. dirbant su kompiuteriu sureguliuoti tinkamą stalo ir kėdės aukštį, daryti pertraukėles;
4. aušinimo sistemą reikia tinkamai prižiūrėti, reguliuoti ir stebėti vandens lygį joje;
5. elektros instaliacija turi būti periodiškai tikrinama specialistų, turi būti įrengtas apsauginis išjungimas, naudojami apsauginiai gaubtai;
6. pakeliamos durys turi būti atitinkamai pažymėtos;
7. stelažų apkrova turi būti ne didesnė nei nurodyta specifikacijoje;
8. buitinė virtuvės technika turi būti prižiūrima ir naudojama pagal instrukciją.

## 4.2 Ekologija įmonėje

Ekologiška veikla garantuoja sėkmingą įmonės veiklą, todėl reikia siekti naudoti kiek įmanoma labiau aplinką tausojančius išteklius, optimizuoti procesus, kad sumažėtų aplinkos tarša. AB „Audimas“ esama ir planuojama ekologiška veikla:

- Rūšiuojamos atliekos. Taip išsaugoma švaresnė aplinka, nes mažiau atliekų patenka į sąvartynus, sumažėja jų apkrovos, į aplinką nepatenka ilgai yrančios ar pavojingos medžiagos, sutaupoma gamtos išteklių ir energijos, nes perdirbtas antrines žaliavas galima naudoti pakartotinai.

- Tam, kad transportas sunaudotų kuo mažiau degalų ir kiek įmanoma sumažėtų emisija, nuolat peržiūrimi maršrutai, kad būtų išvengta bereikalingų kelionių. Netolimoje ateityje, jei tik bus įmanoma, automobiliai bus pakeisti į elektromobilius arba į bėginį transportą, kad sumažėtų kuro sąnaudos ir anglies monoksido tarša.

- Naudojamas perdirbtas popierius. Popieriniai maišeliai gaminių pakavimui yra naudojami iš perdirbto kraft popieriaus, o spausdinimui administracijoje naudojamas perdirbtas popierius, kiek įmanoma dažniau spausdinama ant abiejų pusių, o informacijai perduoti naudojamas el. paštas.

- Naudojamos taupančios elektros energiją lemputės, jas taikant suvartojama iki penkių kartų mažiau elektros energijos.

- Numatoma įdiegti šilumos siurblių sistemą. Su šilumos siurbliu, kuris gali ir šildyti, ir vėsinti, sumažina energijos naudojimą ir CO<sub>2</sub> išmetamų dujų kiekį.

- Numatoma kuo daugiau energijos gauti iš atsinaujinančių šaltinių. Numatoma patalpų šildymui įrengti saulės kolektorius tiekiančius karštą vandenį į šildymo sistemą.

AB „Audimas“ ir toliau bus siekama kuo daugiau naudoti ekologiškų medžiagų, taip pat kuo daugiau rūpintis aplinka, kad ji būtų kuo mažiau teršiama.

## 5. FINANSINIAI-EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Šioje dalyje apskaičiuojama graviruotos produkcijos sąnaudos, taip pat apskaičiuojamos lėšos skirtos projekto įgyvendinimui. Gauti skaičiavimai parodo ar AB „Audimas“ įmonei finansiškai apsimoka įgyvendinti lazerinio graviravimo projektą įmonės viduje.

### 5.1. Ilgalaikio turto vertės skaičiavimas

Ilgalaikis turtas – vertingesnis ir ilgesnį laiką naudojamas turtas. Pagal Lietuvos įstatymus ilgalaikiam turtui priskiriamas turtas, kuris tarnaus ūkio subjekto veikloje ilgiau negu vienerius metus bei kurio įsigijimo vertė viršija tam tikrą sumą, kuri laikoma mažiausia reikalinga turtą pripažinti ilgalaikiu. Jo negalima nurašyti atidavimo naudoti momentu. Ilgalaikis turtas tai, žemė, pastatai, mašinos ir įrengimai, įrenginiai (statiniai, gręžiniai ir kt.), elektros perdavimo ir ryšių įtaisai, geležinkelio riedmenys, vamzdynai, lėktuvai, įvairios teisės, licencijos, programiniai produktai

Šiuo atveju AB „Audimas“ lazerinio graviravimo gamybos cechui reikalingas ilgalaikis turtas yra tik įrengimai, lazeriai ir termopresas (5.1 lentelė).

5.1 lentelė

Ilgalaikio turto skaičiavimas				
Eil Nr.	Įrenginio pavadinimas	Kiekis, vnt	Kaina vnt., Eu	Iš viso
1	Graviravimo lazeris Yueming PN-1080	1	3200,00	3200,00
2	Graviravimo lazeris GoldenLaser JG-4185	1	2560,00	2560,00
3	Termopresas Chemica Clam 45M	1	106,00	106,00
Iš viso				5866,00
Priedai				586,60
PVM (21%)				1231,86
Viso su PVM				7097,86
Montavimas				1064,68
<b>Viso:</b>				<b>8 749,14</b>

Visų lazerinio graviravimo gamybos cecho įrengimų, lazerio Yueming PN-1080, lazerio GoldenLaser jg-4185 ir termopreso Chemica Clam 45M vertė yra 8 749, 14 Eu.

## 5.2. Trumpalaikio turto vertės skaičiavimas

Trumpalaikis turtas – mažiau vertingas ir trumpesnį laiką naudojamas turtas. Lietuvoje įstatymu nurodyta trumpalaikiam turtui priskirti daiktus, kurie bus naudojami trumpiau negu 1 metus. Prie trumpalaikio turto dažniausiai priskiriama: įrankiai, radijo imtuvai, knygos, baldai.

Norint apskaičiuoti trumpalaikio turto vertę, pirmiausiai reikia žinoti planuojamą graviruoti produkcijos kiekį (žr. 3 skyrių 3.2 lentelė). Visa graviruojama produkcija suskirstyta į keturias grupes pagal graviruojamą medžiagą:

1. vizitinės kortelės, kvietimai, atvirukai, diplomai, padėkos (popierius);
2. raktų pakabukai, informacinės lentelės (fanera);
3. drabužių etiketės (trikotažas);
4. kitų tiekėjų gaminiai (produkcija gaunama iš kitų tiekėjų, bet graviruojama AB „Audimas“).

Kai žinomas gamybos planas, galima skaičiuoti žaliavų, medžiagų, energijos, darbo ir kitų išteklių poreikį, reikalingą planuojamai gamybos apimčiai įvykdyti.

Planuojant gamybos aprūpinimą žaliavomis ir pagrindinėmis medžiagomis, pirmiausia skaičiuojamas šių medžiagų poreikis (5.1 lentelė).

5.2 lentelė

### Medžiagų (žaliavų) skaičiavimas

Medžiagos (žaliavos) pavadin.	Kaina, Eu/vnt	Vizitinės kortelės, kvietimai, atvirukai, diplomai, padėkos		Raktų pakabukai, informacinės lentelės		Drabužių etiketės		Kitų tiekėjų gaminiai		Iš viso	
		Sąnaud. norma 1 vnt	Suma, Eu	Sąnaud. norma 1 vnt	Suma Eu	Sąnaud. norma 1 vnt	Suma Eu	Sąnaud. norma 1 vnt	Suma Eu	Visos sąnaud., vnt	Suma, Eu
Kreidinis popierius	0,08	0,13	2,5							31,02	2,5
Fanera	0,89			0,01	0,06					0,07	0,06
Trikotažas	3,97					0,002	11,91			3	11,91
Užrašų knygtės	3,08							1	95,48	31	95,48
Popieriniai maišeliai 24×32 cm	0,2							1	123,88	619,38	123,88
Popieriniai maišeliai 40×39 cm	0,22							1	67,52	306,93	67,52
Aerolis	7,41	0,05	88,92							12	88,92
Termoplėvelė	7,06	0,13	220,27							31,2	220,27
<b>Iš viso:</b>											<b>610,54</b>

Viename popieriaus lape (arba viename termoplėvėlės formate) vidutiniškai telpa 8 gaminiai, tai vienam gaminiui reikia 0,13 popieriaus lapo. Aerosolio užtenka 20 vnt. gaminių tai vienam gaminiui reikia 0,05 dalies aerosolio. Vienoje faneros plokštėje telpa 100 gaminių, tai vienam gaminiui reikės 0,01 faneros plokštės dalies. Viename trikotažo gabale telpa 500 vnt produkcijos, tai yra 0,002 medžiagos dalies.

5.3 lentelė

#### Išlaidos energijai

Energijos rūšis	Energi. tarifas, Eu kWh	Vizitinės kortelės, atvirukai, kvietimai, padėkos, diplomai		Raktų pakabukai, informacinės lentelės		Drabužių etiketės		Kitų tiekėjų gaminiai		Iš viso	
		Sąnaudos, kWh	Suma, Eu	Sąnaudos, kWh	Suma, Eu	Sąnaudos, kWh	Suma, Eu	Bendros sąnaud, kW	Suma, Eu	Bendros sąnaudos, kW	Suma, Eu
Patalpų apšvietimas	0,129	628,320	81,05	129,360	16,69	9,240	1,19	157,080	20,26	628,32	81,053
Elektra įrangai	0,129	924,480	119,26	5,500	0,72	84,00	10,84	4,81	76,94	1610,46	207,750
<b>Iš viso:</b>			200,31		17,40		12,03		97,20	2238,78	<b>288,803</b>

Energijos kiekis apskaičiuotas reikiamą energijos kiekį dauginant iš įrengimų apkrovimo koeficiento vidurkio - 0,7 (žr. 3.15 lentelę).

5.4 lentelė

#### Darbo užmokestis

Gaminio pavadinimas	Gamyb. programa natūrin. vnt	Laiko norma, nh/vnt.	Program. darbo imlumas, nh	Valand. atlygis, Eu/nh	Pagrindinis darbo užmokestis Eu	Papild. darbo užmok. Eu	Bendras darbo užmok. Eu	Soc. draud. Eu
Vizitinės kortelės, kvietimai, atvirukai, diplomai, padėkos	24 000	0,0042	101	3,03	304,9	33,5	338,5	104,9
Raktų pakabukai, informacinės lentelės	700	0,0030	2	3,03	6,4	0,7	7,1	2,2
Drabužių etiketės	150 000	0,0014	207	3,03	626,2	68,9	695,1	215,5
Kitų tiekėjų gaminiai	62 000	0,0028	174	3,03	525,1	57,8	582,9	180,7
<b>Iš viso:</b>					<b>1462,6</b>	160,9	<b>1623,5</b>	<b>503,3</b>

Darbo imlumas apskaičiuojamas gamybos kiekį padauginus iš laiko normos. Darbo užmokestis skaičiuojamas valandiniu tarifu, visiems darbuotojams vienodu 3,03 Eu tarifu už vieną darbo valandą.

**Įrengimų amortizacija (nusidėvėjimas)**

Ilgalaikis turtas	Įrengimo vertė, Eu	Likvidacinė vertė, Eu	Naudinga eksploatavimo trukmė, metai	Nusidėvėjimas	Likutinė vertė, Eu
Graviravimo lazeris Yueming PN-1080	3200,00	320,00	28	102,86	3097,14
Graviravimo lazeris GoldenLaser JG-4185	2560,00	256,00	20	115,20	2444,80
Termopresas Chemica Clam 45M	106,00	10,60	15	6,36	99,64
<b>Iš viso:</b>	<b>5886,00</b>	<b>588,60</b>	<b>-</b>	<b>226,22</b>	<b>5659,78</b>

Kas vienerius metus įrenginių vertė sumažėja 10 % nuo pradinės įrenginio vertės. Visų trijų įrengimų nusidėvėjimas bendrai sudaro 226,22 Eu per metus.

**5.3 Gamybos kaštai**

Norint apskaičiuoti produkcijos sąnaudas ir apskaičiuoti reikiamas lėšas lazerinio graviravimo projekto įgyvendinimui, visi aukščiau apskaičiuoti rodikliai surašomi į bendrą lentelę.

**Gamybos kaštai**

Kaštų rūšys	Vizitinės kortelės, kvietimai, atvirukai, diplomai, padėkos		Raktų pakabukai, informacinės lentelės		Drabužių etiketės		Kitų tiekėjų gaminiai		Visos išlaidos, Eu
	Sąnaudos gaminio vienetui, Eu/vnt.	Visos sąnaudos, Eu	Sąnaudos gaminio vienetui, Eu/vnt.	Visos sąnaudos, Eu	Sąnaudos gaminio vienetui, Eu/vnt.	Visos sąnaudos, Eu	Sąnaudos gaminio vienetui, Eu/vnt.	Visos sąnaudos, Eu	
1. Pagrindinės medžiagos	0,01	0,3	0,09	0,1	0,08	11,9	409,83	286,9	299,2
2. Darbo užmokestis	62,23	1493,6	64,9	92,77	0,43	64,9	1,05	64,9	1688,4
3. Socialinis draudimas	19,29	463,0	20,1	28,76	0,13	20,1	1,91	286,9	790,2
4. Energija	0,01	0,2	17,4	24,86	0,08	12,0	0,65	97,2	126,8
5. Gamybinės netiesioginės išlaidos	8,67	208,1	9	12,93	0,06	9,0	0,06	9,0	235,3
<b>Iš viso:</b>	<b>90,22</b>	<b>2165,2</b>	<b>111,6</b>	<b>159,32</b>	<b>0,79</b>	<b>118,1</b>	<b>413,50</b>	<b>745,0</b>	<b>3139,8</b>



Pagrindinės medžiagos, tai 5.1 lentelė medžiagų (žaliavų) skaičiavimas. Gamybinės netiesioginės išlaidos, tai įrengimų nusidėvėjimas 5.5 lentelė.

Vizitinių kortelių, kvietimų atvirukų, padėkų, diplomų ir panašios produkcijos sąnaudos per metus sudaro 2 165,2 Eu per metus (24 000vnt.), raktų pakabukų, informacinių lentelių sąnaudos per metus sudaro 159,32 Eu (700 vn.), drabužių etikečių sąnaudos per metus sudaro 118,1 Eu (150 000 vnt.), kitų tiekėjų gaminių sąnaudos per metus sudaro 745,00 Eu (62 000 vnt.).

236 700 vnt. produkcijos graviravimui bendros sąnaudos yra 3 139,8 Eu per metus, tai reiškia, kad AB „Audimas“ įmonei reikės ne mažiau 3 139,8 Eu lėšų projekto įgyvendinimui, tačiau kitais metais ši suma sumažėtų, kadangi nereikėtų pirkti įrangos. Taip pat AB „Audimas“ sumažės išlaidos reklaminei produkcijai, o graviruota reklama bus daug efektyvesnė.

## IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Išvados:

1. Lazerinis graviravimas, palyginti nauja, sparčiai besivystanti technologija, tai puikus sprendimas įmonėms norinčioms išsiskirti, nes lazerinio graviravimo panaudojimo galimybės yra labai plačios ir idomos.
2. Literatūros šaltinių lazerinio graviravimo tema yra nedaug, dauguma iš jų analizuoja lazerinį graviravimą ant audinių, kas yra svarbu aprangos inžinerijos pramonei.
3. Graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu reikalinga didesnė galia, negu graviruojant su Yueming PN-1080.
4. Graviruojant GoldenLaser JG-4185 lazeriu graviravimo trukmė yra ilgesnė, nes lazeris daro beveik dvigubai didesnio pločio graviravimo brūkšnius negu Yueming PN-1080 lazeris, tačiau vaizdo kokybė dėl to nesikeičia.
5. Kreidinis popierius, dirbtinė oda ir trikotažas kokybiškiau išgraviruojamos Yueming PN-1080 lazeriu, o kraft popierius GoldenLaser JG-4185 lazeriu.
6. Vizitinės kortelės, atvirukai, kvietimai, diplomai ir padėkos AB „Audimas“ graviruojama su Yueming PN-1080 lazeriu, o užrašų knygutės (su dirbtinės odos viršeliais) ir kraft popieriniai maišeliai su GoldenLaser JG-4185 lazeriu.
7. Lazerinio graviravimo gamybiniam cechui reikės 52,2 m<sup>2</sup>.
8. Kokybė AB „Audimas“ yra labai svarbi kiekviename technologiniame procese.
9. Norint įgyvendinti lazerinio graviravimo technologijos taikymą reklamos procesuose AB „Audimas“ reikės 3 139,80 Eu pradinio kapitalo.

Pasiūlymai:

1. Graviravimui naudoti ne mažesnę negu 10 % ir ne didesnę negu 20 % galią, ir ne mažesnę negu 80 mm/s ir ne didesnę negu 250 mm/s greitį.
2. Kiekviena medžiaga yra skirtingai paveikiama lazerio, todėl prieš graviruojant galutinį variantą, būtina prieš tai atlikti bandyminį graviravimą.
3. Lazerinį graviravimą naudoti kaip išskirtinį ženklą savo įmonės vardui populiarinti.
4. Lazerinį graviravimą pasirinkti vietoj įprastos spausdinamos produkcijos, nes šiuo atveju AB „Audimas“ įmonėje sumažės išlaidos reklaminei produkcijai bei bus pilnai išnaudoti lazeriai, kurie ne tik graviruoja, bet ir pjausto medžiagas.

## LITERATŪRA

1. **Balachinaitė O., Bargelis A., Dementjev A., Jonušas R., Račiukaitis G., Sirutkaitis V.** Lazerinė technologija Vilniaus universiteto leidykla 2008
2. Baldai 1 [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą: [http://www.baldai.lt/darbostalai?gclid=CjwKEAjw3\\_ypBRCwoKqKw5P9wgsSJAAbi2K9DdCdq\\_ZTGcvBC6cQZfaFMBpsBvwCmzwA1bQAnPYNn1hoC0u\\_w\\_wcB](http://www.baldai.lt/darbostalai?gclid=CjwKEAjw3_ypBRCwoKqKw5P9wgsSJAAbi2K9DdCdq_ZTGcvBC6cQZfaFMBpsBvwCmzwA1bQAnPYNn1hoC0u_w_wcB)
3. **Betingytė V., Gulbinienė A.** Lazerinio apdirbimo įtaka natūraliosios odos paviršiaus vilgumui *Gaminių technologijos ir dizainas. Konferencijos pranešimų medžiaga 2010*: pp. 132–136.
4. Biuro popierius [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.biuropopierius.lt/kartonas/a4-formatas>
5. **Celiešienė V.** Lietuvių kalbos normos: rašyba, skyryba, kirčiavimas: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 2013: pp 187.
6. **Cheng-Jung Lin, Yi- Chung Wang, Lang-Dong Lin.** Effects of feed speed ratio and laser power on engraved depth and color difference of Moso bamboo lamina *Journal of materials processing technology* 198 2008: pp. 419–425.
7. Darbo baldai [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą: [http://www.darbobaldai.lt/lt/stelazai\\_lentynos/stelazai\\_archyvui/Universalus\\_stelazai\\_Crosser/](http://www.darbobaldai.lt/lt/stelazai_lentynos/stelazai_archyvui/Universalus_stelazai_Crosser/)
8. Darbo zona, darbo kambarys [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.asu.lt/nm/l-projektas/rekreacijabioa/24.htm>
9. Dėl ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymų patvirtinimo [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 2 d.]. Prieiga per internetą: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=260443](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=260443)
10. **Ekonomika** : mokomoji knyga / Vytauto Didžiojo universitetas. Ekonomikos ir vadybos fakultetas. - Kaunas : Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 2005. - 310 p. - ISBN 9999-12-103-3.
11. Ekonovus [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 6 d.]. <http://www.ekonovus.lt/lt/rusiukime/kodel-verta-rusiuoti/>
12. EkoPasaulis [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 6 d.]. [http://ekopasaulis.com/eko\\_transportas2](http://ekopasaulis.com/eko_transportas2)
13. EuroSafe [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 2 d.]. <http://euro-seifai.lt/lt/biuro-baldai/rubiniu-spintos/PRACTIC-LS-11.htm>
14. **Jucienė M., Urbelis V., Juchnevičienė Ž., Čepukonė L.** The effect of laser technological parameters on the color and structure of denim fabric *Textile Research Journal* vol. 84 No. 6 2014: pp. 662 – 670.

15. **Juzikytė L., Jucienė M.** Audinio spalvos pasikeitimas po apdailos lazeriu *Gaminių technologijos ir dizainas. Konferencijos pranešimų medžiaga* 2007: pp. 78 – 82.
16. Investologija [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą <http://www.investologija.lt/LT/akcijos/436/4/akcijos-balansas-%2811-paskaita%29/balansas-ilgalaikis-turtas/>
17. Kaip teisingai pasirinkti lazerį? [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.litografa.lt/index.php?patarimai>.
18. Ką galima daryti su lazeriu? [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 21 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.seri-deco.lt/k261-galima-daryti-lazeriu-i-57.html>.
19. **Kibirkštis, E.** Mokslinio tyrimo ir kokybės kontrolės metodai. *Paskaitų konspektas (rankraštis)*. 2013.
20. Laser machine [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.yueminglaser.com/laser-engraving-machine/laser-machine-425.html>
21. LMM14 Black for Metal [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.thermark.com/content/view/35/78/>
22. Pakuotės centras [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.pakuotescentras.lt/produktai/popieriniai-maiseliai/popieriniai-maiseliai-su-rankenelemis/rudos-spalvos-popieriniai-maiseliai/>
23. Senukai e-parduotuvė [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. gegužės 6 d.]. Prieiga per internetą: [http://www.e-senukai.lt/statyba-remontas/statybos-ir-remonto-prekes/tasai-fanera-skydai/fanera/fanera-4-5x240x200-mm-oxid.html?shp=2&alist\\_tab=actions](http://www.e-senukai.lt/statyba-remontas/statybos-ir-remonto-prekes/tasai-fanera-skydai/fanera/fanera-4-5x240x200-mm-oxid.html?shp=2&alist_tab=actions)
24. Senukai e-parduotuvė [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. Gegužės 2 d.]. Prieiga per internetą: [http://www.e-senukai.lt/santehnika-sildymas-vedinimas/santehnikos-prekes/keramika-unitazai-praustuvai-plautuves/virtuvines-plautuves/kriaukle-mrg610-58-1140075389-franke.html?shp=2&alist\\_tab=actions](http://www.e-senukai.lt/santehnika-sildymas-vedinimas/santehnikos-prekes/keramika-unitazai-praustuvai-plautuves/virtuvines-plautuves/kriaukle-mrg610-58-1140075389-franke.html?shp=2&alist_tab=actions)
25. Termoplėvelės [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.adv24.lt/lt/termopleves/636>
26. Termopresai [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.seri-deco.lt/chemica-clam-manual-heat-press-450mm-p-215.html>
27. Valstybinė darbo inspekcija [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. Gegužės 2 d.]. Prieiga per internetą: [http://www.vdi.lt/TA/TA\\_kategorijos.aspx](http://www.vdi.lt/TA/TA_kategorijos.aspx)
28. **Vanagas, P.** Darbo organizavimas, normavimas ir atlyginimas už darbą: vadovėlis. Kauno technologijos universitetas. Kaunas: Technologija, 2009. 386 p.: iliustr. ISBN 9789955256090.

29. V. Jankovskio firma [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą:  
<http://www.jan.lt/u%C5%B4ra%C5%A1%C5%B3-knyga-hecton-a40-450-d-oda-linija-1052-14205.html>
30. Wuhan golden laser [interaktyvus] [žiūrėta 2014 m. Kovo 14 d.]. Prieiga per internetą:  
<http://www.golden-laser.com.cn/>

## PRIEDAI