

## L FORMOS SIJOS GAMYBOS TECHNOLOGIJA IR KOKYBINIAI TYRIMAI

**Tadas ADAMONIS**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas: [tadas.adamonis@vdu.lt](mailto:tadas.adamonis@vdu.lt)

### Santrauka

Straipsnyje yra aprašoma L formos sijos gamybos technologija ir aptariami bei nagrinėjami kokybiniai tyrimai kurie atlikti UAB „Stora Enso Lietuva“ lentpjūvėje Alytuje. Tam, kad suprasti kokie technologiniai procesai vyksta gamyboje, detaliam aprašyta kokia žaliava yra naudojama, įrenginiai, kokie yra reikalavimai suderinti su produkto užsakovu ir kokie kokybiniai tyrimai yra vykdomi, kad produktas atitiktų keliamus reikalavimus. Tyrimai buvo atlikti kokybės skyriuje laboratorijoje, ant laužymo stendo ir konvekciniame krosnelėje. Atlikus tyrimus, taip pat padaryti palyginimai tarp skirtingų bandinių rezultatų, tam, kad suprasti kokia yra priklausomybė tarp skirtingų savybių. Pastebėta, kad kuo mažesnis metinių rievlių plotis, tuo sijos lenkimo stipris didesnis. Taip pat, didėjant medienos tankiui, didėja ir lenkimo stipris.

**Reikšminiai žodžiai:** sija, lentpjūvė, pušis, mediena, klėjai, lenkimo stipris, metinės rievės.

### Įvadas

Miškas yra vienas didžiausių mūsų gamtinių išteklių, kuris ne tik valo mūsų orą, bet ir teikia gyvybiškai svarbią medieną, kuri gali būti naudojama įvairiausiame mūsų gyvenimų srityse – nuo statybinių darbų iki panaudos buityje. Mediena visai laikais buvo neatsiejamas produktas žmogaus evoliucijos ir tobulėjimo kelyje. Mediena – tai unikali medžiaga, kuri pasižymi įvairiomis savybėmis ir gaunama natūraliai. Vien dėl savo natūralumo, autentiškumo ir išraiškingos tekstūros ji tapo neatsiejama namų aplinkos, architektūros ir įrankių dalimi, o dėl savo akustinių savybių iki šių dienų yra viena geriausių medžiagų muzikos instrumentų gamyboje. Žinoma medienos panaudojimas galimas ir daug daugiau sričių – baldai, konstrukciniai ir dekoratyviniai elementai, popierius, kuras, tiltai, pastatai, įvairūs kompozitai ir daugelyje kitų sričių, kur galima sutikti kasdien. Dėl šio dalyko su laiku atsirado medienos inžinerija.

Šiai dienai yra daugybė atrastų statybinių medžiagų, tačiau nuo pat senovės viena pagrindinių statybinių medžiagų ir buvo mediena, kuri yra plačiai naudojama ir šiandien. Sijos, arba kljuotinės laikančiosios medinės konstrukcijos (KLIK), tai tiesios medinės sijos ir arkos, kurių pagalba statomi pastatai bei tiltai, kuriems reikalaujamos stiprios bei didelį krūvį laikančios konstrukcijos. Sijų panaudojimas gali būti įvairus, kaip ir langų rėmų gamybai, kas šiai dienai yra vėl kylanti tendencija, kadangi žmonės stengiasi vėl naudoti atnaujintus produktus ir akiai malonias tekstūras. Kljuotos medienos sijos yra gaminamos iš natūralios medienos ir tai yra pakankamai stiprus bei vizualiai gerą kokybę turintis produktas, kurį pagaminti reikalauja iki 6 kartų mažiau energijos nei tokį patį produktą iš kitos medžiagos, pavyzdžiui plieno ar betono.

Sijų gamybai iš tiesų yra labai svarbu visų gamybos procesų kokybė, kadangi jos turi atitikti reikalavimus. Dėl to, lentpjūvės investuoja į kokybę, kontroliuoja gamybos procesą, bei tikrina pagamintų gaminių atitikimą įmonės standartams.

**Tyrimo tikslas** – Išnagrinėti įmonėje „Stora Enso Lietuva“ gaminamos L formos sijos gamybos technologiją ir atlikti stiprumo bei delaminacijos tyrimus.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Išnagrinėti sijos gamybos technologiją;
2. Atlikti bei išnagrinėti stiprumo tyrimus sudygiuotam produktui;
3. Atlikti bei išnagrinėti sijos delaminacijos testą, įvertinti produkto kokybę po testo.

### Tyrimų objektas ir metodika

Tyrimo objektas yra L formos sija, kurios žaliava yra pušies mediena, 190 mm skersmens ir 6 arba 4,8 metrų ilgio rąstai, kurie priskiriami A, B arba C kokybei. Visi gamybiniai procesai, tokie kaip rąstų atrinkimas, išpjovimas, džiovinimas, obliavimas, dygiavimas, kljavimas ir visi bandymai atlikti UAB „Stora Enso Lietuva“ lentpjūvėje, Alytuje.

Visi gamybiniai procesai yra atliekami pagal sijos gamybinį aprašą, naudojant įmonėje įrengtą pjovimo liniją, džiovinimo kameras, dygių išpjovimo liniją, obliavimo liniją ir komponentų kljavimo liniją. Visi duomenys, matmenys ir kokybės reikalavimai yra suderinti su sijos užsakovu. Produkcijos kokybės tyrimai yra atliekami kokybės skyriuje esančioje laboratorijoje pagal standartizuotus metodus. Tyrimui atlikti yra naudojama laužymo stendas, kur nustatomas maksimalus sijos lenkimo stipris, taip pat paskaičiuojamas metinių rievlių plotis, tūris, tankis ir drėgnumas. Šiam tyrimui

buvo panaudoti 23 mėginiai iš skirtingų pamainų kelių mėnesių tarpe. Atlikti klijų delaminacijos testą, naudojama vonelė su aukšto spaudimo vandeniu ir konvekcine krosnelė, kur išmirkinus ir išdžiovinus mėginį žiūrima klijų siūlės atsiklijavimas. Šiems tyrimams buvo panaudoti 101 mėginys.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

L formos sijos gamyba turi ne vieną gamybos procesą. Šiai sijai yra naudojama pušies rąstai, kurie gali būti 6 arba 4,8 metrų ilgio. Ekonomiškiausia gaminti iš 190 mm skersmens rąstų. Pirmiausia viskas prasideda nuo skenerio – patikros sistemos „Elmes 360“, kur atrenkami rąstai tinkami sijos gamybai. Tuomet atrinkti rąstai keliauja į pačią lentpjūvę, kur prieš supjaustant jie yra nužievinami „Valon Kone VK550“ įrenginiu. Nužievinėti rąstai toliau keliauja konvejeriu ir prieš patenkant į pjovimo stakles, jie „Profiscan – 1“ skaneriu nuskanuojami ir tinkama kryptim bei kampu paduodami į pjovimo stakles „HewSaw R200“, kurios skirtos pjauti mažesnio skersmens rąstus. Čia rąstas supjaustomas į dvi šonines 22x100 lentas ir keturias 53x75 lentas. Kadangi tai yra kombinuotos staklės su frezomis ir diskiniiais pjūklais, gaunamos lentos yra išpjauamos iškart reikiamų matmenų ir nereikia apipjaustyti kraštinių. Taip pat, kaip teigia A. Morkevičius (2001), tai yra racionaliausias žaliavos panaudojimas, kadangi išorinė ir periferinė rąsto dalis frezomis susmulkinama į technologines drožles. Išpjautos lentos rūšiuojamos ir kraunamos į paketus, kurie vėliau keliauja į džiovyklas.

Įmonėje naudojamos konvekcines džiovyklas, kuriose lentos džiovinamos karšto oro pagalba. Moderniose džiovyklose yra sukurtos tinkamos aplinkos sąlygos medienai džiūti. Dėl šios priežasties medienoje atsiranda mažiau defektų, tokių kaip įtrūkimai ir deformacijos. Lentos yra džiovinamos iki  $12\% \pm 2\%$  ir įgauna savo reikiamą 47x70 mm matmenį. Toks džiovinimas gali užtrukti iki keturių ar penkių parų.

Tinkamai išdžiovinotos lentos gabenamos į tolimesnį apdirbimo cechą, kur sekantis veiksmas yra dygiavimas. Žinoma, prieš pradėdant dygiavimo fazę, reikalinga džiovinimą medieną nuobliuoti. Obliavimui naudojamas „Leadermac moulder“ obliavimo staklės, kur iš 47x70 mm lentų, gaunama 47x68 mm matmens lentos. Toliau lentos papuola ant dygiavimo linijos, kur pirmiausia lentas pasitinka lentos defektų skaneris „WoodEye“. Čia skaneris analizuoja lentas ir suranda defektus. Tarpas, kuris gali būti be defektų, gali būti nuo 120 iki 500 mm. Suskirstęs konkrečią lentą, skaneris užduoda darbą toliau esančioms išpjaujimo staklėms „Weinig OptiCut 200“. Išpjaujamos lentelės toliau patenka į dygiavimo liniją „Conception CRP 2000“, kur lentelių galuose yra išpjaujami dygiai. Dygio ilgis yra 10 mm gylio, nors gali būti ir 5 mm pagal technologiją, tačiau su 10 mm dygiu gaunami geresni kokybės bandymai. Išpjovus galus, jie užtepami „Kestokol D 4000“ vienkomponenčiais dispersiniais klizais, kurie skirti medienos pramonei, kadangi yra ypatingai atsparūs drėgmei ir temperatūrai. Su užteptais dygiais, lentelės vienos paskui kitas konvejeriu juda ir susinerdamos sudaro pilno ilgio be defektų sudygiuotą lamelę, kurias presas suspaudžia ir palaiko kol susirenka sekanti lamelė konvejeriu. Lamelėmis vadinamos sijos sudedamosios dalys. Jeigu reikia čia pat vietoj specialiu pjūklų nupjaunami lamelių galai sulyginimui. Po visko lamelės pakuojamos ir vežamos į sandėlį po stogu. Reiktų paminėti, kad jau šioje vietoje atsiranda keletas kokybės tikrinimų dėl klijų ir skylių dygyje. Klizai tikrinami jodu, o skylutės rašalu, esant defektų, sureguliuojamos staklės. Taip pat, yra atrenkamos lamelės, kurios keliauja į kokybės skyrių ir yra skaičiuojami kokybės atitikmenys. Čia skaičiuojama matmenų atitikimai, drėgnumas, tankis, tūris, metinių rievų plotis. Ant laužymo stendo yra tikrinama lenkimo stipris, kokį lamelės gali atlaikyti.

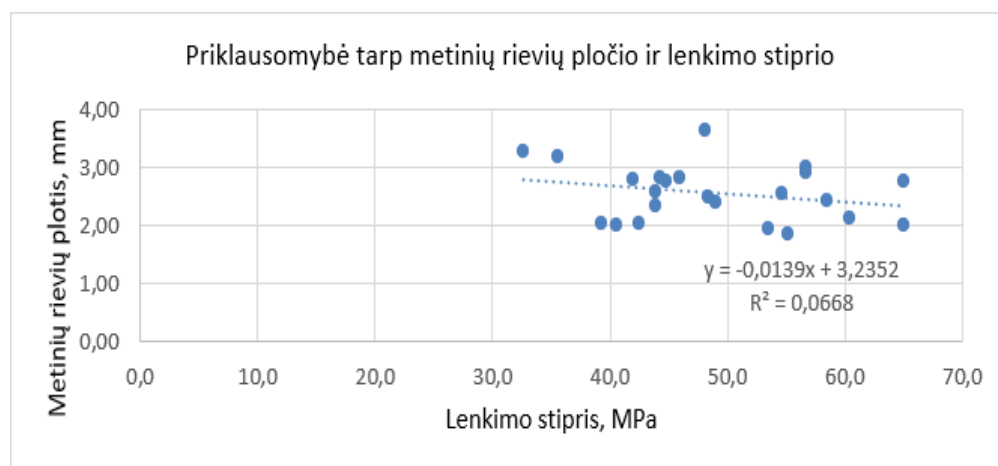
Sudygiuotos lamelės dar kartą transportuojamos obliuoti. Šioje stadijoje gaunama bus du matmenys, iš kurių toliau bus kliziuojama L formos sija. Iš 47x70 mm matmens gaunama 44x60 mm ir 46x66 mm dygiuotos sijos. Gavus reikiamus matmenis, toliau veiksmas persikelia į klizavimo cechą. Čia atsiranda jau keletas reikalavimų, tam, kad kokybė suklijavimo būtų tinkama. Labai svarbu parinkti užliejamą klijų kiekį, kuris skaičiuojamas  $g/m^3$ , taip pat klijų ir kietiklio santykis, siūlės klijų temperatūra ir cecho aplinkos sąlygos. Šiam produktui suklijuoti yra naudojama „Dynea Prefere 4546“ melamino - karbamidiniai klizai su „Dynea Prefere 5020“ kietikliu, jie yra sumaišomi 100/70 (%) santykiu. Ant siūlės yra numatyta užlieti 250 ( $\pm 10$ )  $g/m^3$ . Pasiruošus klizus ir cecho sąlygas, lamelės vienos paskui kitą leidžiamos per klijų užliejimo liniją, kur toliau rankomis yra sudėliojamos taip, kad 44x60 mm lamelė statoma ant kraštinės šerdimi žemyn, o 46x66 mm lamelė guldoma platesne dalimi žemyn. Svarbu yra lameles sujungti šerdimi į išorinę galutinio produkto pusę, kadangi taip reikalauja sijos užsakovas. Sudėliojus lameles pagal reikiamus reikalavimus, jos yra dedamos į aukšto dažnio presą „Ogden Edge Glue Press“. Spaudimas turi būti 0,95  $N/mm^2$ , temperatūra gali svyruoti nuo 60 iki 75 °C, o laikymo trukmė nemažesnė nei 9 minutės. Ilgiau laikyti nėra efektyvu, nes tai didelio skirtumo sijos suspaudimo kokybei nepadarys, o presas bus užimtas ir nebus galimybės ruošti kitos partijos. Pabaigus klizavimo procesą, gaunamos 110x60 mm sijos, kurios yra supakuojamos į paketus, aprauiamos apsaugine plėvele ir keliauja į sandėlį, kol atvyks pasiimti klientas. Po klizavimo proceso, taip pat yra atrenkami mėginiai tyrimams, kad išsiaiškinti kaip gerai susiklijuoja dvi skirtingos lamelės į vieną bendrą siją.

Gamybos proceso metu atrinkti skirtingi mėginiai keliauja į lentpjūvės kokybės skyriaus laboratoriją, kur yra atliekami lenkimo stiprio tyrimai ir delaminacijos testai. Žemiau esančiose lentelėse galime matyti kokie duomenys yra gauti atlikus lenkimo stiprio matavimo tyrimus dygiuotoms lamelėms ant laužymo staklių (1 lent.) ir kokie gauti rezultatai atliekant delaminacijos testus (2 lent.).

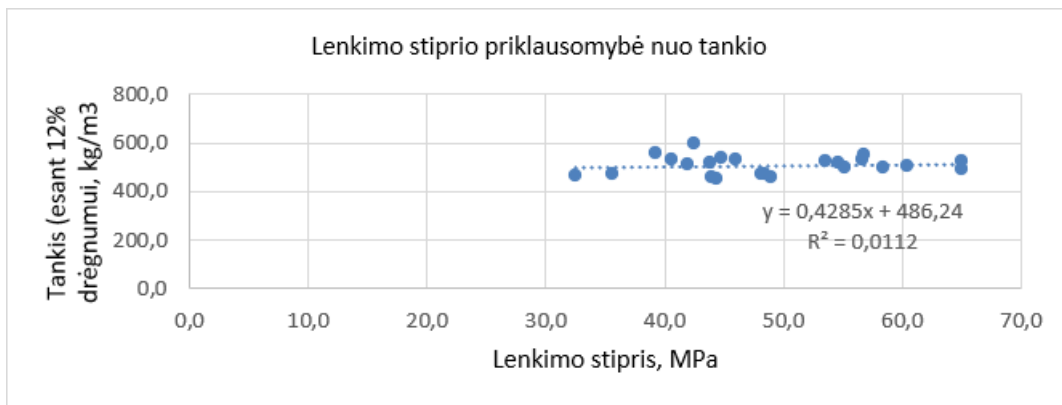
1 lentelė. Stipruminių matavimų rezultatai  
Table 1. Results of strength measurements

Mėginio numeris	Matmenys:		Lenkimo bandymo rezultatai:		Drėgnumas	Metinių rievių skaičiavimas:			Mėginio skaičiavimai:							
	Nr.	Storis	Plotis	Preso jėga		Lenkimo stipris	Drėgnumas	Rievių skaičius	Išmatuotas atstumas	Metinių rievių plotis	Storis	Plotis	Ilgis	Svoris	Tūris	Tankis
	mm	mm	N	MPa	%	Nr.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g	mm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
1	48	68	5,99	41,9	11,10%	24	67	2,79	47,2	65,2	204,0	311,5	627568	505,1	509,2	
2	48	68	9,01	65,0	11,80%	28	56	2,00	48,3	68,3	193,0	334,5	636121	526,2	527,1	
3	48	68	7,65	55,2	12,10%	33	61	1,85	48,3	68,3	181,0	295,5	597385	500,2	499,7	
4	48	68	8,37	60,4	11,40%	33	70	2,12	48,2	68,2	198,5	326,5	653148	499,9	502,6	
5	48	68	7,59	54,6	11,70%	23	59	2,57	48,3	68,3	196,0	333,5	646715	516,9	518,3	
6	47	68	6,24	44,8	11,30%	26	72	2,77	47,0	68,0	198,0	336,5	633271	530,9	534,3	
7	47	68	4,54	32,6	11,30%	21	69	3,29	47,0	68,1	199,0	296,5	637634	464,9	467,8	
8	47	68	6,18	44,3	12,30%	23	65	2,83	47,1	68,2	175,0	255,5	562389	454,3	453,1	
9	47	68	6,73	48,4	12,70%	29	72	2,48	47,2	68,2	179,5	274,0	577773	474,8	471,9	
10	47	68	5,51	39,3	11,30%	36	73	2,03	47,1	68,2	199,0	353,0	639494	551,9	555,4	
11	47	68	5,69	40,6	12,20%	37	74	2,00	47,2	68,2	218,5	374,0	703333	532,4	531,5	
12	47	68	7,93	56,7	11,80%	23	67	2,91	47,1	68,3	182,5	323,5	587207	551,0	552,0	
13	47	68	6,13	43,9	12,50%	28	72	2,57	47,1	68,2	169,0	280,5	543113	516,7	514,4	
14	47	68	8,17	58,4	11,10%	26	63	2,42	47,1	68,1	184,5	293,0	592524	493,6	497,6	
15	47	68	6,85	49,0	11,60%	28	67	2,39	47,2	68,2	184,5	270,0	593359	455,0	456,6	
16	47	68	6,43	46,0	10,90%	25	71	2,84	47,1	68,2	174,5	294,5	561134	524,9	530,1	
17	47	68	9,02	65,1	11,10%	22	61	2,77	47,2	68,2	204,0	318,5	656618	489,0	492,9	
18	47	68	7,86	56,7	11,60%	23	69	3,00	47,1	68,2	192,5	327,0	619177	530,5	532,4	
19	47	68	4,93	35,6	12,20%	21	67	3,19	47,2	68,3	211,0	322,0	679699	473,6	472,8	
20	47	68	6,68	48,2	11,60%	19	69	3,63	47,2	68,2	199,5	302,0	642138	469,8	471,5	
21	47	68	5,93	42,4	11,80%	34	69	2,03	47,2	68,2	168,5	323,0	542034	593,0	594,0	
22	47	68	7,48	53,5	12,20%	36	70	1,94	47,2	68,2	184,0	309,5	591704	522,9	522,0	
23	47	68	6,14	43,9	11,30%	29	68	2,34	47,2	68,2	165,0	242,0	530626	456,1	458,9	

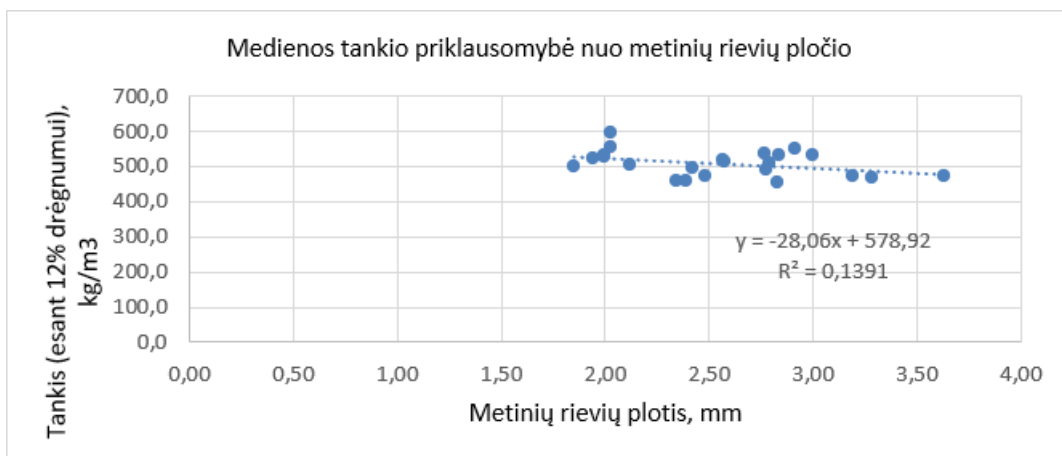
Turint šiuos duomenis, buvo galima atlikti palyginamuosius tyrimus ir išsiaiškinti, nuo kokių savybių priklauso medienos lenkimo stipris. Kad duomenys būtų kuo tikslesni, kiekvieno mėginio tankis perskaičiuojamas, jog atitiktų 12% drėgnumą. Kaip teigia I. Juodeikienė (2011), medienos stipris priklauso nuo medienos rūšies, tankio, drėgno, temperatūros, jėgos veikimo krypties pluošto atžvilgiu, ydų. Kadangi šis produktas yra dygiuotas, t.y. ydos yra išpjaustytos, paskutinė priklausomybė mums netinkama. Tačiau be visų išvardintų savybių, stiprį gali lemti ir metinės rievės. Metinių rievių plotį lyginant su lenkimo stipriu, galima pastebėti, kad kuo didesnis metinių rievių plotis, tuo medienos lenkimo stipris yra mažesnis (1 paveikslas). Taip pat, literatūroje yra aprašyta, kad didėjant tankiui, didėja ir medienos stipris. Analizuojant duomenis (2 paveikslas), matome, didėjant tankiui, didėja ir lenkimo stipris. Tačiau yra atvejų, kuomet esant tam pačiam tankiui, stipris gali skirtis dvigubai, bet taip yra todėl, kad ne vien tik nuo medienos tankio priklauso medienos stipris. Medienos tankis gali priklausyti ir nuo metinių rievių pločio, kaip matome 3-čiame paveiksle (3 paveikslas). Paveiksle matome, kad didėjant metinių rievių pločiui, tankis mažėja. Tačiau kaip teigia Č. Jakimavičius (2008), didžiausią tankį pušis turi kai rievės plotis yra apie 1,4 mm ir nepriklausomai ar mažėja ar didėja rievės plotis, tankis vis tiek mažėja.



1 paveikslas. Priklausomybė tarp metinių rievių pločio ir lenkimo stiprio  
Fig. 1. Dependence between annual ring width and bending strength

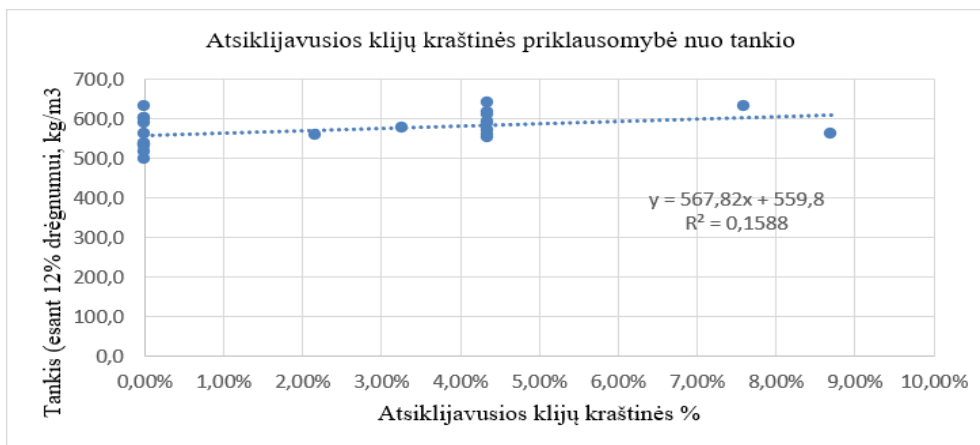


2 paveikslas. Priklausomybė tarp medienos tankio ir lenkimo stiprio  
Fig. 2. Dependence between wood density and bending strength



3 paveikslas. Priklausomybė tarp medienos tankio ir metinių rėvių  
Fig 3. Dependence between wood density and annual ring width

Žemiau esančioje lentelėje (2 lent.) galime matyti duomenis, kurie yra gauti atliekant delaminacijos arba kitaip tariant klijų siūlės atsiklijavimo testus. Iš viso buvo ištirtas 101 mėginys. Matome, kad iš tiesų klijavimo kokybė yra labai gera, kadangi iš 101 mėginio, tik 2 mėginiai atsiklijavo daugiau, negu nurodyta reikalavimuose. Leidžiamas maksimalus atsiklijavimas yra 5%. Šis procentas apskaičiuojamas atsiklijavusios siūlės ilgį milimetrais padalinus iš visos klijų siūlės ilgio milimetrais. Variantų, kodėl taip galėjo atsitikti gali būti daug, tai gali priklausyti nuo skirtingų lamelių tankių, paviršiaus šiurkštumo, paruošimo prieš klijuojant, klijų kiekio ar sumaišymo su kietikliu santykiu. Visumoj tai yra labai geras rezultatas ir klijavimo procesas vyksta atitinkant visus reikalavimus. Vienintelis priklausomybių tyrimas, kurį būtų galima atlikti šiuo atveju, tai siūlės atsiklijavimo priklausomybė nuo medienos tankio (4 paveikslas). Iš jo matome, kad didėjant tankiui turi didėti ir atsiklijavimo procentas. Tai turėtų nulemti tai, kad kuo didesnis tankis, tuo klijai sunkiau įsigeria į medieną ir neužtikrinimas tinkamas klijų prasišverbimas į medieną. Tačiau visiškai pasitikėti šiuo teiginiu negalima, kadangi kaip ir minėta, gali būti daug faktorių kurie lemia tinkamą dviejų lamelių sulipimą.



4 paveikslas. Priklausomybė tarp tankio ir atsiklijavusios klijų kraštinės  
Fig. 4. Dependence between wood density and detached adhesive edge  
2 lentelė. Delaminacijos testų rezultatai

Table 2. Results of delamination tests

Mėginys	Mėginio ilgis 75 mm			Klijų siūlės atsiklijavimas		Svoris			Tūris mm <sup>3</sup>	tankis, kg/m <sup>3</sup>	Maks. atsiklijavimas %	Tinkama / Netinkama
	Aukštis mm	Plotis mm	Klijų siūlės ilgis (mm)	Ilgis mm	Atsiklijavusios klijų kraštinės %	Prieš bandymą g	Po bandymo g	Skirtumas				
1	46	110	92	4	4,35%	210	216	2,8 %	379500	553,4	5%	0
2	46	110	92	0	0,00%	240	250	4,0 %	379500	632,4	5%	0
3	46	110	92	4	4,35%	234	242	3,3 %	379500	616,6	5%	0
4	46	110	92	4	4,35%	225	230	2,2 %	379500	592,9	5%	0
5	46	110	92	4	4,35%	217	225	3,6 %	379500	571,8	5%	0
6	46	110	92	0	0,00%	228	239	4,6 %	379500	600,8	5%	0
7	46	110	92	0	0,00%	223	228	2,2 %	379500	587,6	5%	0
8	46	110	92	0	0,00%	203	209	2,9 %	379500	534,9	5%	0
9	46	110	92	0	0,00%	213	221	3,6 %	379500	561,3	5%	0
29	46	110	92	0	0,00%	189	195	3,1 %	379500	498,0	5%	0
30	46	110	92	8	8,70%	213	222	4,1 %	379500	561,3	5%	1
31	46	110	92	2	2,17%	212	219	3,2 %	379500	558,6	5%	0
32	46	110	92	3	3,26%	219	227	3,5 %	379500	577,1	5%	0
33	46	110	92	4	4,35%	212	220	3,6 %	379500	558,6	5%	0
63	46	110	92	4	4,35%	243	247	1,6 %	379500	640,3	5%	0
64	46	110	92	4	4,35%	232	237	2,1 %	379500	611,3	5%	0
65	46	110	92	7	7,61%	239	241	0,8 %	379500	629,8	5%	1
66	46	110	92	0	0,00%	203	211	3,8 %	379500	534,9	5%	0
97	46	110	92	0	0,00%	204	207	1,4 %	379500	537,5	5%	0
98	46	110	92	0	0,00%	196	202	3,0 %	379500	516,5	5%	0
99	46	110	92	4	4,35%	223	227	1,8 %	379500	587,6	5%	0
100	46	110	92	0	0,00%	202	208	2,9 %	379500	532,3	5%	0
101	46	110	92	0	0,00%	228	236	3,4 %	379500	600,8	5%	0

## Išvados

1. Išnagrinėjus gamybos technologija, matoma, kad iš tiesų reikia nemažai procesų, gamybinių technologijų, žmogiškųjų išteklių ir įrengimų, kad pagaminti vieną, iš pažiūros, nesudėtingą L formos siją. Tam, kad atlikti 6 skirtingus gamybinius procesus, viso reikia panaudoti daugiau negu 10 skirtingų įrenginių ir medžiagų.

2. Atlikus stiprio matavimo tyrimus, galima teigti, kad kuo mažesnis metinių rėvių plotis, tuo sijos lenkimo stipris yra didesnis. Taip pat, didėjant tankiui, didėja ir lenkimo stipris, tačiau kaip pastebėta, esant tam pačiam tankiui, lenkimo stipris gali skirtis kone dvigubai. Dėl to galim teigti, kad esant didesniai metinių rėvių pločiui, tankis mažėja.

3. Atlikus klijų siūlės atsiklijavimo tyrimus ir subendrinus rezultatus, galima sakyti, kad yra labai geras lamelių susiklijavimo procentas, kadangi iš 101 bandinio, tik 2 neatitiko reikalavimų. Pagal diagramą, galima teigti, kad kuo didesnis tankis, tuo atsiklijavimo procentas mažesnis, tačiau gali būti neatitikimų, kadangi daug sąlygų gali nulemti tinkamą dviejų lamelių susiklijavimą.

## Literatūra

1. Albrektas D., Baltrušaitis A., Juodeikienė I., Keturakis G., Minelga D., Norvydas V., Pranckevičienė V., Ukvalbergienė K. 2011. Medienos inžinerija : mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, P. 21–22
2. Baltrušaitis, A. 2009. Medienos pjovimo teorija : mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, 156 p.
3. Jakimavičius, Č. 2008. Medienotyra : vadovėlis. 4-asis leid. Kaunas: Technologija, P. 8–10; 104–110.
4. Juodeikienė, I. 2009. Medienos sandara : mokomoji knyga. Kaunas: Technologija, P. 8–10.
5. Morkevičius, A. 2001. Medienos medžiagos : [mokymo priemonė būsimiems medienos pramonės specialistams]. Vilnius: Homo liber, 121 p.

## L - BEAM MANUFACTURING TECHNOLOGY AND QUALITATIVE RESEARCH

### Summary

The article describes the technology of L-beam production and discusses and analyzes the qualitative research carried out in the sawmill of “UAB Stora Enso Lietuva” in Alytus. In order to understand what technological processes take place in the production, the raw material used, the equipment, the requirements agreed with the customer of the product and what qualitative tests are carried out to ensure that the product meets the requirements are described in detail. The tests were performed in the quality department in the laboratory, on a refracting bench and in a convection oven. The studies also made comparisons between the results of different samples in order to understand the relationship between

the different properties. It was observed that the smaller the width of the annual ring, the higher the bending strength of the beam. Also, as the density of the wood increases, the bending strength increases.

**Keywords:** beam, sawmill, pine, wood, glue, bending strength, annual rings.