

# Utjecaj ozračavanja površine na trajnost lijepljenog spoja

---

**Glavaš, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:103014>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-06**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVO U GRADITELJSTVU  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ  
DRVNA TEHNOLOGIJA**

**JOSIP GLAVAŠ**

**ŠIRINSKO LIJEPLJENJE HRASTOVOG FURNIRA  
TUPI SLJUB**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGRB, 2023.**

Glavaš, J.: Širinsko lijepljenje hrastovog furnira - tupi sljub

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVO U GRADITELJSTVU**

**ŠIRINSKO LIJEPLJENJE HRASTOVOG FURNIRA**  
**TUPI SLJUB**

**ZAVRŠNI RAD**

Preddiplomski stručni studij:	Drvena tehnologija
Predmet:	Proizvodnja namještaja 1
Mentor:	Izv. prof. dr. sc. Goran Mihulja
Student:	Josip Glavaš
JMBAG:	0068237485
Datum odobrenja teme:	05.05.2023.
Datum predaje rada:	18.09.2023.
Datum obrane rada:	22.09.2023.

**Zagreb, rujan, 2023.**

Glavaš, J.: Širinsko lijepljenje hrastovog furnira - tupi sljub

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov: Širinsko lijepljenje hrastovog furnira-tupi sljub

Autor: Josip Glavaš

Adresa autora: Otok, Andrije Hebranga 99

Mjesto izradbe: Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu  
dislocirani stručni studij u Vinkovcima

Vrsta objave: Završni rad

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Goran Mihulja

Godina objave: 2023

Opseg: VI + 26 str., 36 slike

Ključne riječi: Širinsko spajanje, tupi sljub, lijepljenje furnira

Sažetak: Problem nedostatka kvalitetne drvne sirovine, uz povećanu potražnju za drvnim materijalima zahtijevalo je pronalaženje postupaka rješavanja problema. Jedan od postupaka za dobivanje kvalitetnijeg drvnog materijala većih dimenzija je postupak širinskog lijepljenja rezanog plemenitog furnira. Razvoj tehnologije doveo je do sve veće mogućnosti u lijepljenju tanjih a ekonomski isplativijih vrsta furnira. Tijekom rada proučeni su postupci širinskog lijepljenja furnira te metode kontrole kvalitete izvedenog lijepljenja, kao i utjecaj pripreme materijala i ljepila na kvalitetu spoja

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

Title: Width gluing of oak veneer-blunt joint

Author: Josip Glavas

Address of Author: Otok, Andrije Hebranga 99

Thesis performed at: Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb  
dislocated professional study of Vinkovci

Publication Type: Undergraduate thesis


Supervisor: Associate professor. Goran Mihulja, PhD

Publication year: 2023

Volume: VI + 26 pages, 36 tables.

Key words: Width gluing, blunt joint, gluing veneers

Abstract: The problem of the lack of quality wood raw materijal, and the increased demand for wood materijals required finding procedures to solve this problem. One of the procedures for obtaining better wooden materijal of larger dimensions is the procedure of widthwise gluing of cut noble veneer. The development of technology has led to increasing possibilities in gluing thinner and more economically profitable types of veneer. During the operation the procedures of widthwise gluing of veneers and methods of quality control of the performed gluing, as well as the influence of the preparation of materials and the quality of the glue joint.

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB ŠF 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: .

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.“

Zagreb, 21.09.2023. godine

---

*vlastoručni potpis*

Josip Glavaš

# SADRŽAJ

<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....</b>	<b>I</b>
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD.....</b>	<b>II</b>
<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI.....</b>	<b>III</b>
<b>SADRŽAJ.....</b>	<b>IV</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>V</b>
<b>PREDGOVOR ILI ZAHVALA.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 TEHNIKE ŠIRINSKOG SPAJANJA.....</b>	<b>2</b>
2.1 Lijepljenje ljepljivom trakom.....	2
2.2 Lijepljenje taljivom niti (konac).....	3
2.3 Lijepljenje tupim sljubom.....	4
<b>3 PROCES ŠIRINSKOG LIJEPLJENJA.....</b>	<b>5</b>
3.1 Ljepilo za širinsko lijepljenje.....	6
3.2 Vrste i karakteristike furnira za širinsko lijepljenje.....	8
<b>4 TEHNOLOŠKI POSTUPAK ŠIRINSKOG LIJEPLJENJA.....</b>	<b>11</b>
4.1 Dvostrane paketne škare.....	11
4.2 Nanošenje lijepila.....	13
4.3 Lijepljenje furnira.....	17
4.4 Odlaganje spojenog furnira.....	21
<b>5 POSTUPCI U PROVOĐENJU KONTROLE.....</b>	<b>23</b>
5.1 Kontrola nanosa lijepila.....	23
5.2 Kontrola furnira prije i poslije spajanja.....	23
5.3 Kontrola strojeva i opreme.....	24
<b>6 ZAKLJUČAK.....</b>	<b>25</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>26</b>

# POPIS SLIKA

Slika 1 Neobrađeni paketi furnira.....	1
Slika 2. Širinski lijepljeni furnir.....	1
Slika 3. Ljepljiva traka.....	2
Slika 4. Taljiva nit „cik-cak“ postupak.....	3
Slika 4a. Stroj za širinsko lijepljenje „cik-cak“.....	3
Slika 5. Tupi sljub.....	4
Slika 6. Ljepilo za širinsko lijepljenje „lignoccol“.....	6
Slika 6a. Ljepilo za širinsko lijepljenje „planarit“.....	7
Slika 6b. Ljepilo za širinsko lijepljenje „jowacoll“.....	7
Slika 7. Tanji list.....	8
Slika 7a. Mikrometar.....	8
Slika 8. Okružljiv list.....	10
Slika 9. Vlažni list.....	9
Slika 9a. Vlagomjer.....	9
Slika 10. Sortirani furnir.....	10
Slika 11. Dvostrane paketne škare.....	11
Slika 11a. Skica dvostranih paketnih škara.....	12
Slika 12. Fini rez noža.....	12
Slika 13. Grubi rez noža.....	13
Slika 14. Stroj za nanošenje lijepila.....	13
Slika 15. Valjci za obostrani nanos.....	14
Slika 15a. Mehanizam za određivanje razmaka između valjaka.....	14
Slika 15b. Valjci u radnom procesu.....	15
Slika 16. Stroj za razmicanje listova.....	15
Slika 16a. Paket furnira sa nanešenim ljepilom.....	16
Slika 16b. Paket sa razmaknutim listovima.....	16
Slika 17. Transportne trake.....	17
Slika 18. Stroj za spajanje furnira.....	17
Slika 19. Parametri lijepljenja.....	18
Slika 20. Ulaganje furnira.....	19

V



<i>Slika 21. Pritisna letva s frikcijskim valjcima</i> .....	19
<i>Slika 22. Trimeri</i> .....	20
<i>Slika 22a. Skica kružnih oštrica</i> .....	20
<i>Slika 22b. Grijač ljepljivog konca</i> .....	20
<i>Slika 23. Obrtač</i> .....	21
<i>Slika 24. Odlaganje spojenog furnira</i> .....	22

## **PREDGOVOR ILI ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentoru, izv. Prof. dr. sc. Goran Mihulja, na pomoći i odvojenom vremenu za dodatna pojašnjenja kako bi mi što više olakšao izradu završnog rada.

Zahvaljujem se i obitelji i radnim kolegama koji su mi bili potpora da uspješno završim ovu avanturu.

## 1. UVOD

Zahtjevi tržišta, i dimenzijska ograničenost materijala (sl.1) dovela je do potrebe iznalaženja rješenja u pogledu dobivanja materijala većih širina.



*Slika 1. Neobrađeni paketi furnira*

Jedno od rješenja tog problema je širinsko lijepljenje furnira (sl. 2).



*Slika 2. Širinski lijepljeni furnir*

Širinsko lijepljenje je međusobno spajanje listova furnira po bočnim rubovima uz upotrebu ljepila, pritiska i temperature radi dobivanja ploha većih dimenzija. O kvaliteti spojenog furnira osim materijala koji spajamo veliku važnost ima i tehnologija kojom se vrši spajanje.

## 2. TEHNIKE ŠIRINSKOG LIJEPLJENJE

Tehnike širinskog lijepljenja osim tehnike tupi sljub koji će biti detaljnije obrađen u ovom radu postoje i druge metode širinskog lijepljenja: lijepljenje perforiranom ljepljivom trakom te lijepljenje taljivom niti poznatijom pod nazivom „cik-cak“ postupak.

### 2.1 Lijepljenje ljepljivom trakom

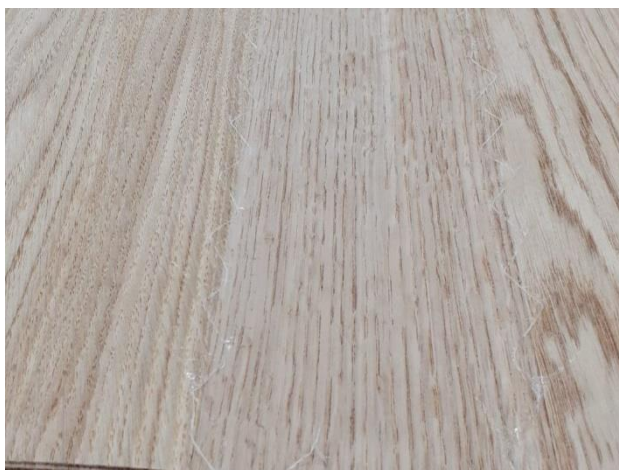
Lijepljenje pomoću ljepljive trake (sl.3) jedan je od najstarijih postupaka spajanja furnira. Uglavnom se koristi za spajanje jeftinijeg tehničkog furnira ili za ojačavanje čelnih rubova spojenog plemenitog furnira.



*Slika 3. Ljepljiva traka*

## 2.2 Lijepljenje taljivom niti

Lijepljenje pomoću taljive niti (sl.4) ili „cik-cak“ postupak. Prednosti ovog načina spajanja je veća produktivnost, a u daljnjem tehnološkom postupku ljepilo se otopi i ne predstavlja smetnju daljnjoj obradi. Za razliku od spajanja perforiranom trakom gdje može doći do najslijubljanija furnira sa drugim materijalima u daljnjem tehnološkom postupku.



*Slika 4. Taljiva nit „cik-cak“ postupak*



*Slika 4a. Stroj za širinsko lijepljenje „cik-cak“*

Kod ovog načina širinskog lijepljenja furnira mogu se primijeniti dva tehnološka postupka spajanja. Jedan način je da je glava sa ljepljivom niti nepomična a listovi furnira se provlače kroz grijače tijelo i tom se prilikom vrši spajanje furnira (sl.4a).

Drugi način je da se listovi furnira ulažu u stroj po dužini i nakon poravnavanja sljubnica glava sa ljepljivom niti prolazi preko spoja i vrši nanos na furnir. Ovom načinom je moguće ostvariti veće širinske dimenzije dok je kod prvog načina ta dimenzija ograničena izvedbom stroja.

### **2.3 Lijepljenje tupim sljubom**

Lijepljenje tupim sljubom (sl.5) je najjednostavniji ali tehnološki najzahtjevniji postupak. Obrada sljubnica, nanos ljepila i samo spajanje zbog male površine sljubnica(0,5 do 2,00 mm) zahtjeva vrlo precizne i osjetljive strojeve i naprave.



*Slika 5. Tupi sljub*

### 3. PROCES ŠIRINSKOG LIJEPLJENJA

Povećanom potrebom kvalitetnog materijala u izradi namještaja, zidnih obloga i podova pojavila se potreba za tehnološkim rješenjem tog problema. Jedno od rješenja je širinsko lijepljenje furnira.

Širinsko lijepljenje furnira ima široku primjenu, plemeniti furnir u proizvodnji namještaja, zidnih obloga i podnih elemenata, a tehnički furnir u izradi uslojenih ploča i elemenata.

Faktori koji utječu na mogućnost lijepljenja furnira po širini i na kvalitetu lijepljenih spojeva su: svojstvo ljepljivosti, svojstvo drva i tehnika spajanja.

Odabir ljepljivosti se vrši na osnovu tehnologije kojom se vrši lijepljenje i po konačnoj upotrebi slijepljenih furnira (unutrašnja ili vanjska upotreba).

Svojstva drva koja utječu na proces lijepljenja su sadržaj vode u drvu, vrsta furnira, tehnička ispravnost furnira.

Tehnika spajanja uvjetuje kvalitetu i kapacitet lijepljenja te samu pripremu sljubnica.

Nakon obrade paketa furnira na dvostranim paketnim škarama potrebno je odmah pristupiti lijepljenju furnira. Duljim stajanjem obrađenog furnira postoji mogućnost deformacije paketa furnira. Drvo kao higroskopan materijal može upiti vlagu iz zraka pa dolazi do bubrenja ili utezanja listova furnira ili do pojave valovitosti listova što kasnije utječe na kvalitetu lijepljenja.

### 3.1 Ljepilo za širinsko lijepljenje

Ovisno o kvaliteti koja se zahtijeva za spoj potrebno je odabrati odgovarajuće ljepilo s obzirom na njegovu kvalitetu. Prilikom odabira ljepila za spoj bitno je znati namjenu proizvoda. Hoće li spojeni furnir biti za vanjsku ili unutarnju primjenu, te prema tome prilagoditi odgovarajuću vrstu jer nisu sva ljepila koja se koriste za lijepljenje drva primjerena za sve uvjete primjene. Ljepila koja se koriste za lijepljenje materijala koja će biti izložena utjecaju vlage moraju zadovoljavati standarde za vanjsku upotrebu D3 ili D4. Ljepila mogu biti u praškastom stanju ili već pripremljena za upotrebu. Praškasta ljepila su praktičnija jer je lakši transport i skladištenje. Manje je rasipanje ljepila jer se može pripremiti točno određena količina potrebna za utrošak. Nanos ljepila se treba dobro izračunati jer ni previše ni premalo ljepila nije dobro i spoj neće biti u redu.

Ljepila koja se koriste za širinsko lijepljenje furnira:



*Slika 6. Ljepilo za širinsko lijepljenje*

Lignocoll 525 je praškasto ljepilo za lijepljenje furnira na bazi urea polikondenzata svijetle bež boje, razrjeđuje se vodom u omjeru 63 % ljepilo u prahu a 37 % voda (10-20 °C). Otvoreno vrijeme pri okolišnoj temperaturi od 20 °C je oko 11 sati. Ljepilo je termoplastično i spajanje se vrši na temperaturama 180-220 °C nakon čega zadržava postignutu kvalitetu spoja. Ljepilo spada u klasu otpornosti na vodu EN 204-D3.

Ovi podaci o svojstvima ljepila temelje se testovima u kojima su korišteni furniri vlažnosti 10 do 12 %, temperaturi okoline 25 °C i relativne vlažnosti 50%.



*Slika 6a. Ljepilo za širinsko lijepljenje*

Planarit 106 je praškasto ljepilo za lijepljenje furnira na bazi urea polikondenzata svijetle boje, razrjeđuje se vodom u omjeru 55 % ljepilo u prahu a 45 % voda (10-20 °C). Otvoreno vrijeme pri okolišnoj temperaturi od 20 °C je oko 6 sati. Ljepilo je termoplastično i spajanje se vrši na temperaturama 180-220 °C nakon čega zadržava postignutu kvalitetu spoja. Ljepilo spada u klasu otpornosti na vodu EN 204-D3.

Ovi podaci o svojstvima ljepila temelje se testovima u kojima su korišteni furniri vlažnosti 10 do 12 %, temperaturi okoline 25 °C i relativne vlažnosti 50%.



*Slika 6b. Ljepilo za širinsko lijepljenje*

Jowacoll ljepilo u emulziji, već pripremljeno za upotrebu, po potrebi se može razrijediti vodom. Ljepilo je na bazi PVAc.



### 3.2 Vrste i karakteristike furnira za širinsko lijepljenje

Vrste furnira koje spajamo širinski lijepljenjem mogu biti i listače i četinjače. Furniri koji se lijepe trebaju zadovoljiti osnovne tehničke parametre kao što su debljina, vlažnost, klasa.

Debljina lista furnira kontrolira se mikrometrom (sl.7a), dozvoljeno odstupanje od zadane debljine  $\pm 0,04\text{mm}$ .

Razlika u debljini listova (sl. 7) uzrokuje nekvalitetan spoj a i sama spojeni materijal ne može ići u daljnju proizvodnju. Razlika u debljini furnira nastaje na furnirskom nožu zbog nepravilne podešenosti odnosa noža i pritisne letve.



*Slika 7. Tanji list*



*Slika 7a. Mikrometar*

Vlažnost furnira za lijepljenje se kreće u rasponu 8-11 %. Odstupanje od željene vlažnosti smanjuje kvalitetu spoja, utječe i na utrošak ljepila, i brzinu lijepljenja. Prostor gdje se vrši lijepljenje treba imati kontrolirane uvjete vlažnosti zraka i temperature, da ne bi došlo pojave valovitosti i bubrenja furnira (sl. 9). Kontrolirani uvjeti postižu se klima uređajima i uređajem za ovlaživanje zraka . Vlažnost furnira u proizvodnji kontroliramo kontaktnim elektro otpornim vlagomjerom (sl. 9a ), a kontrolno mjerenje vlage u furniru obavljamo gravimetrijskom metodom u peći za sušenje.



*Slika 9. Vlažni list*



*Slika 9a. Vlagomjer- kontaktni*

Furnir koji će se spajati mora proći i proces sortiranja da bi se izbacili svi listovi furnira koji ne zadovoljavaju kriterije kvalitete (sl.8) ali i po klasama da se dobije što ujednačenija struktura i boja spojenog furnira (sl.10).



*Slika 8. Okružljivi list*

Sortiranje furnira se odvija u prostoru koje ima kontrolirane uvjete zbog održavanja postignute vlažnosti u furniru. U tijeku procesa proizvodnje neispravni i nekvalitetni listovi furnira se izbacuju ali uvijek se desi previd i završna kontrola ispravnosti listova furnira se obavlja prilikom sortiranja. Furnir se klasira po teksturi; bočnica, polubočnica i blistača. Po izgledu; select, nature, rustic. Klasiranje furnira je potrebno da bi se dobila ujednačena tekstura i izgled slijepljenih furnira.



*Slika 10. Sortirani furnir*

## 4. TEHNOLOŠKI POSTUPAK ŠIRINSKOG LIJEPLJENJA

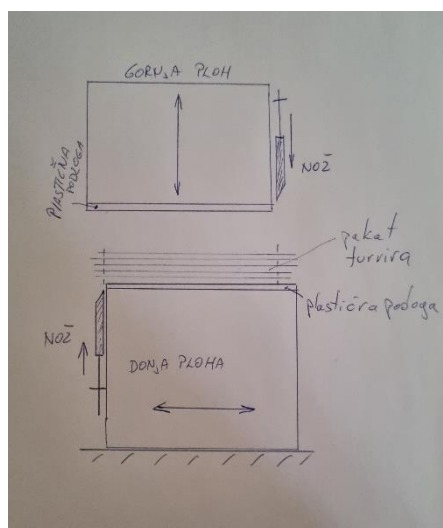
Izrezani hrastov furnir nakon sušenja i kondicioniranja obrađuje se na suhim paketnim škarama. Obradom furnira na paketnim škarama dobije se paket furnira kojem su odstranjene sve greške (otvorene kvrge, pukotine, bjeljika, urasla kora). Poslije obrade na škarama furnir se sortira po klasama i dužinama te odlaže u skladište. U skladište se odlaže obrađeni furnir radi održavanja vlažnosti furnira, u tom prostoru se održavaju kontrolirani uvjeti skladištenja: relativna vlaga zraka (50 %) i temperatura zraka (25 °C)

### 4.1 Dvostrane paketne škare

Stroj za formiranje sljubnice nazivamo dvostrane uzdužne škare. Zovemo ih zbog toga što u jednom radnom zahvatu obrade paket furnira paralelno s obje strane uzduž vlaknaca (sl. 11 ). Noževi su postavljeni paralelno jedan sa drugim, a oštrice su im okrenute jedna prema drugoj. Stroj ima dvije radne plohe i na svakoj od njih su pričvršćeni noževi. Donja radna ploha služi za pozicioniranje paketa furnira na koju širinu će se poravnati. Ova ploha se pomjera vodoravno, širine paketa se kreću od 50 do 470 mm. Gornja ploha pomjera se okomito i služi za pritisak na paket furnira da se postigne što bolji rez. Optimalna visina paketa za rezanje je 20 mm, ne preporuča se preko 40 mm (sl.11a ).



*Slika .11. Dvostrane paketne škare*



*Slika 11a. Skica dvostranih paketnih škara*

Posebnu pažnju na ovoj poziciji treba obratiti na kvalitetu reza noža. Da bi sljubnice bile što finije vrh noža mora biti oštar i bez ikakvih oštećenja. Oštri noževi daju kvalitetnu i čistu sljubnicu (sl.12).



*Slika 12. Fini rez noža*

Zatupljena oštrica noža ne može napraviti čist rez, pa dolazi do kidanja drvnih vlaknaca što nije dobro u daljnjem tehnološkom procesu (sl.13). Grub rez povećava potrošnju prilikom nanošenja ljepila a i kod samog lijepljenja otkinuta vlakanca ne mogu izvršiti kvalitetan spoj.



*Slika 13. Grub rez noža*

## **4.2 Nanošenje ljepila**

Stroj za nanošenje ljepila (sl.14) povezan je sa dvostranim paketnim škarama. Stroj je automatiziran i povezan u liniju sa dvostranim škarama. Širina paketa koja je odrezana na škarama automatski pozicionira nanosne valjke na tu širinu.



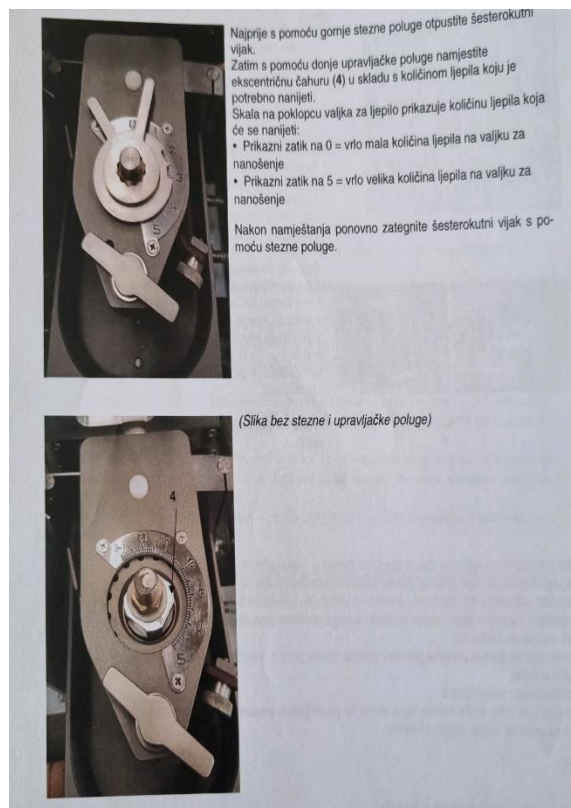
*Slika 14. Stroj za nanošenje ljepila*

Nanos ljepila vrši se preko nanosnih valjaka koji istovremeno u jednom prolazu nanose ljepilo na sljubnice (sl.15). Razmak između valjaka određen je širinom paketa koji je odrezan na dvostranim škarama i kreće se između 50-470 mm, a visina paketa od 2,5 do 50 mm.



*Slika 15. Valjci za obostrani nanos*

Količina nanosa ljepila regulira se preko doziranog valjka koji se nalazi ekscentričnoj čahuri. Razmak između nanosnog i doziranog valjka određuje količinu nanosa ljepila na sljubnice (sl. 15a, 15b ).



*Slika 15a. Mehanizam za određivanje razmaka*



*Slika 15b. Valjci u radnom procesu*

Nakon nanošenja ljepila na sljubnice (sl. 16a) paketi furnira transportnim valjcima dolaze do stroja za razmicanje listova (sl.16). Razmicanje listova (sl. 16b ) je potrebno da ne bi došlo do međusobnog sljepljivanja listova furnira dok se ljepilo ne osuši.



*Slika 16. Stroj za razmicanje listova*





*Slika 16a. Paket furnira sa nanešenim ljepilom*



*Slika 16b. Paket sa razmaknutim listovima*

Sušenje ljepila se odvija na transportnim trakama koje povezuju stroj za razmicanje i stroj za spajanje listova (sl.17).

Optimalno vrijeme sušenja po preporuci proizvođača je oko 30 minuta, ne preporuča duže sušenje od 10 sati. Moguće je i nakon par minuta vršiti spajanje ali to zahtjeva višu temperaturu, veći pritisak a i dolazi do prljanja grijača i samog spojenog furnira.



*Slika 17. Transportne take*

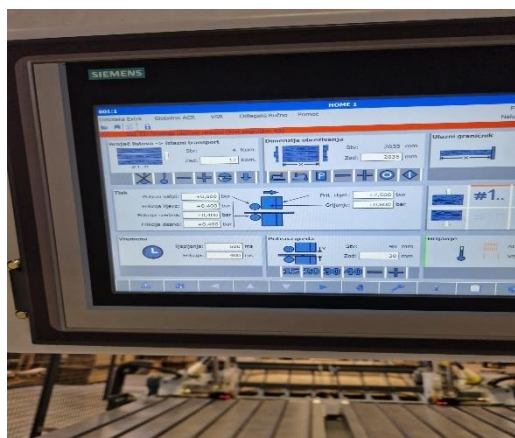
### **4.3 Lijepljenje furnira**

Stroj za širinsko lijepljenje furnira automatski obavlja radne operacije; uvlačenje listova, pozicioniranje, pritisak valjaka, spuštanje grijaćeg tijela, daljnji pomak (sl.18).



*Slika 18. Stroj za spajanje furnira*

Operater na početku tehnološkog procesa lijepljenja furnira u računalo unosi parametre potrebne za ispunjavanje uvjeta da bi stroj mogao raditi u automatskom načinu rada. Ovisno o vrsti furnira koji će se spajati, debljini lista furnira te završnim dimenzijama spojenih furnira, određuje se temperatura grijaćih greda, pritisak greda i frikcijskih valjaka te vrijeme lijepljenja (sl.19).



*Slika 19. Parametri lijepljenja*

Tehnički podaci stroja za lijepljenje:

Min dužina u smjeru vlaknaca 600 mm

Max dužina u smjeru vlaknaca 2800 mm

Debljina furnira 0,25 – 2 mm

Min širina spojenog furnira 1100 mm (uvjet nastavka linije)

Max širina spojenog furnira 2400 mm (uvjet nastavka linije)

Temperatura grijače letve max. 220°C

Vrijeme frikcijskih valjaka 0,2 – 3 s

Pogonski tlak 6 – 7 bara

List furnira polaže se na ulazne transportne trake koje povlače list u prostor stroja gdje se obavlja spajanje furnira (sl.20). Nakon što senzori očitaju položaje listova i pozicioniraju ih u položaj za spajanje aktivira se pritisnu letvu u kojoj se nalaze grijači i frikcijski valjci (sl.21), koja vrši pritisak na listove furnira. Po zadanim parametrima 2 do 2,5 bara letva pritišće jedan list dok frikcijski valjci drugi list priljubljuju uz prvi i ostvaruju potreban pritisak na sljub od 0,3 do 1,1 bar a istovremeno pritisna letva sa grijačima aktivira ljepilo koje uslijed temperature od 190 - 200°C vrši lijepljenje. Trajanje vremena lijepljenja od 400 do 2000 ms i vremena pritiska od 300 do 1500 ms ovisi od debljine furnira.

Ovaj stroj omogućuje dvije opcije spajanja furnira. Na zadani broj listova koji će biti spojeni u jednu plahtu kada su svi paketi obrađeni na istu širinu paketa. Druga opcija je spajanje na zadanu širinu spojenog furnira kad su paketi različite širine. Odsijecanje na zadanu širinu vrši se nožem koji se nalazi na izlazu iz jedinice za lijepljenje.



*Slika 20. Ulaganje furnira*

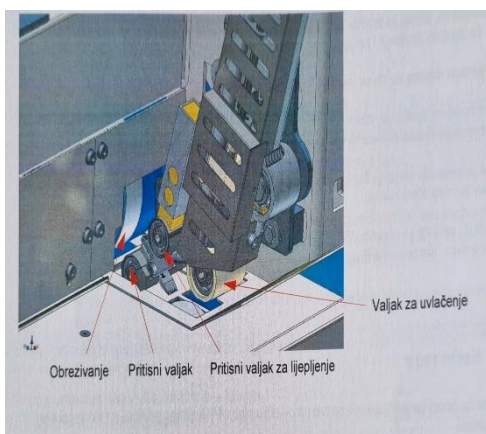


*Slika 21. Pritisna letva s frikcijskim valjcima*

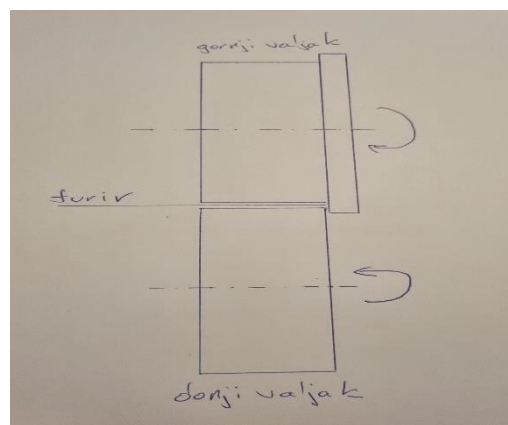
Transportnim trakama spojeni furnir odlazi do stroja za dužinsko formiranje spojenog furnira (sl.22), a nazivamo ih trimeri. Njihova je funkcija da obrezuju spojeni furnir obostrano na zadanu dužinu (sl. 22a). Prilikom prolaska kroz stroj nakon odsijecanja viška furnira nanosi se uz sami rub max. 5 mm od ruba, okomito na smjer vlaknaca ljepljivi konac koji daje čvrstoću po rubu u daljnjim tehnološkim procesima da spriječi cijepanje furnira (sl. 22b).



Slika 22. Trimeri



Slika 22b. Grijač ljepljivog konca



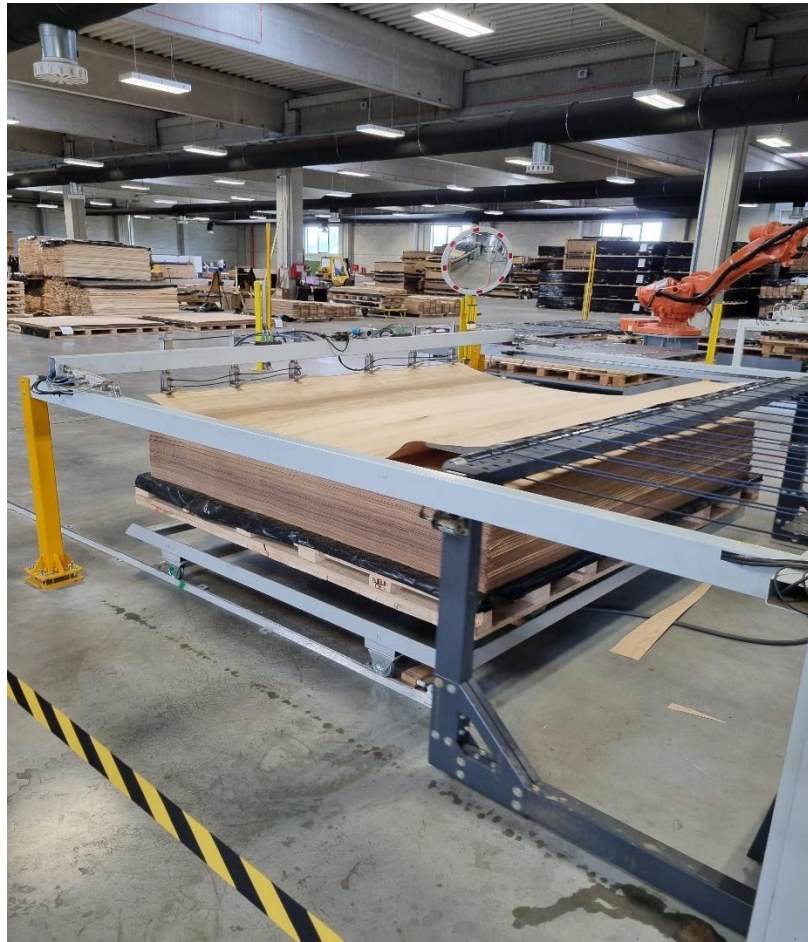
Slika 22a. Skica kružnih oštrica

#### 4.4 Odlaganje spojenog furnira

Prolaskom spojenog furnira kroz trimere plahta dolazi u stroj za okretanje plahti koji spojeni furnir okreće za 180 ° da bi plahta bila licem prema gore (sl.23). Tako pozicionirana plahta trakastim iz vlačnim kolicima odlazi do hvataljki koje prihvaćaju plahtu i pozicioniraju je na za to pripremljenu paletu smještenu na podiznom stolu (sl.24). Kad se paleta popuni zadanom količinom odvozi se električnim viljuškarom u skladište gotove robe gdje se pakira i unosi u evidenciju.



*Slika 23. Okretač plahti*



*Slika 24. Odlaganje i slaganje spojenog furnira*

## 5. POSTUPCI U PROVOĐENJU KONTROLE

Da bi se postupak širinskog lijepljenja furnira odvijao u zadanim tehnološkim postupcima i u kriterijima kvalitete važno je kontinuirano praćenje svih sastavnica koji sudjeluju u procesu.

### 5.1 Kontrola nanosa ljepila

Količina nanosa ljepila po preporuci proizvođača iznosi 60 do 100 g/m<sup>2</sup>. Pošto je debljina sljubnice jako mala i gotovo je nemoguće izmjeriti debljinu nanosa koristimo se sa dva postupka kontrole nanosa. Prvi postupak je da u formulu unesemo količinu utrošenog ljepila i stavimo u omjer sa izračunatom površinom ukupno obrađenog furnira u tom periodu. Nije precizna metoda ali nam daje okvirnu sliku utroška u određenom intervalu. Druga metoda je puno preciznija i radi se na preciznoj vagi i izračunava se razlika u težini furnira prije i poslije nanosa ljepila. Dobivena razlika je nanos ljepila i stavlja se u odnos sa izračunatom površinom sljubnice tog uzorka. Nadalje vizualnim pregledom stanja ljepila pregleda se ljepilo da ne dođe do promjene u odnosu na početnu/zadanu viskoznost i/ili promijeni boje. Provjerava se i postavka na doziranom valjku i po potrebi se korigira.

### 5.2 Kontrola furnira prije i poslije spajanja

Iako je furnir koji je došao na spajanje prošao proces sortiranja uvijek se dogodi previd i bude tehničkih neispravnih listova. U svakom trenutku tehnološkog procesa kad se uoči neispravan furnir on se mora ukloniti iz daljnjeg procesa jer u završnim fazama osobito na automatskom spajanju i jedinicama za obrubljivanje „trimerima“ -dolazi do nepravilnog spajanja ili odsijecanja furnira te se tako već obrađena plahta mora ukloniti jer ne zadovoljava zadane kriterije kvalitete. Osim vizualnim metodama provjere kvalitete lista furnira i spojenih plahti kojima utvrđujemo da li su ispravni listovi (porozan list, raspucani list, mehanička oštećenja na površini furnira ili plavilo nastalu u ranijim fazama obrade furnira), koristimo mikrometar za provjeru točnosti zadane debljine lista i elektro-kontaktni vlagomjer za određivanje vlage u furniru. Ako se posumnja da određena količina furnira ima povišenu vlagu ili je presušen furnir radi se gravimetrijska metoda određivanja sadržaja vode da ne bi došlo do kasnijih problema u tehnološkim procesima.



### 5.3 Kontrola strojeva i opreme

Strojevi i oprema koja se koriste u postupku širinskog lijepljenja furnira treba biti moderna, visoko tehnološka i opremljena najsuvremenijom opremom. Kako bi sustav proizvodio bez grešaka bitno je redovito praćenje stanja opreme i provoditi redovita održavanja istih da bi se proces obavljao bez problema i zastoja.

Na dvostranim škarama osim praćenja stanja oštine noža bitno je kontrolirati i plastificiranu podlogu - koju nož dodiruje prilikom odsijecanja furnira i ukoliko se pojave oštećenja koja utječu na kvalitetu sljubnice potrebno je zamijeniti istu- .

Na stroju za nanos ljepila najbitnije je da su nanosni valjci ispravni ukoliko imaju bilo kakvo oštećenje moraju se mijenjati je je nanos ljepila jako bitan. Potrebno je paziti i na rashladni uređaj koji održava optimalnu temperaturu ljepila (13-15 °C), a i kompletan stroj mora biti održavan jer rad s ljepilom uvijek izaziva zaprljana što dovodi do nepravilnog rada stroja.

Posebnu pozornost se mora obratiti na stroju za lijepljenje furnira. Stroj je pun senzora i automatike koja mora uvijek biti u ispravnom stanju. Grijače i pritisne letve zbog dodira sa ljepilom moraju se redovito čistiti i održavati. Frikcijski valjci zbog iznimno važne funkcije pritiska sljubnice u sljubnicu moraju biti u savršenom stanju ili dolazi do nejednolikog pritiska a time do neispravnog spoja.

Kod rotirajućih trimera bitno je kvalitetno odsijecanje višaka furnira. Bitno je da kružni noževi ne budu oštećeni, a grijači element kroz koji prolazi taljiva nit da bude čist i prohodan.

Bitno je cijelu liniju redovito čistiti i konstantno održavati, a sve nedostatke odmah servisirati da tijekom proizvodnog procesa može ići u kontinuitetu.

## 6. ZAKLJUČAK

Primjenom najsuvremenije tehnologije omogućeno je gotovo neograničeno širinsko spajanje furnira. Ovisno o vrsti furnira, debljini i širini ulaznih listova moguće je postići visok učinak što pospješuje ekonomski rezultat. Uz primjenu suvremene tehnike i dobre obučenosti operatera moguće je i iz uskih furnira koji nemaju ekonomsku isplativost spojiti i dobit tržištu prihvatljive i poželjne dimenzije koje postižu dobar financijski uspjeh.

## LITERATURA

1. Kuper, tehnička dokumentacija
2. Ljuljka, B., 1978 Lijepljenje u tehnologiji finalnih proizvoda, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
3. Schubert, <https://www.gegenzugfide.de./home>. (27.6.2023)
4. Tkalec, S., Prekrat, S., Konstrukcije proizvoda od drva 1, Osnove drvnih konstrukcija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

