

**Sveučilište u Zagrebu
Šumarski fakultet
Drvnotehnološki odsjek**

**STRUČNI STUDIJ
DRVNA TEHNOLOGIJA**

Nikola Kristić

**Tehnologija izrade lameliranih drvenih konstrukcija
Production technology of laminated wood structures**

Završni rad

Zagreb, rujan, 2018.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR: Nikola Kristić

07.05.1995.g. Virovitica

JMBAG: 0068225318

NASLOV: Tehnologija izrade lameliranih drvenih konstrukcija

PREDMET: Drvo u graditeljstvu

MENTOR: prof. dr. sc. Hrvoje Turkulin

IZRADU RADA POMAGAO JE: doc. dr. sc. Vjekoslav Živković

RAD JE IZRAĐEN: Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet
Zavod za namještaj i drvne proizvode

AKADEMSKA GODINA: 2017/2018.g

DATUM PREDAJE: 14.09.2018.

RAD SADRŽI: Stranica: 32

Slika: 30

Tablica: 4

Navoda literature: 6

SAŽETAK: U radu je opisana uporaba drva od samih početaka u građevini, te njegova uloga u proizvodnji lijepljenog lameliranog drva. Opisane su prednosti lameliranih konstrukcija, vrste drva koje se mogu koristiti, tehnološki proces proizvodnje lameliranih nosača, tlocrt pogona s operacijom za svaki stroj, vrste i način ugradnje metalnih spajala te montaža glavnih nosača.

POPIS SLIKA

Slika 1. Struktura drveta, tri karakteristična presjeka.

Slika 2. Glavni dijelovi drveta

Slika 3. Ravno lijepljeno lamelirano drvo

Slika 4. Osnovni načini piljenja trupaca

Slika 5. Ljepilo za drvo

Slika 6. Linija za odležavanje lamela

Slika 7. Dvostrana blanjalica za lamele

Slika 8. Orijehtacija lamela

Slika 9. Ariš

Slika 10. Sušionica drva

Slika 11. Tlocrt pogona za izradu lameliranih proizvoda

Slika 12. Dimter stroj

Slika 13. Kvrge

Slika 14. Zupčasti spoj

Slika 15. Nazubljeni valjci s ljepilom

Slika 16. Preša zubčastih spojeva

Slika 17. Linija za odležavanje lamela

Slika 18. Ispitivanje zupčastog spoja

Slika 19. Stroj za blanjanje i lijepljenje

Slika 20. Stroj za blanjanje

Slika 21. Proces lijepljenja lamela

Slika 22. Pritezanje stezačima

Slika 23. Brušenje nosača

Slika 24. Nanošenje boje na lamelirano drvo

Slika 25. Spajanje nosača metalnim spajalima

Slika 26. Skladištenje gotovih nosača

Slika 27. Metalna papučica

Slika 28. Izrada upusta i ureza

Slika 29. Vozilo za transport nosača

Slika 30. Montaža

Sadržaj

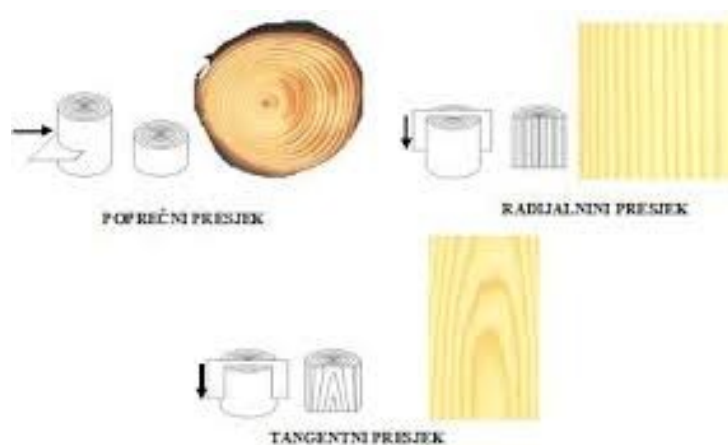
1. UVOD.....	1
2. LIJEPLJENO LAMELIRANO DRVO (LLD).....	3
3. PREDNOSTI LAMELIRANIH KONSTRUKCIJA.....	4
4. PROIZVODNJA LLD-a.....	5
5. FAZE PROIZVODNJE.....	7
5.1 PROIZVODNJA PILJENE GRAĐE.....	7
5.2 SUŠENJE LAMELA.....	9
5.3 IZBACIVANJE GREŠAKA DRVETA I MJERENJE SADRŽAJA VODE U DRVETU.....	9
5.4 IZRADA ZUPČASTOG SPOJA I NANOŠENJE LJEPILA.....	10
5.5 PREŠANJE ZUPČASTOG SPOJA I REZANJE LAMELA NA POTREBNU DULJINU.....	11
5.6 KONDICIONIRANJE LAMELA.....	11
5.7 ISPITIVANJE ZUPČASTOG SPOJA NA SAVIJANJE.....	11
5.8 BLANJANJE I LIJEPLJENJE LAMELA.....	12
5.9 BLANJANJE GREDA.....	13
5.10 ZAVRŠNA OBRADA.....	14
5.11 PAKIRANJE NOSAČA.....	14
6. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE DRVA.....	14
6.1 VRSTE DRVA.....	14
6.2 KLASA KVALITETE.....	15
6.3 SADRŽAJ VODE.....	17
7. TLOCRT POGONA S OPERACIJOM ZA SVAKI STROJ.....	18
7.1 STROJ ZA DULJINSKO SPAJANJE.....	18
7.2 ČETVEROSTRANA BLANJALICA I STROJ ZA NANOŠENJE LJEPILA.....	23
7.3 DVOSTRANA BLANJALICA.....	24
8. LIJEPLJENJE LAMELIRANIH NOSAČA.....	25
9. ZAVRŠNA OBRADA.....	27
10. VRSTE I NAČIN UGRADNJE METALNIH SPAJALA.....	28
11. SKLADIŠTENJE MATERIJALA.....	29
12. OKIVANJE I IZRADA UPUSTA I UTORA GLAVNIH NOSAČA.....	29
13. TRANSPORT NOSAČA.....	31
14. MONTAŽA GLAVNIH NOSAČA.....	32
15. ZAKLJUČAK.....	33
LITERATURA.....	34

1.UVOD

Drvo je prirodni materijal koji se dobiva od drvenastih biljaka, najčešće od debla stabala, ali se također može koristiti i drvo grana. Koristilo se od samog početka u građevini. Drvo se koristilo u izradi oružja i alata, za izradu prijevoznih sredstava, izgradnju mostova i za grijanje. Prva skrovišta i nastambe bile su napravljene od drveta. Drvo je porozan, nehomogen, anizotropan, vlaknast i higroskopan materijal sastavljen od celuloze (40-50%), lignina (25-30%), drvnih polioza (20-30%) i popratnih tvari kao što su minerali, smole itd. Svojstva drva odraz su njegovog prirodnog porijekla, tj. građe.

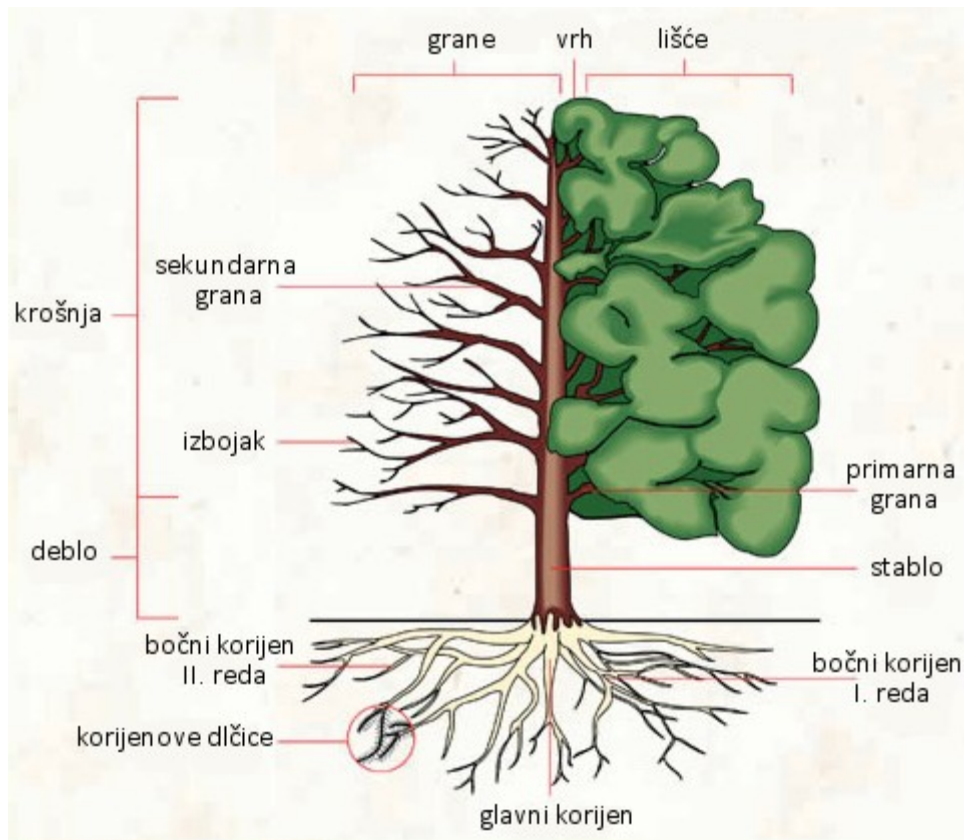
Drvo četinjača građeno je pretežno od traheida, koje su šuplje, na oba kraja zatvorene cijevi, sa svih strana opkoljene membranama te na oba kraja zašiljene. Tekućine prolaze iz jedne traheidu u drugu kroz parove ograđenih jažica. Neki rodovi četinjača imaju aksijalne i radijalne smolenice, koje su međusobno povezane.

Drvo listača pretežno je građeno od traheja, vlakanaca i parenhima. Traheje su specijalizirani provodni elementi drva. Članci traheja u trahealnom nizu imaju prave otvore bez membrana. Proticajni otvori trahealnog niza u drvu listača, znatno je manji nego kod traheida četinjača. Tekućina se širi u poprečnim smjerovima kroz jažice. One su različite od jažica četinjača četinjača: znatno su manje, nemaju torus, a membrana jažica potpuno je oblikovana i u središnjem dijelu. Struktura drveta najbolje je vidljiva iz karakterističnih presjeka drveta. Tri karakteristična presjeka mogu se vidjeti na Slici 1.



Slika 1. Struktura drveta, tri karakteristična presjeka.

Anizotropnost drva uzrokovana je položajem vlakanca, koje je uglavnom u smjeru rasta stabla. Omjer između čvrstoće i težine drva je bolji nego kod metalnih materijala. S obzirom da je drvo prirodnog porijekla podložno je utjecaju mikroorganizama, uglavnom gljivica koje mogu uzrokovati truljenje i promjenu boje. Drvo je insektima izvor hrane te ga zato napadaju. Izloženost vremenskim prilikama također uzrokuje propadanje drva vidljivo kao površinske ili duboke pukotine i erozija površine. Propadanje drva sprječava se površinskom obradom (lakovi, lazure i slični premazi), te impregnacijom (utiskivanjem zaštitnog sredstva u šupljine drveta). Lijepljeno lamelirano drvo postojanije je od cjelovitog konstrukcijskog drva jer su lamele osušene na vlažnost od 8-15% i time je smanjeno kasnije rasušivanje i pojava pukotina. Greške drva se izbacuju prije proizvodnje jer one smanjuju mehanička, konstrukcijska i estetska svojstva gotovog elementa. Bjeljika se treba izbjegavati zbog svojih slabijih svojstava koje kasnije u proizvodnji mogu prouzrokovati probleme. Ljepila koja se koriste kod proizvodnje lijepljenih lameliranih proizvoda moraju biti potpuno vodootporna i imat određenu čvrstoću. Drvo je u početku nježna mladica koja se uz povoljne okolnosti razvije u stablo. Stablo drveta se sastoji iz tri glavna dijela, a to su korijen drveta, deblo drveta te krošnja drveta. Glavni dijelovi drveta mogu se vidjeti na Slici 2.



2. LIJEPLJENO LAMELIRANO DRVO (LLD)

Drvo je osnovni materijal u proizvodnji lijepljenog lameliranog drva. Nameće se kao jedan od glavnih materijala za korištenje u budućnosti. Harmonija oblika, elegancija forme i toplina ambijenta karakteristike su suvremenih arhitektonskih projekata u drvu. Građevine koje su izvedene u tehnici lijepljenog lameliranog drva zaslužuju naziv plemenitog materijala. Lijepljeno lamelirano drvo je građevinski materijal dobiven od tankih drvenih elemenata koji su jednake širine. Ti drveni elementi postavljeni su jedan preko drugog te debljinski slijepljeni u međusobnim spojnima ravninama određenim vrstama ljepila i u određenim uvjetima.

Ovako dobiveni materijal ima mehaničke karakteristike koje su ujednačenije od mehaničkih karakteristika masivnog drveta-materijala od kojeg je lijepljeno lamelirano drvo nastalo. Sama izrada elemenata konstruktivnog sistema ili cijele konstrukcije objekta je strogo kontrolirani tehnološki postupak. Odvija se u tvornici lijepljenih lameliranih konstrukcija tako da su elementi konstrukcije od lijepljenog lameliranog drva industrijski proizvod standardne kvalitete. Građevinarstvo se poboljšava iz godine u godinu te se od drveta počinju graditi sve veće i kompleksije građevine. Da bi drvo moglo biti korišteno kao materijal u građevini potrebno je poznavati svojstva i strukturu drveta. Lamelirano drvo se proizvodi od bjelogoričnog drva koje mogu biti hrast ili bukva ili četinarskog drva u koje ubrajamo smreku, jelu, bor, ariš i slično. Bjelogorično drvo ili listače je vrsta drveta kojima lišće opada u jesen pa su oni tokom zime golih grana. U proljeće listovi rastu i ozelene. Šume su uglavnom bijele pa su zbog toga i dobile naziv bjelogorično šume.

U tvornici Drvene konstrukcije od listaća se koristi hrast i u manjoj mjeri bukva. Listače se manje primjenjuju od četinjača jer imaju veću gustoću, pa onda i cijela konstrukcija ima veću masu. Četinjače su pogodnije za proizvodnju jer manje bubre i utežu od listaća.

Crnogorično drvo ili četinjače je vrsta drva kojima tijekom zime ne opada lišće nego ostane na njima. Baš zbog toga crnogorične šume su vrlo tamne ili crne, zbog toga je ova vrsta drveta dobila ime crnogorično drvo. U građevini se drvo može koristiti u prirodnom obliku kao piljena građa te se također od drveta proizvode veliki nosivi elementi od lijepljenog lameliranog drveta. Pojam lijepljenog lameliranog elementa podrazumijeva one elemente koji su dobiveni lijepljenjem dasaka (lamela) u lamelirani element koji ima željene dimenzije, kao što su poprečni presjek i dužina. Na Slici 3. može se vidjeti ravno lijepljeno lamelirano drvo.



Slika 3. Ravno lijepljeno lamelirano drvo

3.PREDNOSTI LAMELIRANIH KONSTRUKCIJA

1. VELIKI RASPONI - lijepljeno lamelirano drvo može biti raspona do 45 m
2. BROJNE MOGUĆNOSTI OBLIKOVANJA - lijepljeno lamelirano drvo pruža brojne mogućnosti oblikovanja (grede mogu biti: ravne, zaobljene i polukružne)
3. VISOKA POŽARNA OTPORNOST - Drvo gori, ali gorenjem ne mjenja bitno svoja mehanička svojstva.
U slučaju požara drvena konstrukcija sigurnija je od nezaštićene čelične konstrukcije.
4. POSTOJANOST - Potpuno je stabilan i postojan građevinski materijal, drvo je osušeno na vlažnost 8-15% te je u normalnim uvjetima eksploatacije pojava rasušivanja i upijanja svedena na minimum.
5. OTPORNOST - Drvo je otporno na razne agresivne supstance poput kiselina, gnojiva, soli, amonijaka itd.

4. PROIZVODNJA LLD-a

U proizvodnji lijepljenog lameliranog drveta mogu se koristiti sve vrste drveta koje se koriste i u klasičnim drvenim konstrukcijama. Pažljivo se treba odabrati vrsta drveta za pojedinu namjenu odnosno za funkciju, uvjete izloženosti i očekivanu trajnost projektiranog objekta. Materijal koji se koristi za izradu lijepljenih lameliranih elemenata mora biti drvo I. klase. Klase kvalitete za pojedini razred čvrstoće propisuje HRN EN 1912: Structural Timber - Strength classes - Assignment of visual grades and species, a drvo se klasira prema DIN 4074-1 za četinjače i 4074-5 za listače. Obilježja drva za pojedinu klasu kvalitete (minimalno dopuštene greške) određuje HRN EN 14081-1 za četinjače. Sadržaj vode prema Pravilniku o drvnim konstrukcijama je $15 \pm 3\%$, dakle max 18 %. Sadržaj vode ovisi o: a) ravnotežnom sadržaju vode koji će drvo imati u uporabi i b) prema odredbama tehnike lijepljenja. U Drvenim konstrukcijama u Voćinu drvo se suši na sadržaj vode od 10-12%.

Nedostaci u drvetu kao što su kvrge, veće smolenice, smolne vrećice, urasla kora se moraju ukloniti jer umanjuju čvrstoću drveta te narušavaju estetski izgled drveta. Tada se lijepljeno lamelirano drvo može smatrati kao oplemljeno masivno drvo. Lamela koje se koriste u proizvodnji lijepljenog lameliranog drveta kreću se u debljini od 10 mm do 45 mm. Debljine lamela iznose 20,30 i 40mm, a s kojom će se raditi ovisi o naručenim dimenzijama kupca za određeni nosač. U osnovi se rabe čim deblje lamele (40 mm), da proizvodnja bude jeftinija (količina ljepila) i brža (broj sljubnica i vrijeme stezanja. Dobiveno lamelirani elementi mogu biti konstantnog ili promjenjivog poprečnog presjeka te mogu biti ravni ili lučni. Odrednice kvalitete lameliranog drva za projektiranje nosivih konstrukcija se defniraju prema normi HRN EN 14080:2013 - Drvene konstrukcije - Lijepljeno lamelirano drvo i lijepljeno cjelovito drvo.

Lijepljeni lamelirani nosači se proizvode u opremljenom pogonu u kojoj se nalazi sva potrebna i adekvatna oprema. Osoblje mora biti osposobljeno i stručno za obavljanje proizvodnje. Iskustvo je također bitno u proizvodnji lijepljenih lameliranih nosača. Ljepilo i drvo trebaju biti prije proizvodnje uskladišteni u prostoru proizvodnje, gdje se na taj način temperiraju na prostor u kojem se nalaze, kako ne bi došlo do grešaka u radu(naročito postupaka u tehnici lijepljenja, koja bitno ovisi o temperaturi sljubnice i ljepila, čije otvrdnjavanje određuje njegova temperatura). Prostor proizvodnje lameliranih nosača treba sadržavati termometar i vlagomjer zraka(higrometar), kako bi se kontrolirala temperatura i vlažnost radnog prostora. Radionice također trebaju imati i vage odnosno dozatore za

mjerenje količine ljepila, elektronski vlagomjer za drvo, instrument kojim se mjeri kvaliteta zupčastih spojeva, uređaje za mjerenje realiziranog pritiska u prešama prilikom lijepljenja, instrumente za mjerenje vremena otvrdnjivanja, vezivanja lijepila.

5. FAZE PROIZVODNJE

1. Proizvodnja piljene građe (lamela)
2. Sušenje lamela
3. Izbacivanje grešaka drveta i mjerenje sadržaja vode u drvetu
4. Izrada zupčastog spoja i nanošenje ljepila (uzdužno spajanje lamela)
5. Prešanje zupčastog spoja i rezanje lamela na potrebnu dužinu
6. Odležavanje lamela
7. Ispitivanje zupčastog spoja na savijanje
8. Blanjanje i lijepljenje lamela
9. Blanjanje nosača
10. Završna obrada
11. Pakiranje nosača

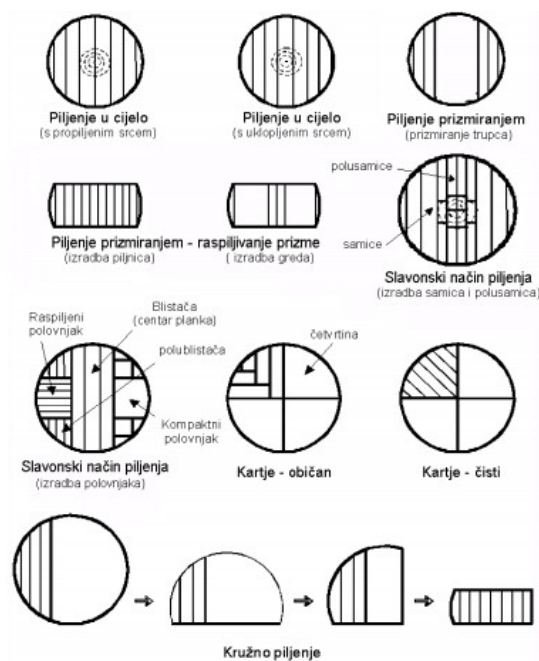
5.1 PROIZVODNJA PILJENE GRAĐE

Potrebno je prije proizvodnje piljene građe obaviti siječu i nabavu drveta kao repromaterijala za proizvodnju. Za proizvodnju se najčešće koristi drvo četinjača (smreka, bor i ariš), ali se može koristiti i bjelogorično drvo (bukva i hrast). Četinjače imaju manju gustoću pa konstrukcija ima manju masu, jednoličnije su strukture, manje bubre i utežu, iskazuju manje problema kod lijepljenja.

Za dobivanje piljene građe se koristi deblo. Procesi koji obuhvaćaju postupak sječe su: kresanje grana, mjerenje, prikupljanje, trupljenje ili guljenje kore. U današnje vrijeme se sječa izvodi pomoću motornih pila lančanica i pomoćnog alata kao što su cjepači, klinovi, sjekire, mjerne vrpce, okretači, guljači kore itd. Nakon sječe trupci se iz šume prevoze šumskim putevima pomoću traktorskog ili kamionskog transporta do tvornica za daljnju preradu. Kada su trupci dovezeni u pilanu, vrši se klasifikacija. Klasifikacija trupaca može biti po duljini, po klasi i po debljini. Kada se klasifikacija provede, trpci se odlažu na stovarištima, gdje se suše. Sušenje se provodi dok vlaga trupaca ne padne na optimalnu razinu za daljnju obradu trupaca. Kvalitetniji trupci se zaštićuju od djelovanja oborina, te u ljetnim mjesecima prskanjem od djelovanja sekundarnih štetnika. Pilane su pogoni gdje se odvija prerada trupaca u građevinsku građu.

Sve pilane bi trebalo pozicionirati uz prometnice kojima se trupci dovoze radi bolje efikasnosti. Pilana se sastoji od većeg prostora za stovarište trupaca, pogonskih zgrada za proizvodnju opremljenih svim potrebnim strojevima i radionicama te od prostora za skladištenje piljene građe. Glavni strojevi i uređaji u pilanama su vertikalni jarmovi te tlačne i kružne pile. Piljenje je postupak dobivanja drvene građe (lamela iz trupaca).

Način raspiljivanja trupaca uglavnom ovisi o: vrsti drva, promjeru i kvaliteti (greškama) trupaca, vrsti pilanskih sortimenata koje želimo proizvesti, raspoloživoj tehnologiji za piljenje, željenom učinku, kvantitativnom, kvalitativnom, vrijednosnom ili nekom drugom kriteriju piljenja. Piljenje može bit najčešće kružno individualno piljenje ili piljenje prizmiranjem.. Kod piljenja prizmiranjem dobivaju se daske istih širina te se trupci 2 do 4 % bolje iskorištavaju nego kada se trupci pile u cjelini. Na Slici 4. mogu se vidjeti osnovni načini piljenja trupaca. Drvene konstrukcije iz Voćina nemaju svoju pilanu pa naručuju gotove piljenice najvećim dijelom iz Austrije. Uglavnom se naručuju piljenice tangentne ili polutangentne tekture od ariša, smreke ili jele koje će se kasnije koristiti za izradu nosača. Kod naručivanja građe pazi se da se izbjegnu piljenice sa uklopljenom bjeljikom ili one koje sadrže juvenilno drvo zbog njihovih slabijih svojstava.



Slika 4. Osnovni načini piljenja trupaca

5.2 SUŠENJE LAMELA

Sušenje lamela može biti prirodno na zraku ili prisilno sušenje u sušarama. Kada se lamele suše prirodnim putem na zraku moraju biti zaštićene od oborina i moraju biti poslagane tako da između njih ima prostora za strujanje zraka. Sušenje u sušarama se odvija u zatvorenom prostoru u strogo kontroliranim uvjetima. Drvene konstrukcije iz Voćina nemaju svoju sušaru, pa ukoliko ima potrebe za sušenjem provode ga u obližnjoj firmi Divas d.o.o. Smreka i jela se ne koriste u proizvodnji nosača ako imaju više od 12% sadržaja vode. Kondicioniranje građe u proizvodnom pogonu treba biti oko 24 sata, ali nikad manje od 12 sati.

5.3 IZBACIVANJE GREŠAKA DRVETA I MJERENJE SADRŽAJA VODE U DRVETU

Potrebno je izvršiti kondicioniranje dasaka prije nego što lamele uđu u proces podužnog spajanja. Kondicioniranje dasaka potrebno je provesti kako bi se ujednačila temperatura dasaka sa temperaturom u proizvodnoj hali. Daske se uvoze radnim strojem u proizvodni pogon te se spremaju na početku hale kako bi odležale minimalno 24 sata, koliko je potrebno za ispravno kondicioniranje dasaka. Tijekom svih faza proizvodnje temperatura u proizvodnom pogonu iznosi oko 20 °C, a nikada nije bila manja od 15°C. Nakon kondicioniranja vrši se klasificiranje dasaka. Klasifikacija se vrši sukladno potrebnoj klasi metodom vizualne klasifikacije prema normi HRN EN 14081-1:2016. Klasa kvalitete lamelirane građe zadana je za pojedini element radnim nalogom. Nedopuštene greške na pojedinim daskama označavaju se posebnim kredama, te se taj dio daske izbacuje na prvom stroju u liniji/poprečna pila. Pri vizualnom klasificiranju posebna pozornost se obraćala na kvрге i širinu godova. Daske koje imaju neodgovarajuću širinu godova se koriste kod izrade raznih obloga ili proizvoda kod kojih to nema preveliku važnost. Vlažnost svake lamele kontrolira se prije podužnog spajanja.

Mjerenjem vlage određuje se koje daske mogu ići u daljnji proces, a koje se izbacuju kao nesukladne daske. Stroj na liniji za mjerenje vlažnosti je prihvaćao srednji sadržaj vode od 12% +/- 2%, a točnost vlagomjera na liniji se provjeravala ručnim vlagomjerom. Nesukladnim daskama se smatraju one daske kojima vlažnost nije u dopuštenim granicama. Nesukladne daske označuju se crvenim znakom "X", koje se izbacuju iz daljnjeg procesa proizvodnje te se zatim odlažu na posebnom mjesto i koriste se za neke druge potrebe. Nakon sušenja lamela slijedi faza u kojoj se vrši izrada zupčastog spoja i nanošenje ljepila.

5.4 IZRADA ZUPČASTOG SPOJA I NANOŠENJE LJEPILA

Kako bi se lamele mogle spojiti u lamelu potrebne duljine, potrebno je izvršiti narezivanje zubaca na lamelama. To se vrši pomoću posebnih glodala. Zupčasti profili se narezuju na čelo pojedine lamele. Dimenzije zupčastog spoja su propisane odgovarajućim propisima koje se mogu vidjeti u Tablici 1.

Tablica 1. Dimenzije zupčastog spoja propisane odgovarajućim propisima.

Klasa čvrstoće lamela	$v = b / t$	l [mm]	min l [mm]	β
I	$\leq 0,18$	≤ 10	min $l = 3,6 * t * (1-2*v)$	$\leq 7,5^\circ$ (1:7,6)
		> 10	min $l = 4,0 * t * (1-2*v)$	$\leq 7,1^\circ$ (1:8)
II	$\leq 0,25$	≤ 10	min $l = 3,6 * t * (1-2*v)$	$\leq 7,5^\circ$ (1:7,6)
		> 10	min $l = 4,0 * t * (1-2*v)$	$\leq 7,1^\circ$ (1:8)

Ljepilo se nanosi na zupce nakon narezivanja zubaca. Nanosi se posebnim strojem koji radi na principu nazubljenog valjka. Ljepilo treba biti ravnomjerno nanešeno na narezane zupce. Metodom opažanja kontrolira se količina nanošenog ljepila. Ljepilo je dvokomponentno i na daske koje se lijepe se nonosi 75% ljepila i 25% otvrdnjivača.



Slika 5. Ljepilo za drvo

5.5 PREŠANJE ZUPČASTOG SPOJA I REZANJE LAMELA NA POTREBNU DULJINU

Neposredno nakon nanođenja ljepila vrši se prešanje zupčastog spoja. Sila koja je potrebna za prešanje određuje se prema dimenzijama poprečnog presjeka lamela, za vrijeme prešanja vrši se i kontrola količine nanešenog ljepila. Ako se kontrolom pokaže da spoj nije izveden po pravilima i normama, lamela se tada označava crvenim znakom "X". Duljinsko skraćivanje - dužinski spojenih lamela na duljinu nosača vrši se pomoću računalno upravljane klatne pile.

5.6 KONDICIONIRANJE LAMELA

Nakon faze prešanja lamela, potrebno je ostaviti lamele na liniji zbog procesa vezanja ljepila. Vrijeme odležavanja lamela ovisilo je o uvjetima u hali, a to su vlažnost i temperatura zraka. Preporučeno vrijeme za odležavanje i kondicioniranje lamela iznosi: a) za izradu ravnih lameliranih nosača oko 24 sata b) za izradu lučnih lameliranih nosača oko 48 sati.



Slika 6. Linija za odležavanje lamela

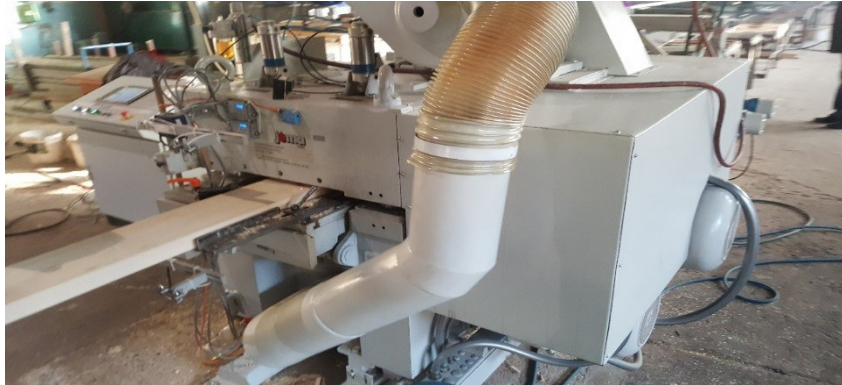
5.7 ISPITIVANJE ZUPČASTOG SPOJA NA SAVIJANJE

Sukladno normi HRN EN 385- Uporaba lameliranog drva u konstrukcijama vrši se ispitivanje zupčastog spoja koje provodi laborant. U svakoj radnoj smjeni izuzimaju se minimalno tri uzorka zupčastog spoja. Oni se ispituju u roku od 72 sata nakon njihovog spajanja. Ispitivanje se vrši na kidalici za ispitivanje čvrstoće na savijanje. Postupak ispitivanja se provodi tako da su najveća naprezanja na mjestu zupčastog spoja. Čvrstoća koja

se ispituje treba biti veća od minimalne čvrstoće koja je propisana za određenu klasu kvalitete drveta. Ispitani spojevi se označuju kao nesukladni ako su rezultati ispitivanja manji od minimalno dopuštene čvrstoće te je potrebno obavijestiti kontrolora proizvodnje.

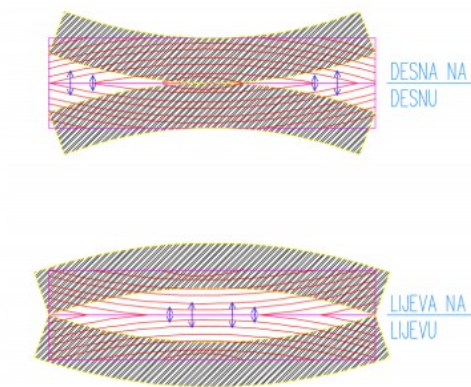
5.8 BLANJANJE I LIJEPLJENJE LAMELA

Kada prođe vrijeme odležavanja lamela, vrši se njihovo blanjanje. Blanjanje se vrši na blanjalici.

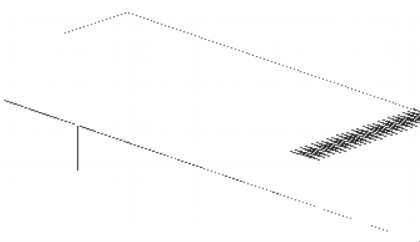


Slika 7. Dvostrana blanjalica za lamele

Lamele se blančaju na debljinu koja je definirana za svaki posebni element. Konstantno se vrši kontrola blanjanja površine i kontrola debljine lamela. Kontrola blanjanje površine je bitna zbog samog prijanjanja ljepila na podloga i debljine sloja ljepila. Brusač daje ocjenu te se na temelju toga provodi oštrenje noževa na blanji ili zamjena novima. Kada lamela prođe kroz blanjalicu slijedi nanošenje lijepila metodom nalijevanja na lamele, uz stalnu kontrolu. Ljepilo je dvokomponentno melaminsko, marke Dynea za konstrukcijske spojeve i dolazi u bačvama od 1200kg. Omjer ljepila i otvrdnjivača je 75% ljepila i 25% otvrdnjivača. Nanosi se pod zastorom i to ljepila 370 g/m^2 i otvrdnjivača 77 g/m^2 . Lijepljenje lamela se izvodi u prešama, a potrebni pritisak u prešama provodi se pomoću pneumatskih pištolja. Kontrola stroja kojim se nanosi lijepilo provodi se jednom mjesečno. Vrijeme prešanja ovisi o komponenti lijepila i o klimatskim uvjetima u pogonu tokom lijepljenja. Prilikom slaganja lamela potrebno je voditi računa i o orijentaciji lamela. Orijentacijom lamela dijelimo lamele na lijevu lamelu koja je bliže kori i na desnu lamelu koja je bliže srcu drveta (Slika 8.).



Slika 8. Nepravilna orijentacija lamela



Slika 9. Pravilna orijentacija lamela

5.9 BLANJANJE GREDA

Dvostrana blanjalica je stroj na kojem se vrši blanjanje polijepljenih lameliranih nosača. Blanjanje greda je proces kojim se proizvedene grede dovode na dimenziju koja je zahtijevana projektom. Blanjanje ima i estetsku svrhu. Nakon blanjanja površina grede mora biti glatka i ravna. Radnik na blanjalici odlučuje kada je potrebno zamjeniti ili izoštriti noževe.

5.10 ZAVRŠNA OBRADA

Nakon blanjanja greda slijedi završna obrada kako bi se popravile blanjane površine. Popravci koji se izvode su čepanje, kitanje ili ubacivanje dijela lamela. Nakon završne obrade gotove grede se premazuju zaštitnim premazima kako je definirano projektom. Grede se premazuju zaštitnim sredstvima zbog zaštite nosača tijekom transporta, ugradnje i eksploatacije objekta, zaštite od insekata, gljivice i propadanja zbog vlažnosti. Nosači se osim zaštite premazuju i bojom koja daje željeni ton nosaču prema zahtjevima investitora.

5.11 PAKIRANJE NOSAČA

Završna faza u proizvodnji lijepljenih lameliranih nosača je pakiranje nosača i njihova priprema za transport. Nosači se pakuju u plastične folije kako bi se prilikom transporta zaštitili od vlage. Mjesta na kojima se nosač prihvaća tijekom utovara i transporta moraju se zaštititi od oštećenja.

6. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE DRVA

6.1 VRSTE DRVA

Kod proizvodnje lijepljenog lameliranog drva mogu se koristiti bjelogorična i crnogorična vrsta drveta. Od crnogoričnih vrsta drva to su: jela, smreka, bor i ariš, dok od bjelogoričnih vrsta drva to su: hrast i bukva.

Za dobivanje trupaca i ostalih drvnih sortimenata iz stabla prvo je potrebno napraviti nekoliko faza sječe i izrade toga stabla u šumi. Postoje više varijanti sječe i izrade stabla. Nakon sječe stabla ono se izrađuje u trupce odgovarajućih dimenzija i šumskim traktorima ili drugim strojevima pomoću šumskih vlaka izvlače na stovarište. Kasnije se ti trupci klasiraju i kamionima odvoze u tvornicu na daljnju obradu.



Slika 10. Ariš

6.2 KLASA KVALITETE

Trupci se nakon izrade klasiraju prema određenim klasama kvalitete. Klasa kvalitete trupaca određuje se indentifikacijskim pločicama određene boje koje se nalaze na čelu trupca.

Klasifikacija trupaca može biti po klasi, debljini i duljini.

Imamo tri vrste klasa trupca:

1. Klasa – označavaju se plavom pločicom - najkvalitetniji trupci
2. klasa – označavaju se bijelom pločicom- trupci sa manjim oštećenjima
- 3.klasa – označavaju se crnom pločicom – najnekvalitetniji trupci(ogrijevno drvo)

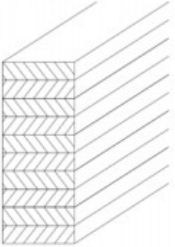
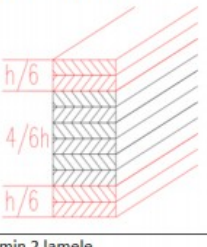
Lamelirano drvo proizvodi se prema normi HRN EN 14080:2006 slijedećim klasama kvalitete odnosno čvrstoće:

- GL 24 h, GL 28 h, GL 32 h
- GL 28 c, GL 32

Prema klasi postoje homogeno i kombinirano lamelirano drvo.

Homogeno lamelirano drvo se proizvodi od lamela iste klase, dok se kombinirano lamelirano drvo proizvodi od lamela dvije različite klase, minimalno 2 lamele ili 1/6 poprečnog presjeka veće klase se stavlja uz vanjski rub.

Tablica 2. Kvaliteta lamela u poprečnom presjeku

Razredi čvrstoće lameliranog drva	Razredi čvrstoće lamela		
	Homogeno LLD (GL..h)	Kombinirano LLD (GL..k)	
			
	h/6 ili min 2 lamele		
	Sve lamele	Vanjske lamele	Unutarnje lamele
GL24	C24	C24	C16
GL28	C30	C30	C24
GL32	C35	C35	C24
GL36	C40	C40	C35

Tablica 3. Karakteristične vrijednosti krutosti u N/mm²

Razred čvrstoće nosača	GL24c	GL24h	GL28c	GL28h	GL32c	GL32h	GL36c	GL36h
Modul elastičnosti paralelno E_{0,mean}^e	11600	11600	12600	12600	13700	13700	14700	14700
Modul elastičnosti pod pravim kutom E_{90,mean}^e	320	390	390	420	420	460	460	490
Modul posmika G_{mean}^{d,e}	590	720	720	780	780	850	850	910

Tablica 4. Karakteristične vrijednosti minimalne gustoće u kg/m³ za pojedini razred čvrstoće nosača

Razred	GL24c	GL24h	GL28c	GL18h	GL32c	GL32h	GL36c	GL36h
čvrstoće								
Gustoća	350	380	380	410	410	430	430	450

6.3 SADRŽAJ VODE

Sadržaj vode dasaka koje ulaze u proizvodnju ne može biti veći od 15%.

U sušionica se drvo suši na vlažnost između 8-12%. Postoje više oblika i načina izvedbe sušionica za sušenje drveta.

Daske za proizvodnju lameliranog drva se klasificiraju prema:

- vrsti drveta
- širini godova
- dimenzijama
- klasi kvalitete

Prije početka procesa proizvodnje daske se moraju kondicionirati u proizvodnom pogonu.

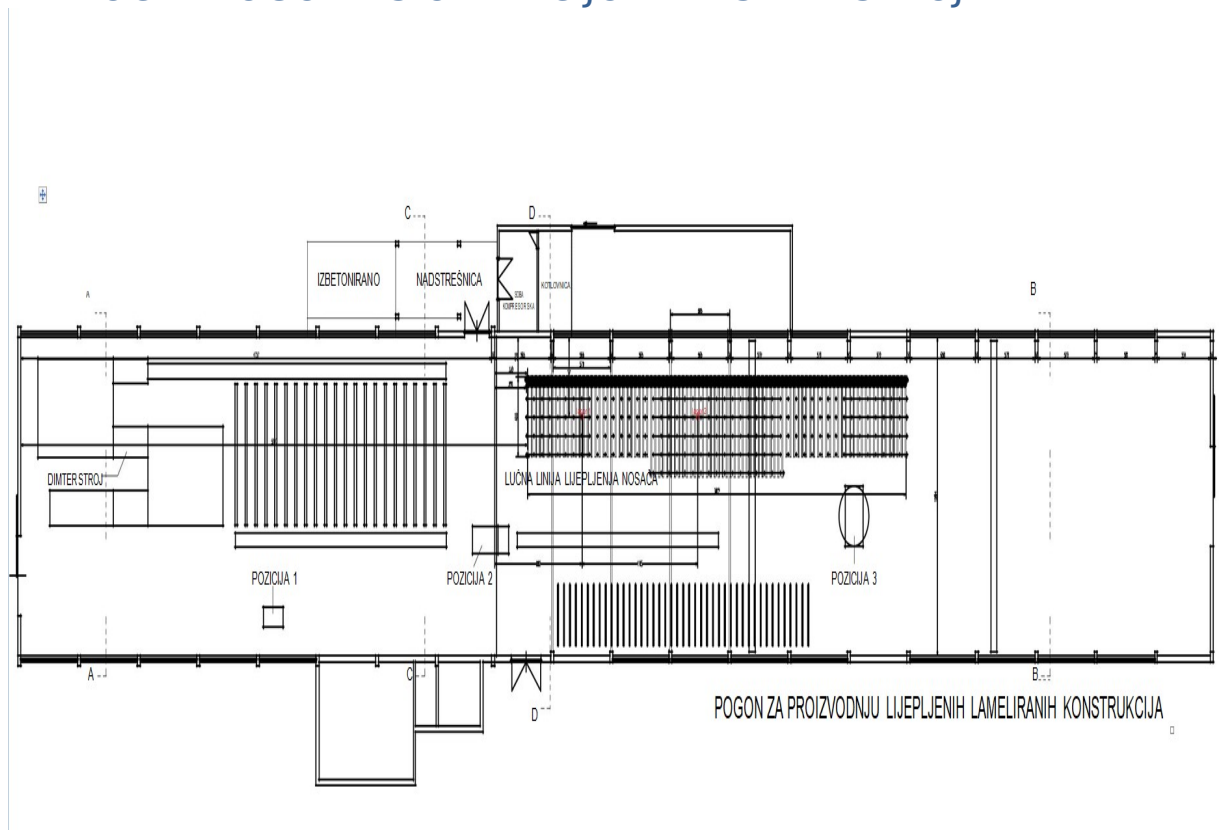
Daske se viljuškarom dovoze u pogon i tamo ostaju oko 24 sata da se izjednače s uvjetima u pogonu u vidu temeprature i vlažnosti.

Za vrijeme sušenja lamela u sušarama, nemoguće je osušiti svaku lamelu na traženu vlažnost. Zbog toga je potrebno kontrolirati vlažnost svake lamele prije ulaska u daljnji proces proizvodnje. Mjerenje vlažnosti pojedinih lamela vrši se pomoću taktnog elektrootpornog vlagomjera. Dopušteno je oko $\pm 2\%$ razlike u vlažnosti. Sve lamele čija vlažnost nije u dopuštenim granicama se automatski izbacuju van proizvodne trake.



Slika 11. Sušionica drva

7. TLOCRT POGONA S OPERACIJOM ZA SVAKI STROJ



Slika 12. Tlocrt pogona za izradu lameliranih proizvoda

7.1 STROJ ZA DULJINSKO SPAJANJE

Dimter stroj (Pozicija 1) je stroj na kojemu se odvijaju operacije spajanja dvije ili više lamela na određenu duljinu.

Faze operacija na dimter stroju:

1. Uklanjanje grešaka na lamelama poprečnim piljenjem
2. Strojno mjerenje vlažnosti svake lamele
3. Izrada zupčastog spoja
4. Proces nanošenja ljepila na zupčasti spoj
5. Prešanje zupčastog spoja
6. Prikrajanje spojenih lamela na odgovarajuću dužinu

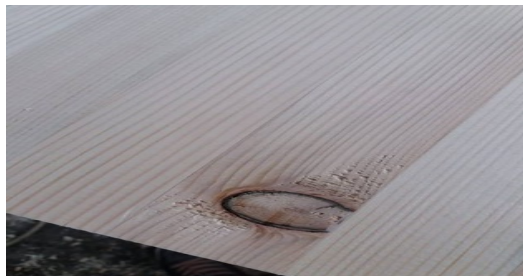


Slika 13. Dimter stroj

1. Uklanjanje grešaka na lamelama

Greške:

- Kvrge (Slika 14.)
- Raspukline
- Mehanička oštećenja
- Promjena oblika
- Pukotine
- Smolne vrečice
- Kosa žica
- Sržne mrlje
- Hodnici insekata



Slika 14. Kvrge

2. Strojno mjerenje vlažnosti svake lamele

Udio vlažnosti svake lamele je u rasponu od 8-12 %.

Postoji ekran na dimter stroju na kojem se može vidjeti vrijednost udjela vlažnosti svake lamele. Lamele koje ne odgovaraju se izbacuju iz daljnjeg procesa proizvodnje.

Dopuštena razlika je +/- 2%.

3. Izrada zupčastog spoja

Izrada zupčastog spoja se odvija pomoću rotirajućih glava koje na čelu lamele izrađuju zupce odgovarajućih dimenzija.

Izradom zupčastog spoja ostvaruje se spajanje lamela traženih dimenzija.



Slika 15. Zupčasti spoj

4. Proces nanošenja ljepila na zupčasti spoj

Ljepilo se pomoću nazubljenih valjaka nanosi na zubce.

Nanošenje se odvija odmah nakon narezivanja zubaca.



Slika 16. Nazubljeni valjci s ljepilom

5. Prešanje zupčastog spoja

Prešanje se odvija neposredno iza nanošenja ljepila.

Sila kojom se odvija prešanje zupčastog spoja ovisi o veličini zubaca, a trajanje samog prešanja traje par sekundi.



Slika 17. Preša zubčastih spojeva

6. Prikrajanje spojenih lamela na odgovarajuću dužinu

Automatskom klatnom pilom se lamele prikraćuju na određenu dužinu koju je kupac odredio u radnom nalogu.

Treba paziti i redovno servisirati klatnu pilu da ne dođe do zatupljenja oštrice.

7. Faza odležavanja lamela

Ova faza je bitna radi samog procesa otvrdnjivanja i vezivanja ljepilazupčastog spoja.

Linija za odležavanje služi kao mjesto na kojem će lamele stajati dok se s njima ne krene u stroj za blanjanje i nanošenje ljepilana lica lamela.

Linija za odležavanje na sebi sadrži rotirajuće dijelove pomoću kojih je lakše pomjerati lamele na željeno mjesto.



Slika 18. Linija za odležavanje lamela

8. Ispitivanje zupčastog spoja

Izrađuju se tri uzorka nakon svake smjene.

Uzorak se ispituje na savijanje i to normom HRN EN 385. Ispitivanje uzorka se odvija 72 sata nakon izrade zupčastog spoja.

Najbitniji parametar kod ispitivanja je sila loma kod uzorka.



Slika 19. Ispitivanje zupčastog spoja

7.2 ČETVEROSTRANA BLANJALICA I STROJ ZA NANOŠENJE LJEPILA

Postupak proizvodnje na ovom stroju(Pozicija 2) započinje procesom blanjanja lamela koje ulaze u blanjalicu za četverostrano blanjanje jedna za drugom. Lamelle u blanjalicu stavlja radnik. Blanjanje se odvija jako precizno s preciznošću od $\pm 0.1\text{mm}$.

Iza procesa blanjanja obrađene lamelle neposredno iza toga prolaze kroz stroj za nanošenje ljepila. Ljepilo se nanosi na gornju plohu lamelle tako što dok ona izlazi iz blanjalice na nju pada prvo zastor otvrdnjivača, a zatim prolazi kroz zastor ljepila.

Lamelle se kasnije međusobno slažu u prešu i stvaraju lamelirani nosač. Nosači se mogu lijepiti ili na ravnoj ili na lučnoj liniji ovisno o željenom obliku i zahtjevu kupca.

Ljepilo koje se koristi je dvokomponentno melaminsko marke Dynea iz Norveške. Boja ljepila je bijelo-siva. Omjer je 75% ljepila i 25% otvrdnjivača. Ravnomjeran je nanos ljepila koji iznosi od 450 do 500 g/m^2 . Nanos ljepila se kontrolira unošenjem vrijednosti računalnim putem.

Lamela se nakon ljepljena bočno slažu u prešu i tijekom toga se treba paziti da lamelle budu u ravnini i na razmak susjednih lamela. Kasnije slijedi pritezanje lamela stezačima, steznim letvama i pneumatskim ključem do određenih granica. Stezanje se odvija od sredine prema krajevima. Pritisak se kreće u granicama od 0.6 do 1.0 N/mm^2 i ovisi o debljini lamela. Završna faza je odležavanje dobijenog nosača koje traje 24h u proizvodnom pogonu.



Slika 20. Stroj za blanjanje i ljepljenje

7.3 DVOSTRANA BLANJALICA

Nosači nakon odležavanja idu na obradu kroz dvostranu blanjalicu(Pozicija 3). Obradom na blanjalici se dobija projektirana geometrija nosača. Dobijamo površinu nosača koja je glatka i ravna te ima estetski lijep izgled. Iza obrade na blanjalici ostaje još samo završna obrada i nosač je spreman za transport.



Slika 21. Stroj za blanjanje

8. LIJEPLJENJE LAMELIRANIH NOSAČA

Ljepilo mora ispunjavati uvjete norme HRN EN 386. Rezorcinsko ljepilo se sve manje koristi. Ljepilo koje se koristi u proizvodnji je dvokomponentno ljepilo, gdje je jedna komponenta smola, a druga učvršćivač. Proizvođač ljepila daje omjer komponenti. Ono mora zadovoljiti slijedeće uvijete:

1. Treba imati zadovoljavajuću čvrstoću kroz vrijeme
2. Otpornost na organske i anorganske materije
3. Dovoljnu čvrstoću u spojnici
4. Ljepilo treba biti vatrootporno.
5. Otporno na kemijske utjecaje
6. Treba stvrdnjavati na temperaturama do 25°C.

Ljepilo se miješa u posebnoj miješalici. Temperatura izmiješane smjese ljepila se mora kretati u granicama od 15° do 20° C, zbog utjecaja na uporabno vrijeme lijepila kao i na sam proces lijepljenja. Kompresijski zrak regulacije je 0.6 bara.

Otvrdnjivač ide 25% (1.90dm/min) i ljepilo 75% (7.59 dm/min). Temperatura u radnom pogonu bi stalno trebala iznositi minimalno 15° C. Tijekom moga boravka u Drvenim konstrukcijama temperatura u pogonu je iznosila 15°C +/- 2°C. Lamelle moraju biti pripremljene tako da se može osigurati njihovo kvalitetno lijepljenje. Lijepilo se nanosi strojnim putem na kontaktne površine, ravnomjerno i u količini od 450 – 500 g/m².

Površine na koje se nanosi lijepilo u fazi nanošenja lijepila moraju biti ravne i čiste. Lijepilo se nanosi neposredno nakon izlaska lamela iz četverostrane blanjalice zbog boljeg prijanjanja ljepila za podlogu. Kako bi se ostvarilo stvrdnjavanje, odnosno očvršćivanje ljepila potrebno je da lamelle određeno vrijeme odleže pod pritiskom. Odležavanje traje od 2 do 12 sati, a ovisno je o klimatskim uvjetima, te o omjeru u miješanju lijepila. Kada istekne vrijeme potrebno za odležavanje nosača demontiraju se stezači, a gotovi nosači se premještaju na mjesto na kojem će se vršiti njihovo kondicioniranje. Vrijeme kondicioniranja traje minimalno 24 sata i za to vrijeme se na nosačima ne smiju obavljati nikakve radnje. Oko 8 do 12 dana nakon lijepljenja, lijepljeni spoj postiže punu čvrstoću.

Lijepljenje lameliranih nosača obuhvaća sljedeće procese:

1. Priprema linije lijepljenja
2. Priprema ljepila
3. Priprema lamela za lijepljenje
4. Nanošenje sloja ljepila
5. Postavljanje lamela u preše
6. Pritezanje stezača
7. Kontrola pritiska
8. Odležavanje pod pritiskom



Slika 22. Proces lijepljenja lamela



Slika 23. Pritezanje stezačima



Slika 24. Lučna linija za nosače

Geometrija lučnih nosača se pomoću računala i laserskih projektora prenosi na liniju.

9. ZAVRŠNA OBRADA

Završnom obradom se pristupa nakon blanjanja površine nosača. Završna obrada se provodi radi popravljanja površine i dobijanja što boljeg estetskog izgleda.

Radovi koje obuhvaća završna obrada su:

- kitanje
- obrada rubova
- fino brušenje
- zamjena oštećenih dijelova
- uklanjanje uraslih kvrga
- bojanje itd.

Postoje mnogi uređaji koji se koriste kod završne obrade lameliranog drva što predstavlja određeni trošak samoj tvornici i vlasniku. Zaštitnim premazima se nosači tretiraju nakon završne obrade. Premazi se temelje na bazi kemikalija insekticida, aktivnih komponenti protiv djelovanja gljivica i vlažnosti, ali može biti i drugačije određeno proizvodnim nalogom ili željom kupca.

Stolarska preciznost bitan je dio same završne obrade.

Na kraju se nosači premazuju bojom da bi se dobio željeni ton i estetski izgled.



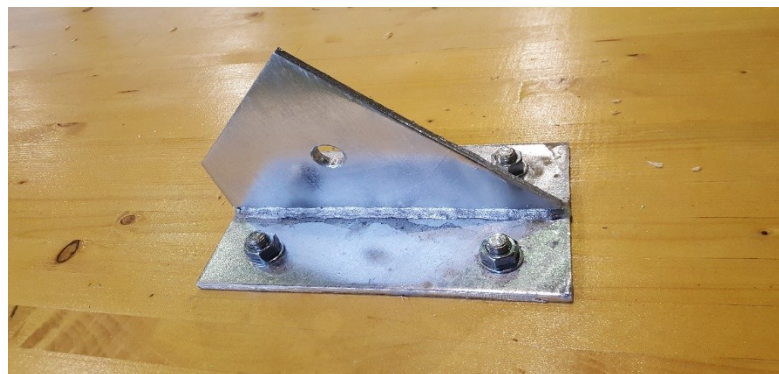
Slika 25. Brušenje nosača



Slika 26. Nanošenje boje na lamelirano drvo

10. VRSTE I NAČIN UGRADNJE METALNIH SPAJALA

Najbitnija faza montaže je ugradnja metalnih spajala. Za vrijeme ugradnje metalnih okova potrebna je velika preciznost. Ugradnja se može vršiti na više načina, a najčešća metoda je vezivanje za postojeću armaturu i oplatu. Negativnost ove metode je ta što prilikom vibriranja betona u oplati može doći do pomjerenja metalnih okova. Kako bi se takvi problemi uklonili, potrebno je izmjeriti udaljenost ugrađenih metalnih spojeva za svaku pojedinu os pa se zatim vrši krojenje glavnih nosača po njihovim stvarnim mjerama.



Slika 27. Spajanje nosača metalnim spajalima

11. SKLADIŠTENJE MATERIJALA

Metalna spajala i sekundarni nosači koji su istovareni se zatim skladište uz sami objekt u izgradnji kako bi bili dostupni autodizalici kojom se vrši montaža. Istovar za teže elemente vrši se autodizalicom, dok se lakši elementi mogu ručno istovarati. Skladište elemenata je kratkotrajno i ne bi trebalo trajati duže od mjesec dana. Elementi koji se nalaze u skladištima trebaju biti zaštićeni PVC folijom od vanjskih utjecaja. Također je potrebno voditi brigu o mikroorganizmima te je stoga potrebno prozračivanje. Glavni nosači se direktno sa transportnog sredstva dižu autodizalicom i montiraju.



Slika 28. Skladištenje gotovih nosača

12. OKIVANJE I IZRADA UPUSTA I UTORA GLAVNIH NOSAČA

Samoj predmontaži glavnih nosača prethodi izmjera ugrađenih metalnih spajala. Predmontaža glavnih nosača vrši se u proizvodnom pogonu gdje se lijepe i proizvode lamelirani nosači. Nakon mjerenja metalnih spajala vrši se rezanje glavnih nosača na točnu mjeru, te izvedba potrebnog upusta ili ureza na budućem spoju između glavog nosača sa metalnim spajalom. Kada je završeno krojenje nosača slijedi okivanje glavnih nosača. Okivanje glavnih nosača jest ugrađivanje elemenata okova za prihvat sekundarnih nosača i prihvat dijagonala krovnog sprega.

Na unaprijed definiranom rasteru sekundarnih nosača u radioničkoj dokumentaciji elementi okova se ugrađuju na lamelirani nosač. Okovi koji su ugrađivani na lamelirani nosač su:

1. papuča za prihvat sekundarnog nosača,
2. papuča za prihvat sekundarnog nosača i krovne dijagonale sprega,
3. element za prihvat krovne dijagonale sprega.

Papuča za prihvat sekundarnog nosača izrađena je od čeličnih ploča tako da su donja i stražnja ploča čelik debljine 8 mm, dok je srednja ploča debljine 5 mm. Papučica za prihvat sekundarnog nosača i prihvat krovne dijagonale sprega jednaka je papučici za prihvat sekundarnog nosača, razlika je na donjem limu gdje se nalaze dvije rupe za prihvat krovne dijagonale sprega. Papučica za prihvat krovne dijagonale sprega izvedena je od dvije čelične ploče debljine 8 mm. Sve papučice se pričvršćuju za lamelirani nosač pomoću 4 vijka M16, dok se sekundarni nosač stavlja na srednju ploču s kojom se pričvršćuje sa dva glatka trna promjera 12 mm. Pocinčavanjem se vrši zaštita materijala.



Slika 29. Metalna papučica



Slika 30. Izrada upusta i ureza

13. TRANSPORT NOSAČA

Transport nosača je moguć na tri načina. Prvi način je cestovni transport, drugi način je željeznički transport, a treći je zračni transport. Najčešći način transporta je cestovni. Ponekad se javlja potreba za vangabaritnim specijalnim prijevozom pod policijskom pratnjom s obzirom da neki elementi mogu biti duži od 40 metara. Prije transporta potrebno je izraditi plan transporta, koji sadrži opis i prikaz transporta, te utvrđivanje puta transporta. Položaj nosača u transportu bi u pravilu trebao biti jednak položaju ugrađenih nosača u konstrukciji.

Transportna sredstva za cestovni prijevoz mogu biti vozila s prikolicom ili poluprikolicom, vozila s prikolicom na razvlačenje te vučna vozila s prikolicom na razvlačenje. Vozila s prikolicom ili poluprikolicom služe za transport nosača do 14 metara dužine.



Slika 31. Vozilo za transport nosača

14. MONTAŽA GLAVNIH NOSAČA

Pomoću teleskopske dizalice vrši se montaža glavnih nosača. Montaža započinje kada je autodizalica pozicionirana izvan objekta, a vozilo koje transportira nosače ulazi u objekt. Zatim autodizalica diže nosače direktno sa prikolice. Za vrijeme montaže treba paziti da ne dođe do naprezanja i deformacija na nosačima većih od dopuštenih. Također treba paziti da se drvo ne ošteti. Glavni nosači su prilikom montaže prihvaćani pomoću gurti izrađenih od tekstila i to na način da su nosači prihvaćani na trećinama raspona. Čelični kutni podmetači se postavljaju na mjestima prihvaćanja nosača da ne bi došlo do oštećenja drveta. Paralelno sa montažom glavnih nosača vrši se montaža sekundarnih nosača. Dok se ne ostvari stabilnost jednoga polja ne smije se vršiti montaža narednog polja. Stabilizacija konstrukcije izvršena je montažom stabilizacijskih elemenata konstrukcije – spregova. Krovni spreg je izveden kao rešetkasti nosač kojega čine glavni lamelirani nosači kao gornji i donji pojas, sekundarni nosači koji su kao vertikale sprega te dijagonale sprega koje su izvedene od okruglih čeličnih profila. Spreg je izveden na licu mjesta montiranjem dijagonala sprega. Njegova funkcija je preuzeti sva opterećenja koja su nastala od bočnog izvijanja nosača zbog utjecaja uzdužne sile, te momenta savijanja i djelovanja vjetra na krovu.



Slika 32. Montaža

15. ZAKLJUČAK

U ovome radu je opisana i objašnjena proizvodnja lameliranog drva u svim svojim fazama. Također je objašnjen i proces transporta i montaže.

Na početku radu su opisane tehničke karakteristike drva, proizvodni proces proizvodnje lameliranog nosača i opis operacije za svaki pojedini stroj u pogonu.

Svi procesi proizvodnje su detaljno opisani i uz svaki je priložena slika da bi i vizualno bilo objašnjeno ono što je napisano.

Lamelirano drvo ima široku primjenu u građevinarstvu i zbog svojih brojnih prednosti ima sve veću primjenu.

Drvo ima svoje brojne prednosti i mogućnosti izvedbe pa tako mnogo obećava u budućim građevinskim konstrukcijama.

LITERATURA

1. Drvno industrijski priručnik - I. Horvat, J. Krpan, Tehnička knjiga, Zagreb 1967
2. Djelovanje ksilofagnih štetnika na kvalitetu drva za izradu ambalaže, R.Despot, M. Hasan, Zagreb, 2007.
3. . <http://drvene-konstrukcije.hr/karakteristike-1ld/>
4. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=56300> (29.6.2018.)
5. http://www.pilinarstvo.com/nastava/vjezbe-pdf/5_naputak.pdf
6. Interna literatura poduzeća Drvene Konstrukcije d.o.o. Voćin – TVORNIČKA KONTROLA KVALITETE