Tehnološki projekt pogona za proizvodnju građevne stolarije

Željković, Dominik

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:036179

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
DRVNOTEHNOLOŠKI PROCESI

DOMINIK ŽELJKOVIĆ

TEHNOLOŠKI PROJEKT POGONA ZA PROIZVODNJU GRAĐEVNE STOLARIJE

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2020.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

TEHNOLOŠKI PROJEKT POGONA ZA PROIZVODNJU GRAĐEVNE STOLARIJE

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Drvnotehnološki procesi
Predmet: Projektiranje drvnoindustrijskih pogona
Ispitno povjerenstvo: 1. izv. prof. dr. sc. Ivica Župčić
2. doc. dr. sc. Josip Miklečić
3. doc. dr. sc. Andreja Pirc Barčić

Student: Dominik Željković, bacc. ing. techn. ling.
JMBAG: 0068217863
Broj indeksa: 983/18

Datum odobrenja teme: 17. travnja 2020.
Datum predaje rada: 6. kolovoza 2020.
Datum obrane rada: 25. rujna 2020.

Zagreb, rujan, 2020.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Tehnološki projekt pogona za proizvodnju građevne stolarije
Autor	Dominik Željković, bacc. ing. techn. ling.
Adresa autora	Novaki 51b, 47 000 Karlovac, Hrvatska
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	izv. prof. dr. sc. Ivica Župčić
Izradu rada pomogao	
Godina objave	2020.
Obujam	I - X, 83 stranice, 32 tablice, 34 slike i 43 navoda literature
Ključne riječi	Tehnološki procesi, projekt, građevna stolarija, drvna industrija
Sažetak	U radu će se izraditi prijedlog tehnološkog projekta za proizvodnju građevne stolarije. Definirati će se materijali, postupci izrade kao i konstrukci,jska rješenja kod prozora, balkonskih vrata i kliznih stijena. Definirati će se metode površinske obrade, te odabir završnih premaza sukladno ekološkim zahtjevima. Izvršit ce se odablr strojeva i opreme za proizvodnju građevne stolarije te predložiti racionalni razmještaj strojeva u pogonu. Analizirati će se struktura troškova I cijena koštanja proizvoda. Proučit će se dostupna literatura vezana za predloženu temu.

Documentation card

Title	Technological project of a factory for the production of wooden joinery
Author	Dominik Željković, bacc. ing. techn. ling.
Author´s Address	Novaki 51b, 47000 Karlovac, Republic of Croatia
Source	Faculty of Forestry, University of Zagreb
Publication Type	Master thesis
Mentor	Assoc. Prof. Ivica Župčić, PhD
Co-mentors	
Publication Year	2020.
Volume	I - X, 83 pages, 32 tables, 34 figures and 43 references
Keywords	Technological process, project, joinery, wood industry
Abstract	In this thesis it will be made draft of technological project for production wooden barrels. The technological project defines materials, barrel making processes, structural solutions then the possibilities of improving the structure and technological process. Machinery and equipment will be selected for the production of wooden barrels, then the propose of a rational arrangement of machinery and working position in the factory.

	Izjava o izvornosti rada	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

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

_____

vlastoručni potpis

Dominik Željković

U Zagrebu, 25.9.2020.

SADRŽAJ

Dokumentacijska kartica I
Documentation card II
Izjava o izvornosti rada III
SADRŽAJ IV
Popis slika VI
Popis tablica VIII
Predgovor X
1. UVOD 1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA - PROJEKTNI ZADATAK 2
3. PROIZVODNI PROGRAM 3
3.1. Idejni asortiman proizvoda 3
3.2. Analiza proizvoda 4
3.2.1. Povijesni razvoj proizvoda 4
3.2.2. Konstrukcija proizvoda 5
3.2.3. Podjela proizvoda 13
3.2.4. Zaštita proizvoda 13
3.2.5. Funkcijski zahtjevi proizvoda 15
3.2.6. Proizvodne dimenzije proizvoda 16
3.3. Projektiranje proizvoda 18
3.3.1. Tehnički nacrt proizvoda 18
3.3.2. Sastavnica i tehnički opis proizvoda 25
3.4. Potrebe materijala 28
3.4.1. Drvna sirovina 28
3.4.2. Ljepilo 30
3.4.3. Premazi za površinsku obradu 31
3.4.4. Okovi 32
3.4.5. Brtve 38
3.4.5. Aluminijske okapnice 39
3.4.6. Izo staklo 40
3.4.7. Silikonski kit 40

4. PROIZVODNI PROCES 42
4.1. Tehnološki proces 42
4.2. Fleksibilni tehnološki sustavi 43
4.3. Projektiranje tehnološkog procesa 44
4.3.1. Izbor strojeva 45
4.3.2. Tlocrt pogona s rasporedom strojeva 58
4.4. Proračun kapaciteta 63
5. INVESTICIJSKI PROGRAM 65
5.1. Proračun utroška osnovnog i pomoćnog materijala 65
5.1.1. Normativi osnovnog materijala 65
5.1.2. Normativi pomoćnog materijala 69
5.2. Proračun troškova 75
5.2.1. Troškovnik materijala 75
5.3. Cijena koštanja finalnih proizvoda 78
6. ZAKLJUČCI 80
7. LITERATURA 81

Popis slika

Slika 1. Grad Catal Huyuk i prvi prozori u povijesti

Slika 2. Stari grad (*burg*) Medvedgrad i prozori na prvom i trećem katu

Slika 3. Prikaz načina debljinskog sastavljanja okvirnica prozora i doprozornika s mogućim greškama

Slika 4. Poprečni profil prozora

Slika 5. Dijelovi izo stakla

Slika 6. Tlocrt, nacrt i bokocrt prozora s gabaritnim dimenzijama

Slika 7. Bokocrtni presjek prozora

Slika 8. Tlocrtni presjek prozora

Slika 9. Tlocrt, nacrt i bokocrt balkonskih vrata s gabaritnim dimenzijama

Slika 10. Bokocrtni presjek balkonskih vrata

Slika 11. Tlocrtni presjek balkonskih vrata

Slika 12. Pogonski mehanizam za jednokrilne prozore - shema postavljanja

Slika 13. Vertikalni lijevi i desni otklopno - zaokretni pogonski mehanizam

Slika 14. Lijevi donji kutni prijenos

Slika 15. Lijevi gornji kutni prijenos

Slika 16. Srednji zatvarač (donje škare)

Slika 17. Gornji zatvarač (getriba)

Slika 18. Donji desni kutni prijenos

Slika 19. Otklopne škare

Slika 20. Poprečni presjek odabranih brtvi

Slika 21. Okapnica

Slika 22. Zaštita donje okvirnice prozorskog krila

Slika 23. Redosljed projektiranja tehnološkog procesa

Slika 24. Korak 1 Weinigov se skener zasniva na različitim senzorima kao što su npr. laserske kamere, kamere u bojama, rendgenski senzor

Slika 25. Korak 2 Obrada slike – Prepoznaje i klasificira greške kao i varijacije boja u dasci

Slika 26. Korak 3: Učinkoviti softver Opticore upravlja optimiranjem te odabire najbolje moguće rješenje za duljinski razrez i pri tome uzima u obzir sve želje kupca i zahtjeve za kvalitetom

Slika 27. Kružna pila UniRip 310

Slika 28. Maksimalna širina piljenja na kružnoj pili UniRip 310

Slika 29. Stroj za izradu zubaca, dužinsko sastavljanje i prešanje elemenata Weinig ProfiJoint

Slika 30. Izrada dvostrukog čepa i raskola

Slika 31. Tlocrt pogona s rasporedom strojeva i opreme i kretanjem materijala u mjerilu 1:200

Slika 32. Tehnološka karta

Slika 33. Iskorištenja s obzirom na dužinu elementa

Slika 34. Tlocrt i nacrt korpus preše

Popis tablica

Tablica 1. Proizvodne i modularne visine proizvoda
Tablica 2. Proizvodne i modularne širine proizvoda
Tablica 3. Sastavnica prozora
Tablica 4. Sastavnica balkonskih vrata
Tablica 5. Fizikalna svojstva jelovine
Tablica 6. Mehanička svojstva jelovine
Tablica 7. Fizikalna svojstva smrekovine
Tablica 8. Mehanička svojstva smrekovine
Tablica 9. Tehnički podaci i uvjeti uporabe ljepila
Tablica 10. Tehnički podaci tankoslojne lazure
Tablica 11. Upute za upotrebu tankoslojne lazure
Tablica 12. Tehnički podaci laklazure
Tablica 13. Upute za upotrebu laklazure
Tablica 14. Naziv označenog okova sukladno oznaci na slici 12
Tablica 15. Tehničke karakteristike blanjalice Weinig Powermat 1500
Tablica 16. Opis operacija
Tablica 17. Normativ osnovnog materijala prozora
Tablica 18. Normativ osnovnog materijala balkonskih vrata
Tablica 19. Utrošak ljepila za sastavljanje prozora
Tablica 20. Utrošak ljepila za debljinsko sastavljanje okvirnica balkonskih vrata
Tablica 21. Brušene površine prozora i doprozornika
Tablica 22. Utrošak brusnog papira za brušenje okvira prozora i doprozornika
Tablica 23. Brušene površine prozora i doprozornika
Tablica 24. Utrošak brusnog papira za brušenje balkonskih vrata i dovratnika
Tablica 25. Utrošak tankoslojne lazure za površinsku obradu okvira prozora
Tablica 26. Utrošak laklazure za površinsku obradu balkonskih vrata
Tablica 27. Normativ brtvi
Tablica 28. Normativ alu profila
Tablica 29. Normativ silikonskog kita
Tablica 30. Troškovnik okova potrebnog za jedan prozor / vrata
Tablica 31. Troškovnik materijala potrebnog za jedan prozor

Tablica 32. Troškovnik materijala potrebnog za jedna balkonska vrata

Predgovor

Ostakljena građevna stolarija, prozori i balkonska vrata jedan su od najvažnijih konstrukcijskih elemenata svih građevina. Omogućavaju pogled u vanjski prostor, svjetlost u prostoriji, istovremeno i odvajanje vanjskog od unutarnjeg prostora građevine, što podrazumjeva i odvajanje od vanjskih uvjeta (klime i buke u prvom redu). S aspekta ugodnog i kvalitetnog boravka u interijeru jedan su od ključnih faktora.

Mogu biti izrađeni od različitih materijala, a najzastupljeniji su drveni, plastični (PVC), metalni (Aluminij) i kameni prozori. Izbor materijala za izradu građevne stolarije jedan je zahtjevni proces koji ovisi o mnogo faktora, u prvom redu o percepciji korisnika, jer svaki materijal zahtjeva odgovarajuće održavanje i prilagodljivost svojstvima koja određuju ponašanje određenog materijala pod utjecajem okoline.

Iz svojstava proizlazi održavanje, što podrazumjeva trajnost materijala i adekvatne intervencije za njezino produljivanje.

U ovom diplomskom radu predmet i cilj istraživanja je drvena građevna stolarija, odnosno tehnološki projekt pogona za proizvodnju iste. Od početka civilizacije drvo je jedan od najvažnijih građevnih materijala zbog svojih svojstava, u prvom redu zbog relativno male gustoće i velike mase. Kao materijal za izradu prozora pruža toplinu i ugodu stanovanja upravo zbog toga što dolazi iz prirode i što je ekološki najprihvatljiviji materijal od spomenutih.

Proizvodnja prozora danas je jedan od najsuvremenijih procesa u drvnoj industriji, temeljenim na visokim fleksibilnim tehnologijama i kapacitetima koji imaju tendenciju rasta i poboljšavanja. Upravo je to jedan od glavnih razloga odabira tog područja za potrebe ovog diplomskog rada.

Ovim bih se putem zahvalio, u prvom redu izv. prof. dr. sc.-u Ivici Župčiću, mome mentoru, na vrhunskim savjetima, susretljivosti, razumijevanju, pomoći i omogućavanju pisanja ovog diplomskog rada. Prava inspiracija i motivacija je imati Vas za mentora. Velike pohvale zaslužuje i tim profesora, vrhunskih stručnjaka iz Zavoda za namještaj i drvne proizvode Šumarskog fakulteta u Zagrebu na organizaciji terenske nastave u domaće i inozemne pogone, koji su poslužili kao vrhunska podloga za pisanje ovog diplomskog rada, upravo zbog uskog podudaranja njihovog proizvodnog programa i procesa sa sadržajem ovog diplomskog rada.

Nadalje, zahvale i pohvale idu i svim zaposlenicima Šumarskog fakulteta u Zagrebu, na pruženom znanju, razumijevanju i susretljivosti u svakoj potrebi, a posebna zahvala ide mojoj obitelji, prijateljima i kolegama koji su mi omogućili sve potrebe, od financija do boravišta i podrške koja je bila bezuvjetna, na svakom koraku studiranja.

Još jednom, veliko hvala svima, bez Vaše podrške bilo bi puno teže sačiniti ovaj rad.

1. UVOD

Kod projektiranja treba unaprijed znati odgovore na pitanja:

kako proizvoditi?

iz čega proizvoditi

s čim proizvoditi?

s kojim troškovima?

Odgovor na pitanje kako proizvoditi odnosi se na organizaciju proizvodnje, odnosno na definiranje osnovnih ciljeva i smjerova djelovanja, radne snage, kadra i toka proizvodnog procesa. Organizacija podrazumijeva detaljan plan ostvarenja nekog cilja. Kod projektiranja pogona za proizvodnju cilj je proizvesti određeni proizvod s minimalnim troškovima, dovoljno kvalitetno i u određenom roku. Primjenom inženjerskog znanja i vještina, te raspoloživom opremom i kapacitetima, može se ostvariti željeni cilj. Ključno u svemu tomu je i iskustvo koje je u svakom segmentu procesa potrebno s obzirom na djelovanje okoline na proces, te je s tog gledišta projektiranje postupak primjene dugotrajnog učenja i spoznaja novih tehnologija s ciljem povećanja produktivnosti, fleksibilnosti i ostalih tehnološko - proizvodnih kriterija. Po pitanju sirovine, odnosno iz čega proizvoditi potrebno je voditi računa o kvaliteti, primjerenoj količini koja se računa s planiranim gubicima materijala te što kračem distribucijskom ciklusu.

U ovom tehnološkom projektu predviđena je fleksibilna proizvodnja drvene građevne stolarije, što podrazumjeva visok stupanj automatizacije strojeva za obradu drva i opreme. Povišenje stupnja automatizacije i fleksibilnosti proporcionalno je povećanju troškova proizvodnje, te je ovaj tehnološki projekt na eksperimentalnoj bazi s ciljem analize proizvodnih mogućnosti i ostvarenja kapaciteta s raspoloživom opremom koja je odabrana za potrebe proizvodnog programa koji sačinjavaju vrlo složeni proizvodi.

Biti će sačinjen i investicijski program u kojemu će se definirati troškovi proizvodnje, te na temelju raspoloživih podataka definirati cijena koštanja finalnih proizvoda.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA - PROJEKTNI ZADATAK

Projektni zadatak u ovom diplomskom radu je donošenje rješenja glede odabira tehnološkog procesa, strojeva i opreme za proizvodnju građevne stolarije, čiji se asortiman sastoji od drvenih prozora i balkonskih vrata, vrste i količine sirovine i pomoćnog materijala tražene kvalitete od koje će se navedeni proizvodi izrađivati te odrediti racionalan raspored strojeva i opreme unutar pogona. Također je potrebno izraditi i investicijski program u kojemu će se odrediti struktura troškova proizvodnje, te odrediti cijenu koštanja finalnih proizvoda.

3. PROIZVODNI PROGRAM

3.1. Idejni asortiman proizvoda

Planirani proizvodni program sastoji se od drvnih proizvoda za graditeljstvo, poznatih pod terminom građevna stolarija. U drvne proizvode za graditeljstvo ubrajamo prozore, vrata, podove i nosače koji su izrađeni od drva. Termin građevna stolarija objedinjuje spomenute proizvode, ali izrađene od različitih materijala, od kojih su najčešći predstavnici prozori i vrata.

U ovom diplomskom radu idejni asortiman proizvoda čine drveni prozori i balkonska vrata čiji profili odgovaraju uporabi u niskoenergetskim (pasivnim) kućama. Analizom samog asortimana s ciljem donošenja odluke o odabiru tehnološkog procesa za izvedbu proizvodnog programa može se zaključiti da se radi o proizvodima iste namjene, izrađenima od istog osnovnog materijala, te u više varijanti što se tiče dimenzija, konstrukcije i načina manipuliranja proizvodima prilikom krajnje upotrebe.

Na hrvatskom tržištu se nalazi velik broj proizvoda drvene, plastične, metalne i kombinirane građevne stolarije (prozora i balkonskih vrata) različitih svojstava, kvalitete izrade i cijene. (Turkulin i dr., 2005.).

Prozori i balkonska vrata jedni su od najzahtjevnijih elemenata u graditeljstvu, zato što se pred njih postavlja veliki broj zahtjeva kojima moraju udovoljiti. Danas također služe, kao i nekad, da nam pruže izvor svjetlosti, da nam daju toplinu, a istovremeno, da čuvaju toplinu naših domova za vrijeme zime. Dopuštaju nam bliski kontakt sa prirodom, a opet, štite našu intimu od neželjenih pogleda. Isto tako pružaju izolaciju od sve prisutnije i sve više zaglušujuće buke vanjskog svijeta. (Delić 2010.)

Građevna stolarija je sa konstrukcijskog aspekta jedan vrlo zahtjevan proizvod koji je bitan element širokog stručnog spektra. Kako joj sami naziv kaže, najzastupljenija je u graditeljstvu i arhitekturi, a sa gledišta proizvodnje zastupljena je u drvnoj i metalurškoj industriji. Kao takva konkurira na tržištu proizvedena od različitih materijala. Različiti materijali upravo su najvažniji faktor kod odabira kupaca.

Drvena građevna stolarija u kombinaciji s aluminijem, koja sačinjava proizvodni program ovog tehnološkog projekta najkvalitetnija je varijanta građevne stolarije koja se danas može ponuditi na tržištu. Zbog izvrsnih toplinsko-izolacijskih svojstava i povećane trajnosti drva uslijed korištenja aluminija svrstava se u najoptimalniji izbor glede uporabne vrijednosti i trajnosti proizvoda.

Analizom postojećeg stanja u Republici Hrvatskoj glede proizvodnje drvene građevne stolarije može se utvrditi da su to uglavnom zanatski proizvodni pogoni malih kapaciteta te se proizvode isključivo prema zahtjevima kupaca. Pad proizvodnje drvenih prozora problem je koji već neko vrijeme muči proizvođače, jer se pojavom PVC stolarije promjenila percepcija kupaca, uglavnom iz razloga što održavanje drvenih prozora zahtjeva i utrošak vremena, a ako se ne obavi na vrijeme zahtjeva i intervencije vezane za represivnu zaštite proizvoda.

3.2. Analiza proizvoda

U ovom djelu rada biti će definirane osnovne karakteristike i zahtjevi koji se postavljaju na proizvode koji sačinjavaju proizvodni program.

3.2.1. Povijesni razvoj proizvoda

Catal Huyuk je jedan od prvih znanih gradova. Grad je nastao u današnjoj Turskoj odprilike oko 6500 godina prije Krista. Brojnost stanovništva je bila oko 6000 ljudi.



Slika 1. Grad Catal Huyuk i prvi prozori u povijesti (URL 13)

U tom gradu kuće su bile izgrađene od cigla blata. Kuće su bile blizu jedna drugoj. Ulazna vrata nisu postojala i ulazilo se kroz rupe na krovu. Kako su kuće bile jedna do druge krovovi su služili kao ulice. U tom gradu nije bilo stakla na prozorima i dimnjaci za peći nisu postojali. Sav dim je izlazio kroz rupe na krovovima. Zidovi su bili ožbukani i obično oslikani motivima. Ljudi su spavali na povišenim dijelovima unutar nastambe. (URL 14)

Prvi povijesni prozori bili su samo kameni okviri bez stakala. Osnovna funkcija bila je provjetravanje i omogućavanje pogleda u vanjski prostor. Razvojem civilizacije, odnosno u Starom Egiptu, Staroj Grčkoj, Perziji, Rimskom carstvu, pa sve do Srednjeg vijeka prozori su bili samo otvori u nastambama.

Seljaci u Srednjem vijeku prvi su koji su počeli noću zatvarati otvore u zidovima nastambi drvenim pločama. To je prvi poznati primjer pokušaja razdvajanja vanjske od unutarnje klime. (URL 14)

Na području današnje Hrvatske, prvi prozori bili su na tadašnjim *burgovima* (gradovima), točnije kulama. Na burgovima su oblikovani kao niz inačica,ovisno o

namjeni i važnosti prostorije, materijalnim mogućnostima investitora te znanju majstora. Najveće i najbogatije izvedene prozore imali su palasi burgova te branić kule, tj. reprezentativne stambene prostorije. Jednostavniji su bili prozori manje važnih prostorija - spavaonica, ulaza, kuhinja, stubišta i sl. Najjednostavniji su prostori podruma, spremišta te raznih pomočnih prostorija, nama danas nepoznatih namjena. (Horvat 1997.)

Viši stupanj izvedbe prozora na burgovima XIII. st. označen je kamenim okvirom na vanjskoj strani zida, u ravnini pročelja. Svijetli su otvori uski i visoki, dok su sami okviri oko 15-30 cm debeli. Na njihovoj unutrašnjoj strani je prozorska niša, koja se ljevkasto sužava prema okviru. U većim i važnijim prostorijama,najčešće onim stambenima, niša seže do poda tako da se prozoru moglo prići i kroz njega gledati. Neke od takvih niša dosta su široke, tako da je u njima bilo moguće izvesti kamene klupe za sjedenje i za rad za koji je bila nužna svjetlost, npr. za čitanje, pisanje, vezenje i sl. (Horvat 1997.)



Slika 2. Stari grad (*burg*) Medvedgrad i prozori na prvom i trećem katu

(Horvat 1997.)

3.2.2. Konstrukcija proizvoda

Prozori i balkonska vrata konstrukcijski su veoma zahtjevan proizvod. Svaki građevni element tih proizvoda je sklop koji se dalje slaže u složeniju konstrukciju. U nastavku slijedi detaljna analiza sastavljanja elemenata u sklopove te njihovo formiranje u završnu konstrukciju.

3.2.2.1. Konstrukcija doprozornika i krila

Elementi okvira krila i doprozornika, okvirnice, svojom konstrukcijom odgovaraju

sustavu dužinsko - debljinskog sastavljanja. Piljenice se sastavljaju dužinski, te se nakon toga debljinski sastavljaju u blok.

Dužinsko sastavljanje ili sastavljanje po dužini je sastavljanje obradaka cjelovitog drva i furnira u smjeru vlakanaca radi produženja kratkih obradaka u duge elemente. Dužinsko sastavljanje provodi se radi:

- dobivanje elemenata željenih dimenzija ujednačenih tehničkih svojstava iz kraćih obradaka koji imaju ograničenu uporabu;
- odstranjivanja neuporabljivih dijelova i grešaka drva;
- uporabe niže vrijednih sortimenata, građe i kratica;
- omogućivanje naknadnog sastavljanja vrlo dugačkih sklopova;
- povećanje iskorištenja piljenih elemenata koje se postiže određenim tehnološkim postupcima.

Kod dužinskog sastavljanja razlikuju se lijepljeni dužinski spojevi i rastavljivi dužinski vezovi. Osnovni problem koji je izrazitiji kod dužinskog sastavljanja nego kod ostalih konstrukcijskih oblika je smanjena čvrstoća na mjestu sastavljanja. Tako na primjer smanjivanjem dužine zubaca, preklopa i prijeveza povezanog vijcima i čavlima kojima je ujedno i smanjen broj mjesta učvrščivanja izravno utječemo na smanjenje čvrstoće na mjestima sastavljanja. (Tkalec i Prekrat 2000.)

U ovom radu govoriti će se isključivo o dužinskom sastavljanju klinastim zupcima. Takav način dužinskog sastavljanja danas je tehnološki najviše unaprijeđen te nalazi široku uporabu u drvnoj industriji. Uglavnom se klinasti zupci lijepe, te govorimo o lijepljenom klinasto - zupčastom spoju. Prednost pred ostalim dužinskim sastavima je u postizanju velike čvrstoće spoja i u upotrebi obratka duljine od L = 150 mm, pa i manje, uz neznatno oduzimanje drvne mase za izradu klinasto-zupčastog sastava. (Tkalec i Prekrat., 2000.) Prema DIN-u 68140 klinasti su zupci za sastavljanje drvnih elemenata za graditeljstvo (DIN 1052) podijeljeni u dvije skupine s obzirom na naprezanje u uporabi:

- skupina naprezanja I: visoka mehanička naprezanja (lijepljeni elementi zgrada);
- skupina naprezanja II: srednja mehanička naprezanja (prozori, vrata, podovi, namještaj).

S obzirom na smjer glodanja prilikom izrade zubaca, razlikuju se:

- stranični ili plošni zupci, čiji su klinasti profili glodani okomito na stranice obratka;
- bočni ili rubni zupci, čiji su klinasti profili glodani okomito na rubove obratka.

Prema obliku zupci se dijele na:

- ''A'' oblik - predstavlja oblik zubaca kod kojeg je ukupna širina spoja jednaka ukupnoj širini obratka te kosi sljub izlaz na rubove ili stranice;

- ''B'' oblik - predstavlja oblik zubaca kod kojeg je ukupna širina spoja manja od ukupne širine obratka, a krajnja zatupljenja zubaca su proširena u sučelju.

Prilikom izrade prozorskih okvirnica uglavnom se koriste stranični zupci "A" oblika za dužinsko sastavljanje lamela. Razlog tome je relativno velika širina u odnosu na debljinu lamela. Nakon dužinskog sastavljanja slijedi debljinsko sastavljanje elemenata u sklop.

Debljinsko sastavljanje ili sastavljanje po debljini, tj. uslojeno sastavljanje ili lameliranje po debljini je takav način sastavljanja obradaka drva, drvnih ploča ili furnira kojim se dobiju znatno veći, deblji ili duži ili samo veći presjeci tako nastalih konstrukcija. Svrha debljinskog sastavljanja jest postizanje boljih fizičko - mehaničkih svojstava u odnosu na cjelovito drvo ili ploče ponajprije:

- odstranjivanjem grešaka u drvu;
- smanjenjem utroška skupih osnovnih materijala;
- upotrebom materijala niže kvalitete;
- poboljšanjem estetskih svojstava oblaganjem drugim materijalom i dr.

U užem smislu, može se reči da se debljinsko sastavljanje može shvatiti kao međusobno sastavljanje obradaka kod kojih sljubnicu čine veće plohe, tj. stranice. Ovisno o namjeni, potrebno je postaviti zahtjeve o:

- vlažnosti;
- dopuštenim greškama;
- rasporedu po vrstama drva;
- položaju bijeli i srži u konstrukciji;
- položaju godova;
- načinu preciziranja ili učvršćenja do trenutka spajanja ljepilom.

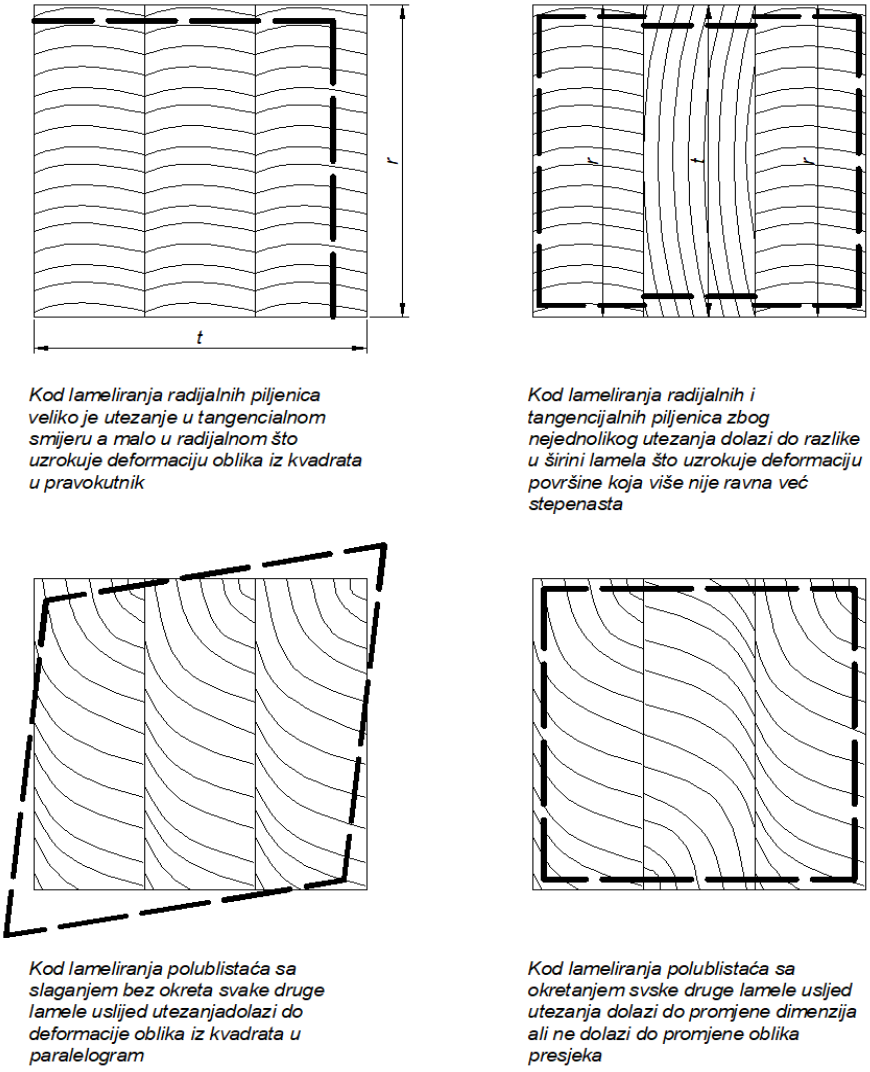
Poravnani (blanjani ili brušeni) sastavni elementi od iste ili različite vrste drva lijepe se u dvoslojnu, troslojnu, ili višeslojnu konstrukciju.

Kod konstruckija debljih od d = 60 mm često se javljaju deformacije oblika i pukotina jer se takvi elementi teško suše. Kod d = 60 mm; d' = d/2 ili d/3 itd.

Debljina obratka d' iznosi isto koliko i namjenska građa umanjena za nadmjeru poravnavanja i blanjanja na mjeru.

Konstrukcije manjih dimenzija lijepe se u mehaničkim, pneumatskim i hidrauličkim prešama hladnim postupkom ili intenzifikacijom, tehnikom zagrijavanja VF strujom ili predgrijavanjem IC zrakama.

Kod debljinskog sastavljanja okvirnica za prozore vodi se računa o položaju godova u lameli. Razlog tome je utezanje, koje je najveće u smjeru paralelnom s godovima, odnosno tangentnom smjeru. Zbog toga se za lamele koriste piljenice radijalne ili poluradijalne teksture, odnosno blistače kako je prikazano na slici 3.



Slika 3. Prikaz načina debljinskog sastavljanja okvirnica prozora i doprozornika s mogućim greškama

Predstavnici proizvodnog programa imaju zajednički način konstrukcijskog sastavljanja. Radi se o kutnom bočnom dvokrakom sastavljanju, te se ti sastavi nazivaju sastavima okvira. (Tkalec i Prekrat 2000.)

Najčešći oblik sastavljanja okvira prozora i doprozornika je kutno dvokrako bočno spajanje pravokutnim sljubom s pravokutnim čepom u raskolu. Zbog mogućnosti praktične izrade na strojevima upravo je taj oblik najrašireniji. Racionalizacija presjeka (profila) okvirnice utječe na smanjenje površine lijepljenja ugaonih sastava. Iz tog se razloga kod debljih okvirnica izrađuju dva čepa, odnosno ureza - raskola (Tkalec i Prekrat 2000.).



Slika 4. Poprečni profil prozora (Lisak 2013.)

Na slici 4. je prikazan poprečni presjek jednokrilnog prozora s trostrukim IZO staklom. Njegovi osnovni djelovi, oblici i postupci oblikovanja zbog zaštite proizvoda (koja će detaljnije biti opisana u sljedećem potpoglavlju) definirani su brojčanim oznakama na pripadajućim mjestima te istim redosljedom opisani:

1. Doprozornik

Standardna debljina od d = 76-86 (92) mm, izrađena lijepljenjem više elemenata ili od masivnog drva najbolje kvalitete.

2.**Prozorsko krilo**

Mogućnost debljine od d = 75 do 130 mm, standardno 76 mm.

3. Svi bridovi su zaobljeni

Profili i rubovi su glatko zaobljeni radijusom >2 mm što omogućava jednoliku debljinu premaza na bridu, lakše čišćenje i otjecanje vode, te omogućava lakše renoviranje prozora a čime povećavamo njegovu trajnost. Spojevi elemenata doprozornika i okvirnica prozora sa vanjske strane moraju biti zaobljeni i zatvoreni sa materijalom za brtvljenje.

4. Drvena letvica za fiksiranje stakla

Čvrst spoj stakla i okvirnice omogućava se profiliranim letvicama koje idu sve okolo okvirnice i čvrsto fiksiraju staklo. Letvice su spojene pod 45˚ u kutu, te su pričvršćene vijkom kod većih, a kod manjih krila je dovoljno zabiti mali čavao.

5. Aluminijska okapnica

Izrađena je od aluminija i sintetskog materijala što omogućava bolju toplinsku izolaciju nego što bi bila da je izrađena samo od aluminija. Aluminijska okapnica štiti donju brtvu i spoj krila i doprozornika od prodora vode, sakuplja svu vodu koja dođe u prozor, i odvodi je van iz prozorskog sistema kroz rupe na dnu svojeg profila.

6. Aluminijski profil na donjoj skošenoj okvirnici krila

Profili prozora i balkonskih vrata izrađeni su tako, da kiša koja pada po njima, i po nepovoljnim utjecajem vjetra bez drugih pomagala slobodno otječe. To postižemo skošenjem elemenata za $\alpha = 15^{o}$. Dodatna zaštita postiže se tako da se donja prozorska okvirnica sa vanjske strane prozora zaštiti sa aluminijskim profilom koji ne omogućava utjecaj vremenskih neprilika i to posebno pri utjecaju kiše i sunca.

7. Utor za prozračivanje stakla

Onemogućava sakupljanje vlage i nastajanje pljesni ispod stakla, a spojen kutnim otvorima sa vanjskom vrtložnicom

8. Utor za otkapavanje vode

Ovaj utor se izrađuje na donjoj strani donjeg elementa prozorske okvirnice a služi tome da se sva voda koja se kapilarno uvuče u prozor ocijedi u okapnicu i dalje odvodi van iz prozora i ostalim bočnim stranama gdje služi kao vrtložnica.

9. Površinska obrada

Površinska obrada je izvedena sa četiri sloja, i to drugi sloj koji služi kao vezivo između drva i kasnije stavljenih slojeva laka, prvi sloj impregnacija, zatim temeljni sloj laka i na kraju sloj visoko kvalitetnog zaštitnog sloja laka.

10. Brtvljenje stakla u trokutastom ili žljebastom utoru

Obavlja se trajno elastičnim silikonskim kitom koji sprečava prodiranje vode u unutrašnjost i osigurava postojanost stakla.

11. Brtve između doprozornika i prozorskog krila

Osiguravaju zrakotijesnost dobru zvučnu i toplinsku izolaciju. Postavljaju se sve okolo prozora u neprekinutom obliku. Stavljene su dvije brtve u prozorsko krilo a i jedna dodatna brtva na aluminijsku okapnicu. (Vidoni 2010.)

3.2.2.2. Konstrukcija IZO stakla

Jedan od bitnih dijelova prozora je IZO staklo, ono čini otprilike 70% površine prozora. Najvažnije karakteristike prozora, kao što su toplinska i zvučna izolacija, ovise najviše o IZO staklu ugrađenom u prozor.

IZO staklo je stakleno tijelo sastavljeno od više staklenih ploča odvojenih najmanje jednim, hermetički zatvorenim međuprostorom koji je ispunjen zrakom ili plinom.

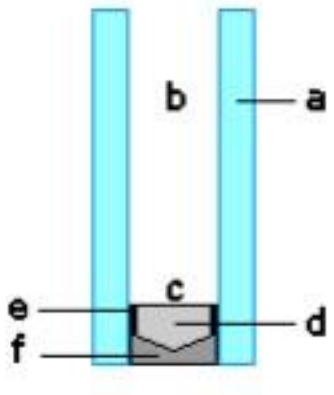
Najvažnija svojstva IZO stakla su da zadržava:

- jednaku vrijednost toplinske izolacije;
- zadane vrijednosti prolaska energije;
- zadane vrijednosti prolaska svijetla;
- bistrinu i čistoću unutarnjih stakla;
- pravilan odraz slike okoliša.

Stakla koja se koriste pri izradi izo stakla su slijedeća:

- FLOAT STAKLO koje je ravno prozirno staklo a standardno se ugrađuje u IZO staklo i to u debljinama od 3 do 10mm;
- LAMINIRANO STAKLO je uslojeno staklo sastavljeno od više float stakala zalijepljenih folijom debljinski. Ovo staklo se koristi i zbog sigurnosnih razloga jer ne puca u male komadiće prilikom oštećenja;
- KALJENO STAKLO je float staklo koje je termički obrađeno zbog poboljšanja mehaničkih svojstava, čvrstoće na udar i vlačne čvrstoće na savijanje, u slučaju razbijanja raspada se na velik broj malih komadića tupih rubova pa je pogodno iz sigurnosnih razloga za korištenje.
- ORNAMENT STAKLA su stakla kojima je površina ukrašena različitim uzorcima;
- REFLEKTIRAJUĆE STAKLO je staklo premazano metalnim filmom koji dio svijetlosti reflektira a dio apsorbira.

Konstrukcija IZO stakla se sastoji od sljedećih dijelova (Vidoni 2010.):



Slika 5. Dijelovi izo stakla (Vidoni 2010.)

- **a)** staklo - važno je da su stakla proizvedeno ujednačene debljine, da se pravilno izabere debljina stakla prema veličini i svojstvima. O odabranim staklima za proizvodnju IZO stakla će najviše ovisiti i karakteristike IZO stakla. Ovisno o debljini i broju stakla stakla se označavaju npr 2x4 (dvostruko staklo debljine stakla 2 mm, u proračun ukuone debljine stakla ulazi i debljina okvira (c))
- **b)** međuprostor (zrak ili plinsko punjenje) - je uvijek napunjen zrakom ili inertnim plinovima kao što su argon, kripton, xenon ili SF6.
  Za svaki plin je posebno zahtjevna optimalna širina međuprostora.
    - Zrak ili argon plin - debljina aluminijskog ili pvc odstojnika 16 (18) mm
    - Kripton plin - debljina okvira-odstojnika 10 mm
    - xenon plin - debljina okvira-odstojnika 8 mm
    - SF6 plin - debljina okvira-odstojnika 8 mm
- **c)** okvir „odstojnik“;
- **d)** higroskopno sredstvo za odvlaživanje - primarna funkcija higroskopnog sredstva je isušivanje vlage koja bi se zatekla u prostoru između dva stakla tijekom proizvodnje izostakla te kondenzacije vlage između stakala uslijed promjene temperature. Također higroskopno sredstvo osigurava nizak nivo vlage, tijekom uporabe izo-stakla, koja bi mogla prodrijeti u međuprostor zbog raznih utjecaja. Bilo kakvo organsko isparavanje koje bi se moglo pojaviti je eliminirano higroskopnim sredstvom. Kuglasto higroskopno sredstvo koristi se za aluminijske ili inox odstojike, a higroskopno sredstvo u prahu se miješa sa polimerom da bi se napravio odstojnik od polimera.
- **e)** unutarnje brtvilo, (butil 5g/m) - služi za internu izolaciju (prva barijera) izo stakla. Butil osigurava nizak prolaz vlage, pare i plina, a ima otpornost na starenje, pucanje i termičku stabilnost. Butil je skraćeni naziv za polyisobutylen, a stroj ga nanosi 32 zagrijanog na odstojnu aluminijsku letvicu prije lijepljenja odstojnika na staklenu površinu. Ima izuzetnu vezivnu sposobnost za staklo, aluminij, inox itd.
- **f)** vanjsko brtvilo, 65-70ml/m - koristi se polisulfid, dvokomponentni kit koji se nanosi na izo staklo nakon prolaska stakla kroz stroj za pranje stakla i stiskanja u preši. Može se koristiti i jednokomponentni kit hot-melt koji ima odlična fizičko kemijska svojstva, te vrlo dobru otpornost na visoke i niske temperature. Hot-melt se vrlo brzo vulkanizira pa se koristi u slučajevima kada trebamo u kratkom roku izraditi izo staklo za ugradnju.

Prikazana je osnovna konstrukcija IZO stakla, u ovom slučaju dvostrukog. Za potrebe proizvodnog programa ovog tehnološkog projekta odabrano je trostruko IZO staklo čija će svojstva biti obrađena i analizirana u potrebama materijala.

3.2.3. Podjela proizvoda

Prozori se mogu podijeliti u više kategorija, pa tako postoji podjela prema (Lisak, 2013):

- obliku prozora;
- broju krila;
- načinu otvaranja;
- materijalu.

Oblik prozora:

- pravokutni prozor;
- kosi prozor - simetričan i asimetričan u obliku trokuta i mnogokuta;
- lučni prozor u obliku blagog luka, oblog luka ili elipsastog luka.

Prema broju krila:

- jednokrilni;
- dvorkilni;
- trokrilni;
- četverokrilni;
- višekrilni ili prozorske stijene.

Prema načinu otvaranja:

- zaokretni;
- otklopni;
- zaokretno-otklopni;
- zaklopni;
- okretni;
- vitlajući (prevrtni);
- vodoravno posmični;
- okomito posmični;
- podizno posmični;
- sklopivi;
- podizno zaokretni prozori.

3.2.4. Zaštita proizvoda

Metode zaštite proizvoda koji sačinjavaju proizvodni program dijele se na:

- fizikalnu zaštitu;
- konstrukcijsku zaštitu;

- kemijsku zaštitu;
- površinsku obradu.

Fizikalna zaštita prozora svodi se na sprečavanje dodira štetnih djelovanja sa drvom. Prozori bi trebali biti što je više moguće uvučeni u fasade, da bi se što više spriječio utjecaj oborina na njih. Najbolja varijanta fizičke zaštite prozora na ekstremno izloženim pozicijama jest ugradnja prozora sa aluminijskom oblogom. Najdjelotvorniji i često najjednostavniji detalj oblikovanja kojim se postiže adekvatna fizička zaštita jesu strehe ili krovni istaci. Na taj način se fizički spriječava doticaj drva s raznim razarajućim djelovanjima u vanjskim uvjetima. Strehe bi trebale biti široke najmanje 50 cm, a u našoj se tradicijskoj hrvatskoj gradnji primjenjuje širina streha od 70 - 90 cm. U kontinentalnoj Hrvatskoj se iskustveno oblikuju strehe na svim krovnim plohama, da bi štitile donje djelove zgrade, a nazivaju se nadstrehama (pakoškerima) (Jug, 2009).

Konstrukcijska zaštita temelji se na izradi drvenih prozorskih elemenata na takav način da se drvu pruže optimalni uvjeti u upotrebi. Pojedini konstruktivni detalji prozora mogu bitno pridonijeti smanjenju nepoželjnih djelovanja vode i sunca na postojanost drvenih dijelova a u osnovi se svode na smanjenje djelovanja vode na drvo. (Jug 2009.)

Kemijska zaštita prozora podrazumijeva zaštitu drva kemijskim zaštitnim sredstvima. Kemijska zaštitna sredstva predstavljaju proizvode na bazi vode ili otapala. Kemijska zaštita drvenih prozora služi u prvoj liniji za zaštitu drva u vanjskom području od gljivica i insekata koji razaraju drvo. Kemijska zaštita drva na prozorima djelotvorna je samo ukoliko imamo konstrukcijsku i fizikalnu zaštitu. Kemijsku zaštitu u načelu treba izbjegavati, tj. ograničiti samo na mali broj slučajeva kada se radi o kutnim spojevima (čelnim presjecima).(Jug 2009.)

Površinska obrada prozora predstavlja proces koji uključuje primjenu različitih prekrivnih materijala, premaza, od kojih svaki ima specifičnu funkciju. Osim poboljšanja estetskog izgleda proizvoda, najvažnije zadaće površinske obrade prozora su zaštita od svjetlosti, pogotovo od ultraljubičastog djela sunčevog spektra, obuzdavanje unutarnjih naprezanja koja nastaju djelovanjem svjetlosti i kolebanjem ravnotežnog stanja vode u drvu, te zaštita od bioloških štetnika, pogotovo od gljiva uzročnika truleži i promjene boje drva i premaza. Za površinsku obradu drvenih prozora na raspolaganju su različite vrste prekrivnih materijala koje u praksi nazivamo premazima. Premaz mora biti vodoodbojan, ali i paropropustan, ali ta dva svojstva teško je uravnotežiti. Budući da su prozori tipični građevni elementi od kojih se traži velika dimenzijska stabilnost, za njihovu površinsku obradu se preporučuju debeloslojni lazurni premazi i pigmentirani lakovi (Jug 2009.).

Prozori se površinski obrađuju nakon što im je sastavljena osnovna konstrukcija, odnosno nakon kutnog bočnog sastavljanja okvirnica u okvir.

3.2.5. Funkcijski zahtjevi proizvoda

Glavna uloga prozora i balkonskih vrata kao građevnih elemenata je odvajanje unutarnjeg prostora građevine i vanjskog prostora. Kako svaka građevina mora ispuniti određene zahtjeve, isto vrijedi za svaki njezin element posebno. Europski zakoni, pa tako i hrvatski, propisuju uvjete i smjernice u obliku tehničkih propisa i normi koji omogućuju ostvarenje odnosno zadovoljavanje tih zahtjeva. Prozori i balkonska vrata smiju i mogu biti ugrađeni na određenu građevinu samo ako ispunjavaju propisane uvjete i ako su njihova tehnička svojstva takva, da u predviđenom roku trajanja građevine, uz projektom određenu ugradnju i održavanje, podnesu sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoline, tako da i sama građevina u koju su ugrađeni ispunjava sve propisane zahtjeve. (Delić 2010.)

U Republici Hrvatskoj na snazi je „Tehnički propis za prozore i vrata“ propisuje koje sve normirane uvjete koje ti građevinski elementi moraju zadovoljiti, te sve o označavanju sukladnosti istih sa referentnim kriterijima koji su zadani normama. (Delić 2010.)

Što se tiče ovog rada, najbitnija točka propisa je članak koji se tiče tehnološkog projekta pogona za proizvodnju građevinskih elemenata, a on glasi:

Članak 9.

„Ako se prozori i/ili vrata proizvode prema projektu, tada glavni projekt mora u programu kontrole i osiguranja kvalitete sadržavati zahtjeve u vezi karakteristika prozora odnosno vrata i postupaka dokazivanja njihove uporabljivosti, najmanje na razini određenoj normama.“ „Tehnički propis za prozore i vrata“

Glavna, polazišna norma koja se odnosi na prozore i vrata je HRN EN 14351-1:2010.: „Prozori i vrata-standardi i karakteristike proizvoda-1. dio - bez otpornosti na požar i/ili propuštanje dima”. Odnosi se prvenstveno na prozore, balkonska vrata i vrata bez otpornosti na požar i/ili propuštanje dima, te propisuje i pojašnjava kako se određeni zahtjevi ispituju, razreduju, te kako se u konačnici održavaju te ispitane karakteristike prozora/balkonskih vrata. (Delić, 2010.)

Ona propisuje, da je za svaki tip prozora koji je reprezentativni primjerak određene serije prozora ili balkonskih vrata obavezno provesti početno ispitivanje tipa (ITT-initial type testing), koje se obavlja u laboratorijima ovlaštenim od strane resornog Ministarstva. Isto tako, da bi neko poduzeće bilo u stanju jamčiti za te rezultate ispitivanja, norma HRN EN 14351-1:2010.: „Prozori i vrata-standardi i karakteristike proizvoda-1. dio - bez otpornosti na požar i/ili propuštanje dima” propisuju i stalnu tvorničku kontrolu kvalitete (FPC- factory production control) kao važan vid trajnog osiguranja definiranih i ispitivanjem potvrđenih karakteristika.

Sve to je bitno za CE označavanje proizvoda, koje je nužno za nesmetano trgovanje proizvodima na prostoru Europske Unije, odnosno između zemalja Europskog gospodarskog prostora. U njoj je također napravljena podjela normi na razredbene,

ispitne i proračunske te sve ostale norme koje su bitne u proizvodnji i uporabi prozora i vrata. Isto tako, ova norma je razlučila obavezna od neobvezujućih ispitivanja. (Delić 2010.)

Obaveznim ispitivanjima smatramo sva ispitivanja koja su tako propisana TEHNIČKIM PROPISOM ZA PROZORE I VRATA (»Narodne novine«, br. 175/03 i 100/04) odnosno normom HRN EN 14351-1:2010.: „Prozori i vrata-standardi i karakteristike proizvoda-1. dio- Bez otpornosti na požar i/ili propuštanje dima", a pod njih spadaju:

- Propusnost zraka;
- Nepropusnost vode;
- Otpornost na udare vjetra;
- Zvučno izolacijska svojstva;
- Toplinsko izolacijska svojstva;
- Sigurnost u uporabi;
- Oslobađanje opasnih tvari;
- Trajnost.

Pod neobvezujuća ispitivanja spadaju ona ispitivanja koja se obavljaju dobrovoljno, odnosno ona ispitivanja koja dokazuju još neka dodatna specifična svojstva (Delić, 2010). To su:

- Otpornost na propucavanje;
- Otpornost na eksploziju;
- Sile pri uporabi;
- Mehanička svojstva;
- Mehanička trajnost;
- Ventilacijska svojstva.

3.2.6. Proizvodne dimenzije proizvoda

Kod prozora i balkonskih vrata razlikuju se proizvodne, modularne i građevinske dimenzije (mjere). Proizvodne ili stolarske mjere odgovaraju dimenzijama proizvedenog proizvoda nakon izrade u pogonu, modularne mjere odgovaraju dimenzijama koje su idealne da stanu u zidni otvor, dok građevinske mjere odgovaraju dimenzijama otvora. Za sve mjere propisane su i tolerancije koje iznose od 10 - 16 mm (tolerancije rastu s dimenzijama, odnosno veće su u višim kategorijama dimenzija)

Tablica 1. Proizvodne i modularne visine proizvoda

MODULARNA VISINA, cm	PROIZVODNA VISINA, cm
57	56
97	86
117	116
137	136
177	176
207	206
217	216
227	226

Tablica 2. Proizvodne i modularne širine proizvoda

PROIZVODNA ŠIRINA, cm	MODULARNA ŠIRINA, cm
59	58
79	78
89	88
99	98
119	118
139	138
159	158

U tablicama 1. i 2. se može vidjeti da su modularne širine za 1 cm veće od proizvodnih, dok su visine manje za 4 cm. Razlog tome je taj što se od proizvodne širine i visine oduzima po 1 cm sa svake strane zbog ugradnje, te od visine još 2 cm zbog podštoka čija debljina odgovara iznosu od 2 cm.

Proizvodne, odnosno modularne dimenzije proizvoda koji se projektiraju u ovom diplomskom radu iznose:

prozori - okviri - bxh = 790x1170 mm ; 780x1160 mm

- okvirnice - bxh = 78x92 mm

balkonska vrata - okviri - bxh = 790x2070 mm ; 780x2060 mm

- okvirnice - bxh = 78x92 mm

Promjena dimenzija proizvoda, odnosno produbljenje asortimana proizvoda za tehnologiju znači povećanje stupnja fleksibilnosti, odnosno češće izmjene u tehnološkom procesu.

Promjena modularnih dimenzija, tj. promjena dužine okvirnica zahtjeva smanjen stupanj povećanja fleksibilnosti ukoliko se ne mjenjaju dimenzije poprečnog presjeka okvirnica. Razlog tome je brža, lakša i jeftinija manipulacija strojevima koji su potrebni za prikraćivanje dužine nego strojevima za izradu poprečnog profila, koji u slučaju varijacije dimenzija zahtjeva veći stupanj fleksibilnosti, a samim time i veću opasnost od nastanka grešaka u točnosti obrade te duže vrijeme obrade, istovremeno i smanjen kapacitet proizvodnje.

3.3. Projektiranje proizvoda

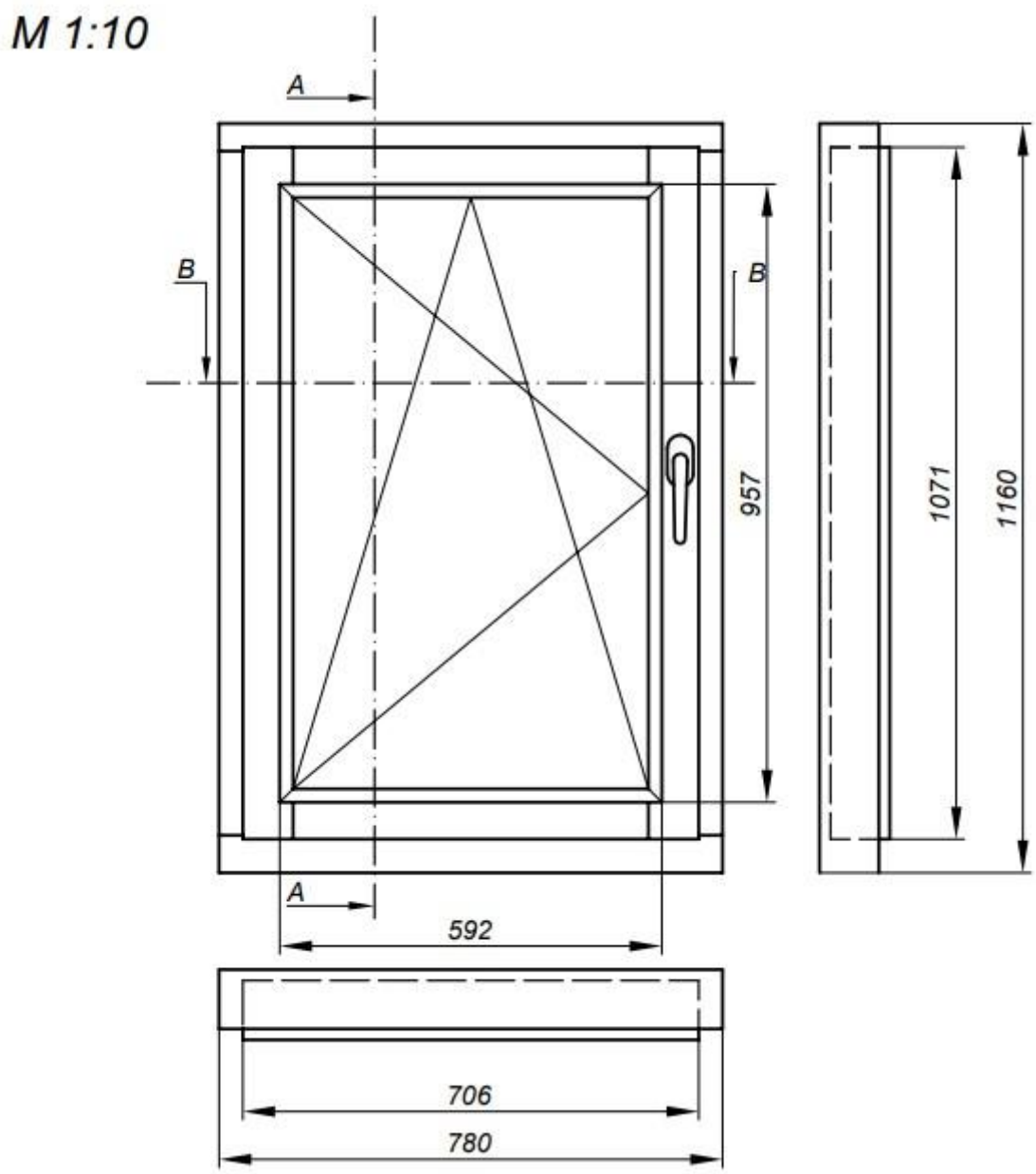
3.3.1. Tehnički nacrt proizvoda

Tehnički nacrt za potrebe proizvodnog programa ovog diplomskog rada preuzet je od tvrtke ''Lokve d.o.o.''. Izabrani profili odgovaraju proizvodnom programu Mega Lok 92, te se svrstavaju u profile za niskoenergetske (pasivne) kuće. Ovi prozori četverostruko su lamelirani te građeni od jelovine i smrekovine.

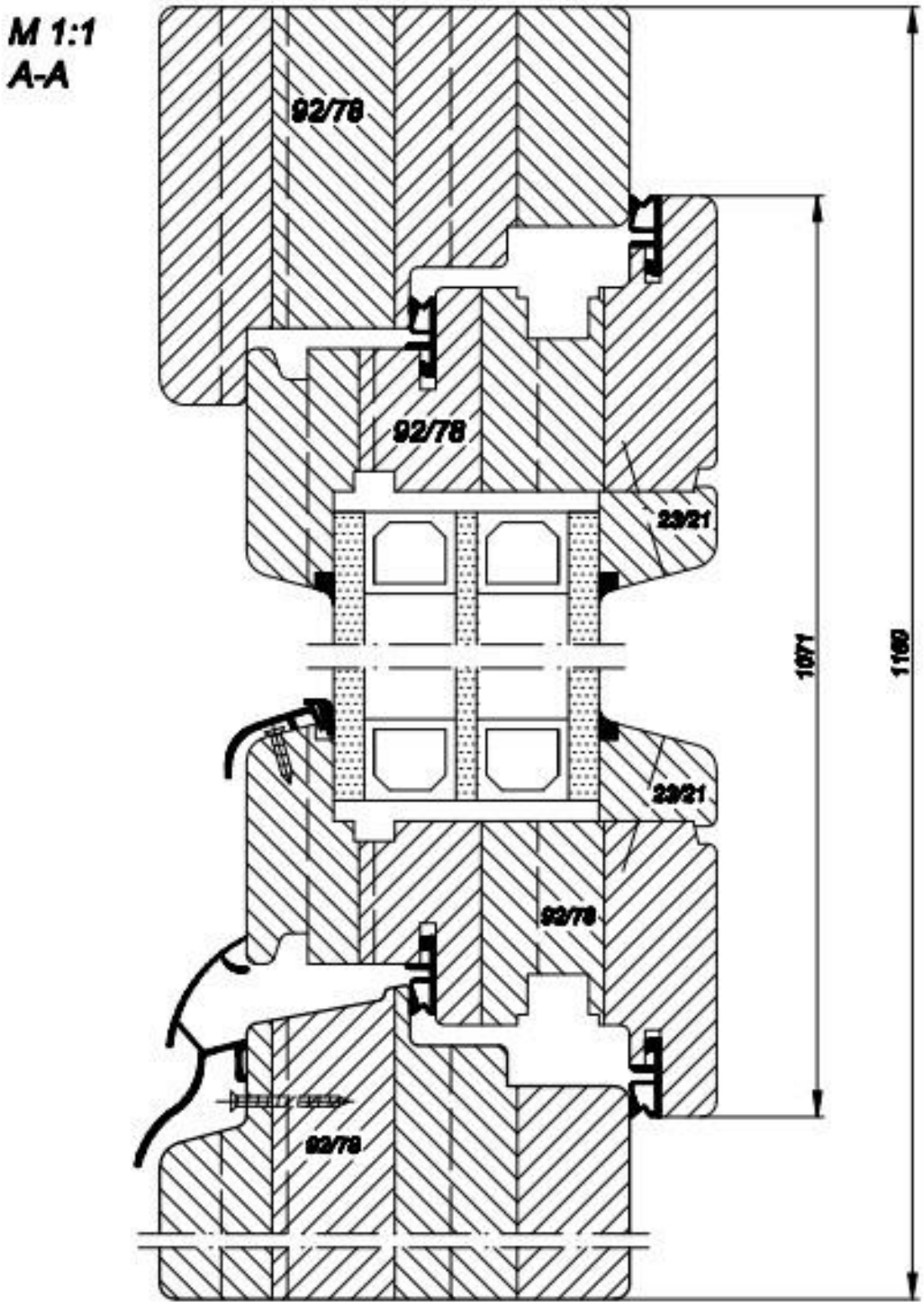
Kvaliteta sirovine potvrđena je FSC certifikatom. FSC certifikacija znači da se šumom gospodari strogim ekonomskim, ekološkim i socijalnim standardima (Dijanošić 2017).

Razlog odabira jedne dimenzije poprečnog profila je mogućnost izrade veće serije u što kraćem vremenu, jednostavnosti izrade i ekonomičnosti proizvodnje. Upravo zbog toga isti se poprečni profil primjenjuje i za prozore i balkonska vrata.

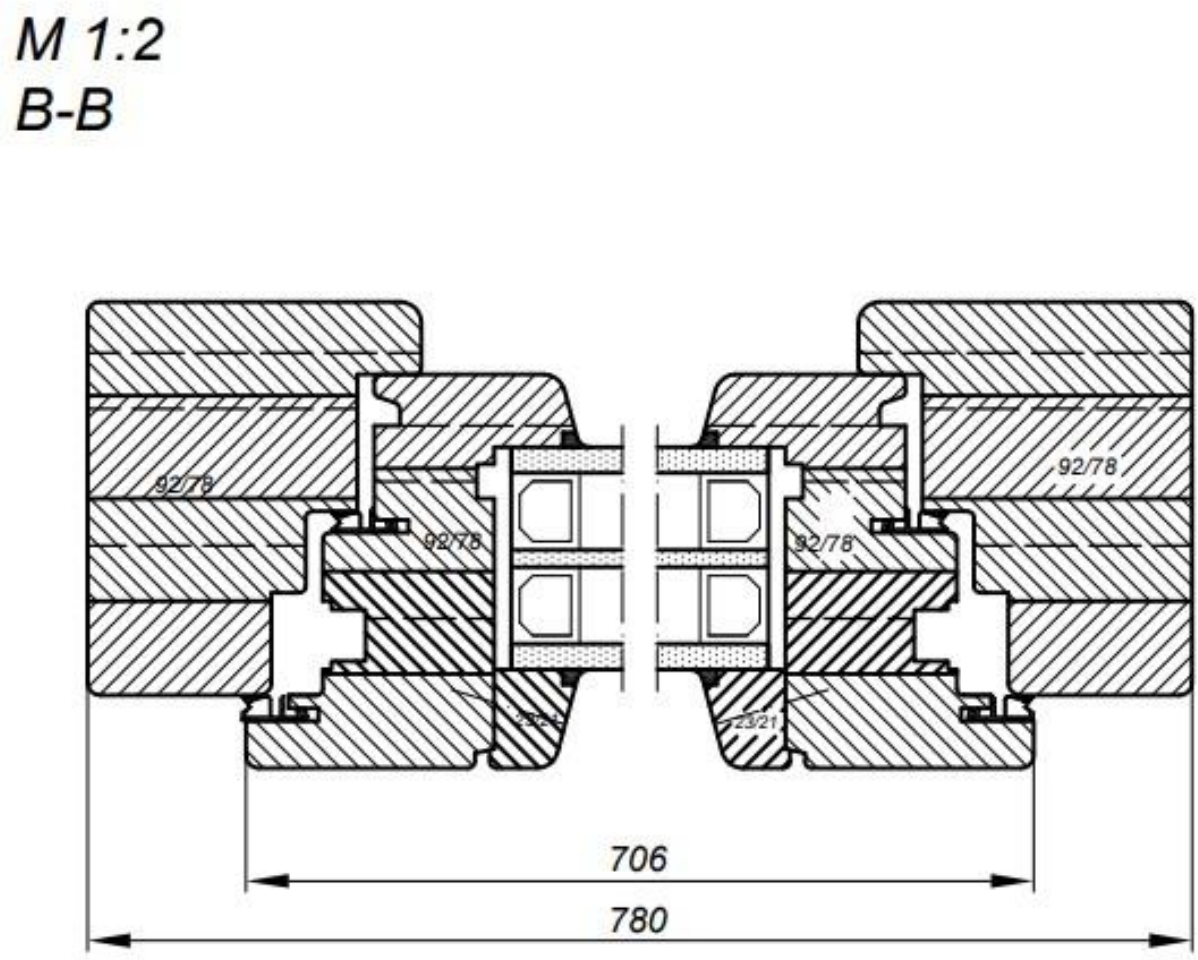
3.3.1.1. Presjeci prozora



Slika 6. Tlocrt, nacrt i bokocrt prozora s gabaritnim dimenzijama

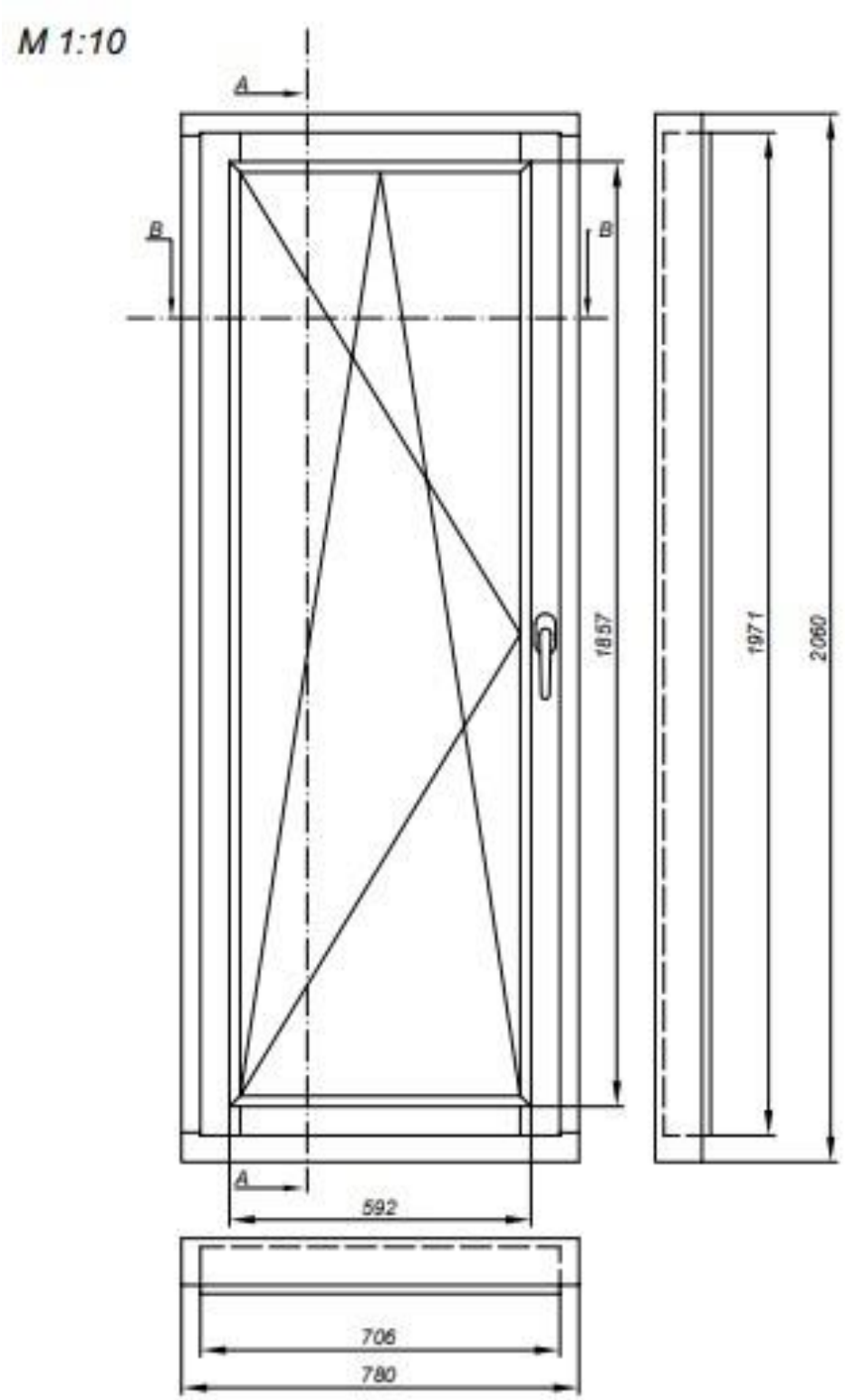


Slika 7. Bokocrtni presjek prozora (Lokve d.o.o.)

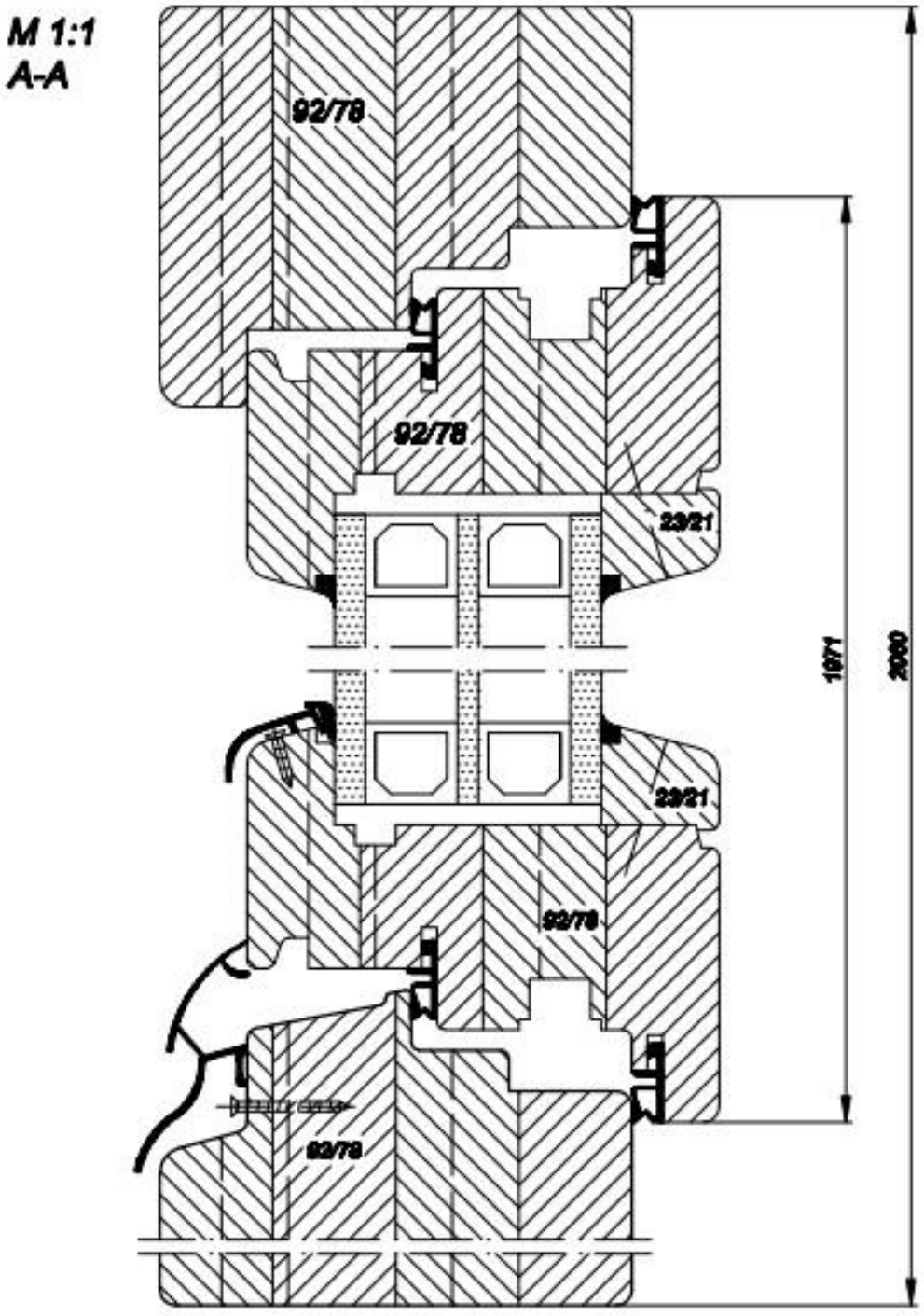


Slika 8. Tlocrtni presjek prozora (Lokve d.o.o.)

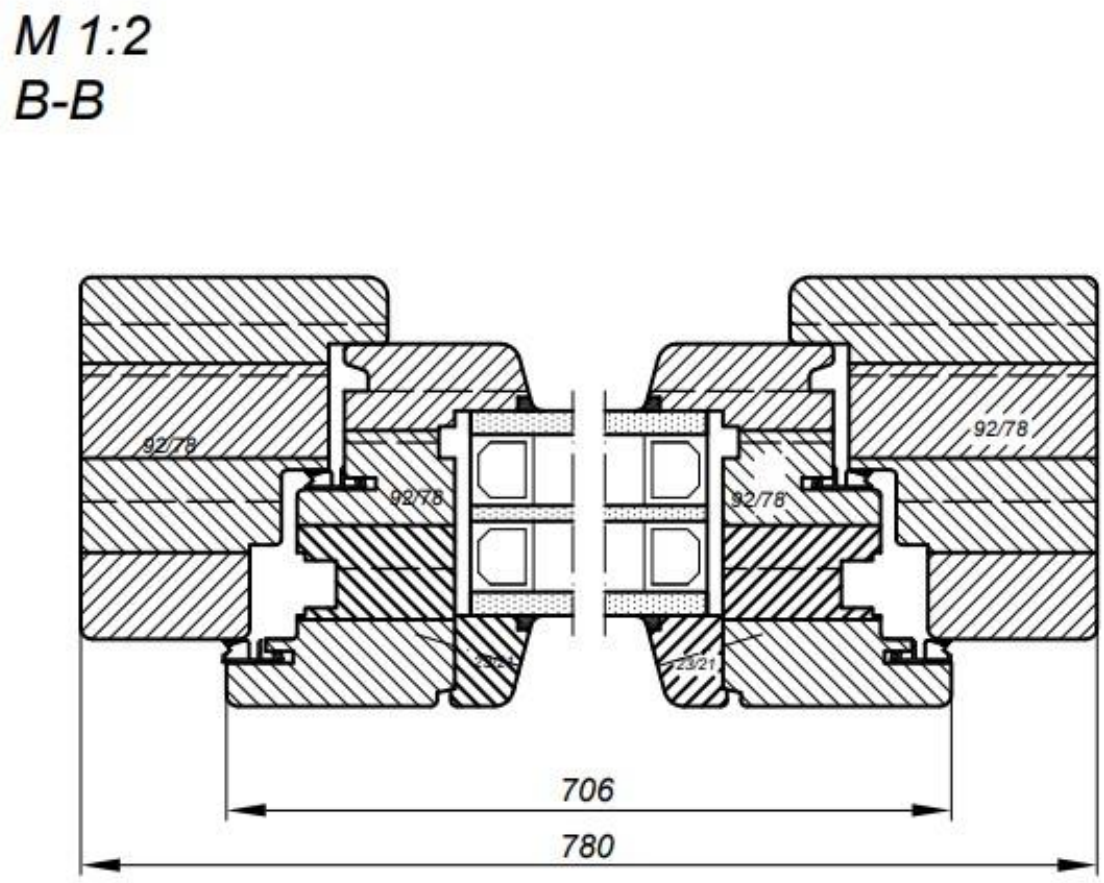
3.3.1.2.. Presjeci balkonskih vrata



Slika 9. Tlocrt, nacrt i bokocrt balkonskih vrata s gabaritnim dimenzijama



Slika 10. Bokocrtni presjek balkonskih vrata s gabaritnim dimenzijama (Lokve d.o.o.)



Slika 11. Tlocrtni presjek balkonskih vrata (Lokve d.o.o.)

3.3.2. Sastavnica i tehnički opis proizvoda

3.3.2.1. Sastavnica prozora

Tablica 3. Sastavnica prozora

OZNAKA:	NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA: Drveni jednokrilni otklopno zaokretni prozor	MAT.	KOL.	ČISTE MJERE, mm		
				DUŽ.	ŠIR.	DEB.
10.00.00.	Prozor	J/S	1	1160	780	109
10.01.00.	Doprozornik	J/S	1	1160	780	92
10.01.10.	Horiznotalna okvirnica doprozornika gornja	J/S	1	780	78	92
10.01.11.	Element horizontalne okvirnice doprozornika gornje	J/S	4	780	78	24
10.01.20.	Horizontalna okvirnica doprozornika donja	J/S	1	780	78	92
10.01.21.	Element horizontalne okvirnice doprozornika donje	J/S	4	780	78	24
10.01.22.	Okapnica	Al	1	592	49	50
10.01.30.	Vertikalna okvirnica doprozornika	J/S	2	1160	78	92
10.01.31.	Element vertikalne okvirnice doprozornika	J/S	8	1160	78	24
10.02.00	Prozorsko krilo	J/S	1	1065	706	92
10.02.10.	Horizontalna okvirnica prozorskog krila gornja	J/S	1	706	78	92
10.02.11.	Element horizontalne okvirnice prozorskog krila gornje	J/S	4	706	78	28
10.02.12.	Letvica za fiksiranje stakla	J/S	2	592	23	21
10.02.13.	Brtva	PVC	2	706	17,5	6
10.02.20.	Horizontalna okvirnica prozorskog krila donja	J/S	1	706	78	92

10.02.21.	Element horizontalne okvirnice prozorskog krila donje	J/S	4	706	78	24
10.02.22.	Okapnica	Al	1	592	21	15
10.02.23.	Brtva	PVC	2	706	17,5	6
10.02.30.	Vertikalna okvirnica prozorskog krila	J/S	2	1071	78	92
10.02.31.	Element vertikalne okvirnice prozorskog krila	J/S	8	1071	78	92
10.02.32.	Letvica za fiksiranje stakla	J/S	2	957	23	21
10.02.33.	Brtva	PVC	4	1071	17,5	6
10.03.00.	Okov	FeC/ Zn	9*			
10.04.00.	Izo-staklo	STA	1	957	592	52

*-Okov je različitih dimenzija i oblika, izrađen od istog materijala. Biti će detaljno opisan u poglavlju Potrebe materijala.

3.3.1.2. Sastavnica balkonskih vrata

Tablica 4. Sastavnica balkonskih vrata

OZNAKA:	**NAZIV PROIZVODA, POLUPROIZVODA:** **Drvena jednokrilna otklopno zaokretna balkonska vrata**	**MAT.**	**KOL.**	**ČISTE MJERE, mm**		
				DUŽ.	**ŠIR.**	**DEB.**
20.00.00.	Balkonska vrata	J/S	1	2060	780	109
20.01.00.	Dovratnik	J/S	1	2060	780	92
20.01.10.	Horiznotalna okvirnica dovratnika gornja	J/S	2	780	78	92
20.01.11.	Element horizontalne okvirnice dovratnika gornje	J/S	4	780	78	24
20.01.20.	Horizontalna okvirnica dovratnika donja	J/S	1	780	78	92

20.10.21.	Element horizontalne okvirnice dovratnika donje	J/S	4	780	78	24
20.01.22.	Okapnica	Al	1	592	49	50
20.01.20.	Vertikalna okvirnica dovratnika	J/S	2	2060	78	92
20.01.21.	Element vertikalne okvirnice dovratnika	J/S	4	2060	78	24
20.02.00	Vratno krilo	J/S	1	2026	726	92
20.02.10.	Horizontalna okvirnica vratnog krila gornja	J/S	1	706	78	92
20.02.11.	Element horizontalne okvirnice vratnog krila gornje	J/S	4	706	78	24
20.02.12.	Letvica za fiksiranje stakla	J/S	2	612	23	21
20.02.13.	Brtva	PVC	2	706	17,5	6
20.02.20	Horizontalna okvirnica vratnog krila donja	J/S	1	706	78	92
20.02.21.	Element horizontalne okvirnice vratnog krila donje	J/S	4	706	78	24
20.02.22.	Okapnica	Al	1	592	21	15
20.02.23.	Brtva	PVC	2	706	17,5	6
20.02.30.	Vertikalna okvirnica	JE	2	1971	78	92
20.02.31.	Element	JE	8	1971	78	24
20.02.32.	Letvica za fiksiranje stakla	JE	2	1906	23	21
20.02.33.	Brtva	PVC	4	1971	17,5	6
20.03.00	Okov	FeC/ Zn	9*			
20.04.00.	Izo-staklo	STA	1	1906	612	52

*-Okov je različitih dimenzija i oblika, izrađen od istog materijala. Biti će detaljno opisan u poglavlju Potrebe materijala.

3.4. Potrebe materijala

3.4.1. Drvna sirovina

Osnovni materijal, drvo, naručuje se preko Hrvatskih šuma.

Jela i smreka imaju vrlo slične tehničke karakteristike drva. Odlikuje ih trajnost zbog sadržaja smole kao prirodnog konzervatora, te time puno više izdrži vanjske vremenske uvjete kao finalan proizvod. Boja drva jele i smreke su svijetlo žute do smeđe. Tekstura može biti gušća ili rijeđa ovisno o gustoći godova. Jela i smreka u svojoj teksturi mogu imati vidiljive smolne kanale koji se manifestiraju kao žute linije. Jela i smreka se koriste vrlo često kao građevno drvo, ali kvalitetne su i za stolarsku obradu. Naša drvna industrija od jele i smreke proizvodi: masivna ulazna i sobna masivna vrata**,** prozore i vanjsku stolariju te komadni namještaj (komode, kuhinje, spavaće sobe, stolove, stolice). (URL 13)

Jela (*Abies alba* Mill.) i **obična smreka** (*Picea abies* L.) autohtone su crnogorične vrste u Hrvatskoj koje rastu u planinskim predjelima. Najkvalitetnije sastojine jele i smreke rastu u prebornim sastojinama u Hrvatskoj. (URL 14) U nastavku slijedi pregled osnovnih tehničkih (fizikalno - mehaničkih) svojstava jelovine i smrekovine.

Obična jela (*Abies alba) - jelovina*

Osnovne makroskopske karakteristike drva jele, ili kako se stručno za mrtvu (drvnu) tvar kaže jelovina:

- rano drvo široko i svijetlo;
- kasno drvo osrednje široko, nešto tamnije od ranog drva, dobro vidljivo;
- prijelaz ranog drva u kasno drvo istog goda je postupan;
- bakuljavo drvo;
- bijeložućkasto do bijelocrvenkasto.

Osnovna tehnička svojstva jelovine:

Tablica 5. Fizikalna svojstva jelovine

Gustoća	0,32...0,41...0,71	
Točka zasićenosti vlakanaca	30...34 %	
Utezanje	βl	0,1
	βr	3,8
	βt	7,6
	βv	11,7

Tablica 6. Mehanička svojstva jelovine

Modul elastičnosti	6,6...10,7...17,2 Gpa
Čvrstoća na vlak	48,0... 84,0... 120,0
Čvrstoća na tlak	31,0 … 47,0 … 59,0
Čvrstoća na smicanje	4,0 ... 5,0 ... 6,0
Čvrstoća na savijanje	47,0 ... 73, ... 118,0
Tvrdoća	18,0… 34,0.. 53,0

Obična smreka (*Picea abies*) - smrekovina

Osnovne makroskopske karakteristike smrekovine:

- kasno drvo nešto tamnije od ranog drva, usko do srednje široko, dobro vidljivo;
- bakuljavo drvo;
- bijeložućkasto;
- prijelaz ranog drva u kasno drvo istog goda je postupan.

Osnovna tehnička svojstva smrekovine:

Tablica 7. Fizikalna svojstva smrekovine

Gustoća	0,30...0,43...0,64g/cm3	
Točka zasićenosti vlakanaca	30...34 %	
Utezanje	βl	0,3
	βr	3,6
	βt	7,8
	βv	12

Tablica 8. Mehanička svojstva smrekovine

Modul elastičnosti	7,3...10,7...21,4 Gpa
Čvrstoća na vlak	21,0… 90,0… 245,0
Čvrstoća na tlak	35,0 … 50,0 … 79,0
Čvrstoća na smicanje	4,0 ... 7,0 ... 12,0
Čvrstoća na savijanje	49,0 ... 78,0 ... 136,0
Tvrdoća	14,0... 27,0... 46,0

Trupci se raspiljavaju u odvojenom pogonu, te se nakon toga piljenice suše u sušarama.

Nakon sušenja piljenice se dostavljaju u glavni pogon u raznim debljinama i širinama, dužine 4m.

Piljenice se klasiraju u tri kategorije A (najkvalitetnije), B (kvalitetne i mogu biti vanjske lamele) i C (lamele koje će se postaviti u sredinu, odnosno neće biti vidljive.)

3.4.2. Ljepilo

Kao adheziv za sastavljanje elemenata u sklop, odnosno za potrebe dužinskog, debljinskog i kutnog sastavljanja odabrano je termoplastično vodootporno dvokomponentno polivinil acetatno ljepilo.

Ljepilo je namijenjeno montažnom lijepljenju pri izradi građevinske stolarije kod koje se zahtijeva veća otpornost na vlagu i otpornost na vodu, i lijepljenju drvenih djelova koji su povremeno ili stalno izloženi povećanoj relativnoj vlažnosti zraka, vodi i drugim atmosferskim utjecajima. (URL 4)

Tablica 9. Tehnički podaci i uvjeti uporabe ljepila

Standard	D3
Ph vrijednost	2,5 – 3,5
Gustoća	1080-1090 kg/m
Sadržaj suhe tvari	49 – 53 %

Viskoznost	10000 - 18000 mPa.s
Radna temperatura	20± 5°C
Količina nanosa / utrošak	140-180 g/m²
Pakiranje	Plastična posuda od 30 kg

3.4.3. Premazi za površinsku obradu

Za potrebe površinske obrade odabrani su sljedeći premazni materijali:

Temeljni sloj (impregnant) - Tankoslojna lazura (URL 4)

Tablica 10. Tehnički podaci tankoslojne lazure

SASTAV	alkidno vezivo, otapalo, transparentni mikro pigmenti
NIJANSE	bezbojna, 11 standardnih nijansi
NIJANSIRANJE	međusobno miješanje standardnih nijansi
GUSTOĆA	0,85 g/ml
RAZRJEĐIVANJE	spremno za uporabu
HOS kategorija i granična vrijednost	HOS: A(i), 750 g/l; maks. 660 g/l
JEDINICE PAKIRANJA	standardne nijanse: 0,75 l, 2,5 l, 5 l
SKLADIŠTENJE	temperatura između +5 °C i +35 °C, na suhom mjestu

Tablica 11. Upute za upotrebu tankoslojne lazure

NAČINI NANOŠENJA	kist, valjak, uranjanje, nanošenje krpom
UVJETI RADA	temperatura boje, zraka i površine minimalno +5°C
SUŠENJE	(T= +20 °C, rel. vlažnost 65%) Suho na prašinu ca. 3 sata, suho na dodir 5 sati, idući sloj za 10 sati. Pri nižoj temperaturi i višoj relativnoj vlazi vrijeme sušenja se produljuje
KOLIČINA NANOSA / UTROŠAK	1l/10-12m²; 78 (80) g/m²

Završni sloj - Debeloslojna lazura (URL 4)

Tablica 12. Tehnički podaci debeloslojne lazure

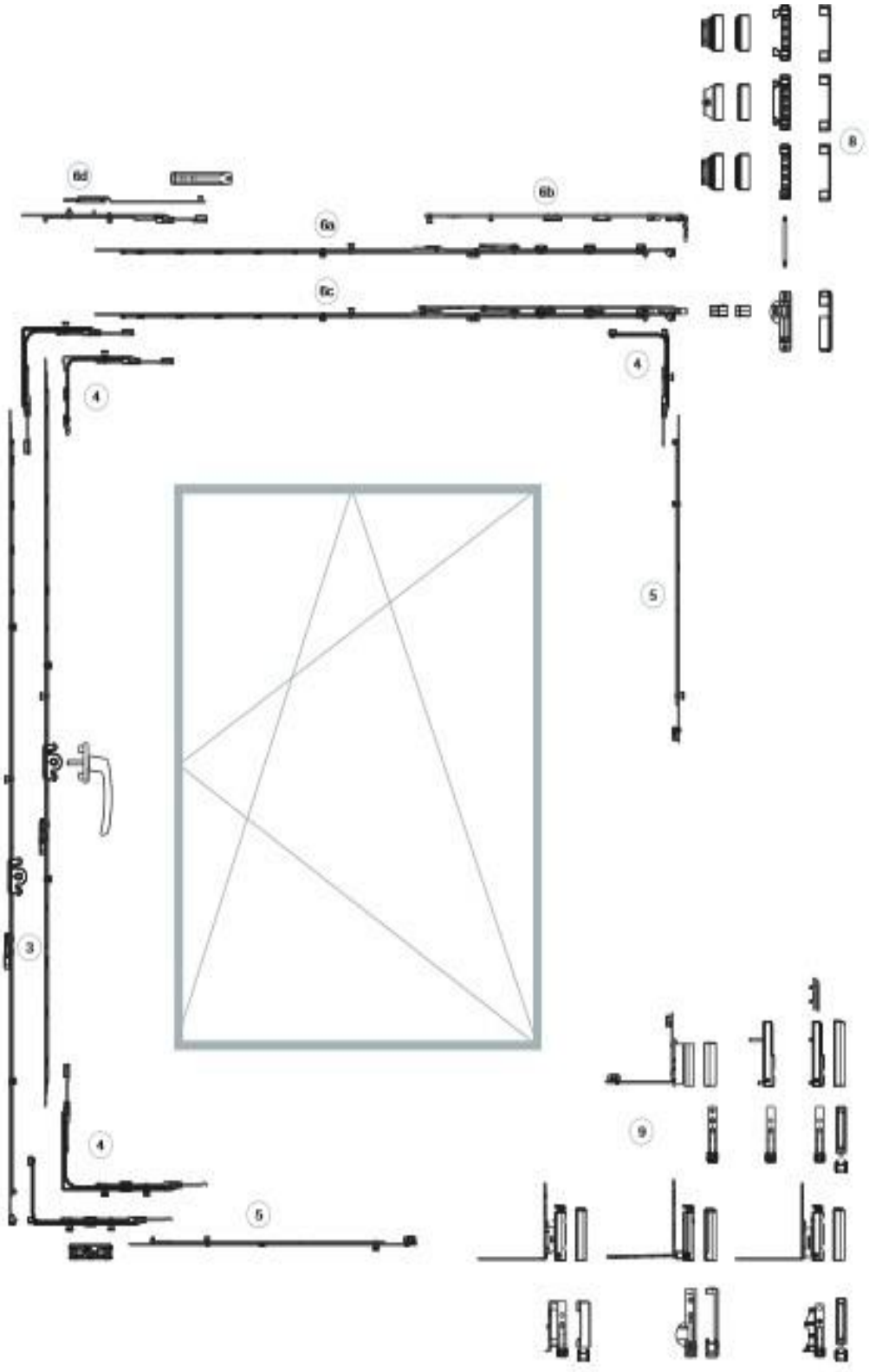
SASTAV	alkidno vezivo, otapalo, transparentni mikro pigmenti, vosak
NIJANSE	bezbojna, 11 standardnih nijansi
NIJANSIRANJE	međusobno miješanje standardnih nijansi
GUSTOĆA	0,9 g/ml
RAZRJEĐIVANJE	spremno za uporabu
HOS kategorija i granična vrijednost	IIA(e), 400 g/l (2010); proizvod sadrži: max. 400g/l
JEDINICE PAKIRANJA	standardne nijanse: 0,75 l, 2,5 l
SKLADIŠTENJE	temperatura između +5 °C i +35 °C, na suhom mjestu

Tablica 13. Upute za upotrebu debeloslojne lazure

NAČINI NANOŠENJA	kist, valjak, uranjanje
UVJETI RADA	temperatura boje, zraka i površine minimalno +5°C
SUŠENJE	(T= +20 °C, rel. vlažnost 65%) Suho na prašinu ca. 3 sata, suho na dodir 5 sati, idući sloj za 10 sati. Pri nižoj temperaturi i višoj relativnoj vlazi vrijeme sušenja se produljuje
KOLIČINA NANOSA / UTROŠAK	1l/16-20m²; 50 g/m²

3.4.4. Okovi

Okov ima veliku ulogu i važnost kod građevne stolarije. Omogućava otvaranje i zatvaranje proizvoda, odnosno provjetravanje prostorije, mogućnost prolaska kroz vratno okno i sl. Od gore navedenih za potrebe proizvodnog programa koristi se okov iz grupe prihvatnika za otvaranje i zatvaranje, zglobnica i te posebnog funkcionalnog okova (slika 12.).



Slika 12. Pogonski mehanizam za jednokrilne prozore - shema postavljanja (URL 18)

Tablica 14. Naziv okova sukladno oznaci na slici 12

Pozicija	Naziv artikla
3	OZ pogonski mehanizam
4	Kutni prijenos
5	Srednji zatvarač ix i.S
6a	Vodilica škara
6b	Škare
6c	Škare
6d	Dodatne škare za provjetravanje
8	Ležaj škara
9	Kutni ležaj



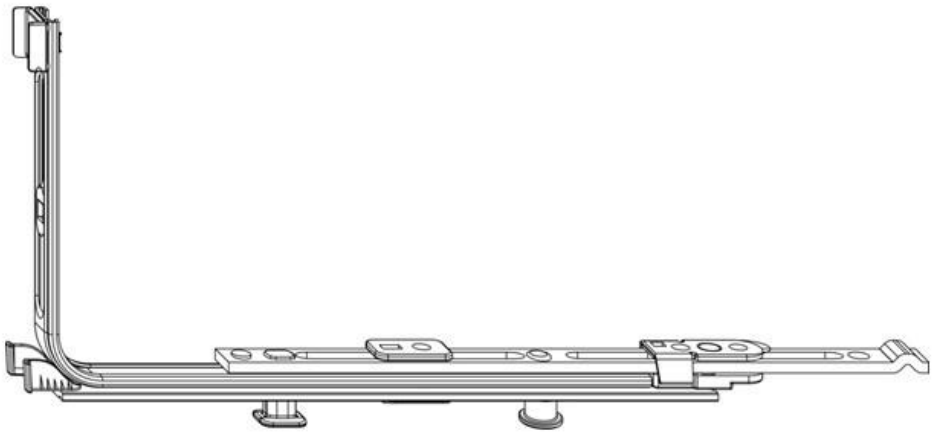
Slika 13. Vertikalni lijevi i desni otklopno - zaokretni pogonski mehanizam (URL 17)

Kada se govorilo o prilagođavanju mehanizama dimenzijama, tipičan primjer je upravo lijevi i desni pogonski mehanizam. Po narudžbi kupca, može se proizvoditi u raznim visinama.

Odabrani vertikalni lijevi i desni pogonski set dimenzijama odgovaraju balkonskim vratima (1901 - 2100 mm).

Što se tiče prozora, također se može koristiti isti mehanizam, samo što za njegove dimenzije odgovara mehanizam za raspon dimenzija od 900 - 1100 mm pošto visina prozorskog krila iznosi 1098 mm.

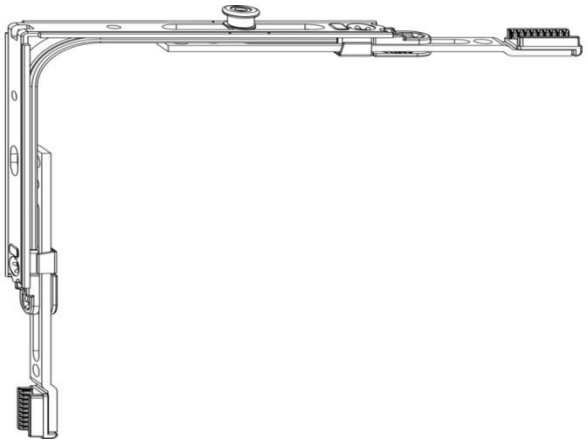
Ostali odabrani mehanizmi mogu se koristiti i za vrata i prozore koji čine proizvodni program, jer im se osim visine dimenzije i poprečni profili ne razlikuju.



Slika 14. Lijevi donji kutni prijenos (URL 21)

Kutni prijenosi mogu varirati s obzirom na način otvaranja. Kutni prijenos kao na slici odgovara otvaranju prozora/vrata u desnu stranu, te se kod otvaranja na lijevu stranu samo zrcalno pozicionira u krilo. To se tiče i svih ostalih odabranih kutnih pogonskih mehanizama.

Na slici se na donjoj strani prijenosa mogu uočiti dva "trna". Trnovi su zapravo pokretni mehanizam koji se zavlači u utor koji je smješten na unutarnjoj strani doprozornika/dovratnika, te se okretanjem prihvatnika prozor/vrata otvaraju na željeni način. Desni trn je pokretan te ima ulogu otvaranja/zatvaranja prozora/vrata, dok je lijevi fiksan te se na donjoj strani nalaze kotačići koji omogućuju otvaranje na "kip", odnosno otklapanje na način da služi kao uležištenje. Istovemeno, trn se tada nalazi unutar utora te zatvara prozor/vrata s donje strane.



Slika 15. Lijevi gornji kutni prijenos (URL 20)

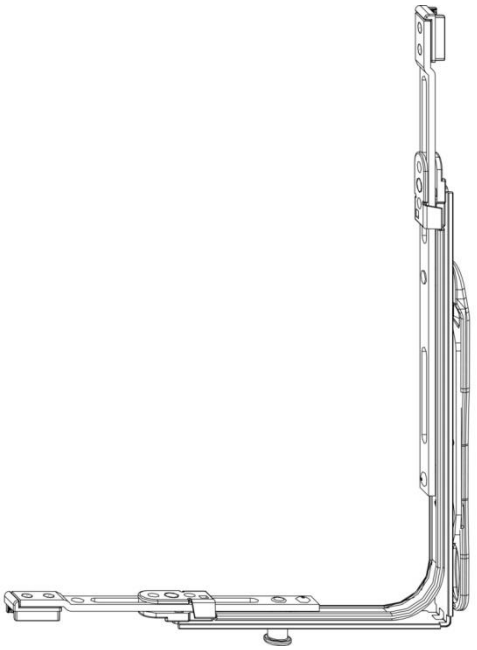


Slika 16. Srednji zatvarač (donje škare) (URL 26)

Srednji zatvarač može se koristiti u vertikalnoj i horizontalnoj poziciji. Na slici se može vidjeti da je srednji zatvarač pozicioniran na desnoj strani prilikom desnog otvaranja prozora, no za potrebe odabranog proizvodnog programa naručiti će se vertikalni pogonski set raspona visina 900 - 1100 mm radi jednostavnije evidencije narudžbi i ugradnje u prozorsko krilo. Za potrebe odabranog proizvodnog programa srednji zatvarač biti će smještan u donju horizontalnu okvirnicu prozorskog krila.



Slika 17. Gornji zatvarač (getriba) (URL 24)



Slika 18. Donji desni kutni prijenos (URL 22)



Slika 19. Otklopne škare (URL 25)

Otklopne škare omogućuju otklapanje, odnosno otvaranje na "kip". Uz mehanizam koji je naveden na donjem kutnom prijenosu koji je okarakteriziran kao uležištenje, otklopne škare su mehanička potpora te drže vratno/prozorsko krilo u otklopljenom položaju.

Sastoje se od nepomićnog i pomićnog djela. Nepomićni dio čini metalna pravokutna ploča pričvršćena vijcima za vanjsku stranu gornje horizontalne okvirnice prozorskog krila, dok je pomićni dio pričvršćem svornjakom koji se pomiće u horizontalno izduženom utoru ploče na okvirnici krila, povezan sa zglobnicom koja omogućuje i zaokretno otvaranje vijcima. Pomični dio tako se kutno pomiće u horizontalnom smjeru te prozorsko krilo prilikom otklapanja napravi put od 10 cm. Dužina pomićnog djela iznosi 30 cm, pa napravi kut od cca. 20° u vertikalnom smjeru.

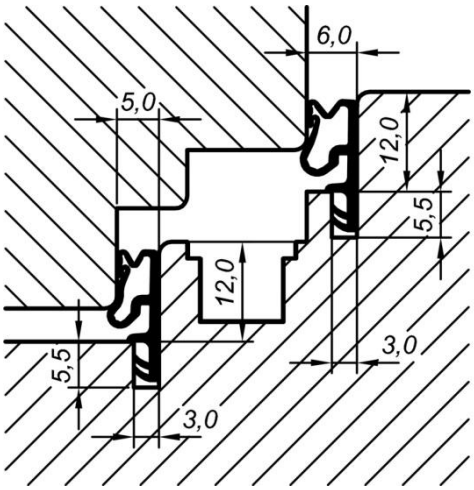
3.4.5. Brtve

Za uspješno brtvljenje prozora upotrebljavaju se razni materijali od plastičnih masa, koji se stavljaju u utore izrađene u elementima prozorskih okvirnica i doprozornicima. Brtva mora biti ugrađena oko cijelog krila (opsega) prozora ili doprozornika i mora postojati mogućnost njezine izmjene. Funkcije brtvi su da onemogućavaju ulazak vjetra i vode u prozor, toplinska i akustična izolacija. Mogu biti smještene u prozorsko krilo i u doprozornik (Vidoni 2010.).

U proizvodnom programu ovog tehnološkog projekta brtve su smještene u prozorsko krilo.

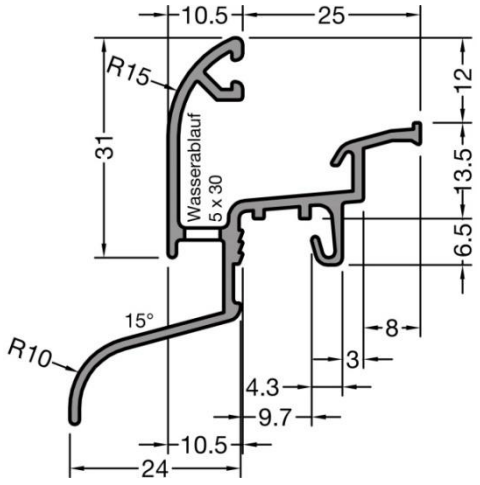
U vanjskom dijelu nastoji se onemogućiti dolazak vode na kritični dio profila, a u unutarnjem dijelu profilacija postiže se brtvljenje zraka. Spoj krila i stakla omogućuje provjetravanje unutrašnjosti profila ispod stakla kao i kvalitetno nalijeganje stakla na vanjski i unutarnji dio. Dobro brtvljenje prozorskog profila kao i postava toplinske izolacije vanjskog zida u odnosu na profil prozora igraju veliku ulogu u smanjenju ukupnih toplinskih gubitaka. Brtvljenje prozora nije važno samo zbog uštede energije već i zbog zaštite od topline, vlage, buke, prašine i propuha (Vidoni 2010.).

Za proizvodni program odabrane su brtve koje se nalaze na slici 20.

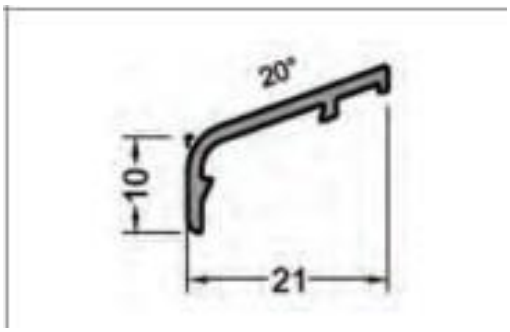


Slika 20. Poprečni presjek odabranih brtvi (URL 19)

3.4.5. Aluminijske okapnice



Slika 21. Okapnica (URL 23)



Slika 22. Zaštita donje okvirnice prozorskog krila (DBT katalog 2016.)

3.4.6. Izo staklo

Za potrebe proizvodnog programa odabrano je trostruko izo staklo sastavljeno od float stakala debljina 6 + 4 + 6 mm, debljine odstojnika 18 mm, ukupne debljine 52 mm.

3.4.7. Silikonski kit

Silikon za staklo

Koristi se za brtvljenje rubnih spojeva na prozorima i vratima, pukotina na staklenim površinama itd. Dobro prianja na različite neupijajuće podloge kao što su staklo, glazirane keramičke pločice, aluminij itd. Nije primjeren za nanošenje na upijajuće podloge, ogledala i na osjetljive metale. Otporan je na pukotine, skupljanje i promjenu boje te je dugotrajan. Također je otporan na UV zrake i velike temperaturne razlike. Za vanjsku i unutarnju uporabu.

Informacije o proizvodu (URL 2):

- Baza: acetatna
- Temperatura nanosa: od +5 C do + 40 C
- Temperaturna otpornost: od - 40 C do + 150 C
- Otvoreno vrijeme: oko 25 min
- Maksimalna širina spoja: do 35 mm
- Pakiranje: 300 ml
- Boja: bezbojan

Aplikator (pištolj) za silikone

Pištolj za nanos silikonskog kita namjenjen je za akril, ljepilo ili silikon. Izrađen je od

kvalitetnog čeličnog lima što omogućuje dugovječnost pištolja. Ergonomska ručka pruža jednostavno i precizno nanošenje silikona te je idealan za sve korisnike.

Informacije o proizvodu (URL 1):

- Materijal: plastika i metal
- Duljina: 32,3 cm
- Boja: plava
- Težina: 0,37 kg

4. PROIZVODNI PROCES

Obuhvaća sve aktivnosti i djelovanja vezana za proizvodnju od skladišta ulaznog materijala do skladišta gotovih proizvoda a rezultiraju pretvorbom poluproizvoda u gotove proizvode.

Proizvodni proces u drvnoj industriji podrazumjeva:

- pripremu materijala (poluproizvoda);

- unutrašnji transport (međuoperacijski i međuskladišni);

- proizvodnju (izradu) dijelova na radnim strojevima kao i hidrotermičku i površinsku obradu (tehnološki proces);

- montažu;

- kontrolu i ispitivanja;

- izradu alata i proizvodne opreme;

- međuskladištenje i pakovanje.

Sve ove aktivnosti i događaji na određen način sudjeluju na izravan ili neizravan način u pretvaranju ulaznih elemenata u izlazne elemente iz procesa uz sudjelovanje ikorištenje opreme, ljudi i organizacije (Bogner 2012.).

4.1. Tehnološki proces

Predstavlja dio proizvodnog procesa, i to onaj koji je direktno vezan za promjenu oblika, dimenzija, stanja površine i svojstava materijala (fizikalna i kemijska) od sirovog stanja do gotovog proizvoda, tj. uključuje sve aktivnosti koje rezultiraju kvalitativnim promjenama pri pretvaranju ulaznog materijala u gotov proizvod (Bogner 2012.).

Tehnološki proces zapravo je povezivanje tehnoloških operacija u funkcionalnu cjelinu radi pretvaranja nižih upotrebnih vrijednosti u više, uz svrsishodno sudjelovanje čovjeka.

U tehnološkom i proizvodnom procesu sirovina se postupnom obradom pretvara u proizvod sljedećim radnim postupcima (Bogner 2012.):

- Operacija - radni postupak kojim se mijenja oblik ili svojstvo materijala kada se jedan predmet spaja s drugim ili se od njega odvaja, ili kad ga se priprema za neki drugi radni postupak. Obavlja se na jednom radnom mjestu. Pod operacijom se smatra isto tako davanje ili primanje uputa, ili kad se nešto projektira ili izračunava.
- Transport - je radni postupak kojim se neki predmet prenosi jednog radnog mjesta na drugo, osim ako je to dio radnog postupka na jednom radnom mjestu

- Kontrola - radni postupak kojim se ispituje kvaliteta i količina nekog izratka.
- Zastoj - radni postupak kad okolnosti u tehnološkom procesu ne dopuštaju ili ne zahtijevaju da se odmah izvede neki drugi radni postupak
- Uskladištenje - je radni postupak kad je predmet obradbe ili izradak spremljen u skladište.
- Kombinirani radni postupak - kad treba naznačiti da se radni postupak obavlja istodobno ili ga obavlja isti radnik na istome mjestu, simboli svih radnih postupaka međusobno se povezuju.

S obzirom na operacije tehnološki se proces dijeli na:

- Mehaničke operacije su one koje rezultiraju promjenama oblika i dimenzija elemenata, sklopova itd. djelovanjem mehaničkog rada (glodanjem, brušenjem, piljenjem...);
- Termičke operacije su postupci koje uzrokuju promjene oblika i dimenzija te unutarnjih svojstava predmeta rada djelovanjem topline (sušenjem...);
- Termičko-mehaničke operacije dovode do promjena oblika, dimenzija i unutarnjih svojstava elemenata, uz istodobno djelovanje mehaničkog rada i topline (prešanje...);
- Kemijski procesi dovode do potpune promjene u sastavu elemenata, sklopova itd. tako da se dobivaju novi spojevi (lakiranjem, lijepljenjem, kitanjem);

U ovaj projekt ulaze sve operacije osim termičkih operacija jer su za potrebe navedenog proizvodnog programa naručene osušene piljenice, ali se termičke operacije kombiniraju s mehaničkim prilikom prešanja elemenata okvira.

Najzastupljenije operacije u ovom tehnološkom projektu su mehaničke operacije. Zbog materijala koji se obrađuje, operacije se objedinjeno nazivaju mehanička obrada drva.

4.2. Fleksibilni tehnološki sustavi

Pod fleksibilnim tehnološkim sustavom razumijeva se proizvodna oprema, povezana sa zajedničkim sustavom upravljanja i sustavom za tok materijala, radi automatske proizvodnje različitih elemenata, sklopova itd.

Fleksibilni tehnološki sustav sačinjavaju kompatibilni i integralni podsustavi. Glavne komponente fleksibilnog tehnološkog sustava su:

- računalom numerički upravljani strojevi (CNC);
- transportni sustav za dopremu materijala;
- sustav upravljanja koji koordinira rad CNC (DNC) strojeva i transportnog sustava;

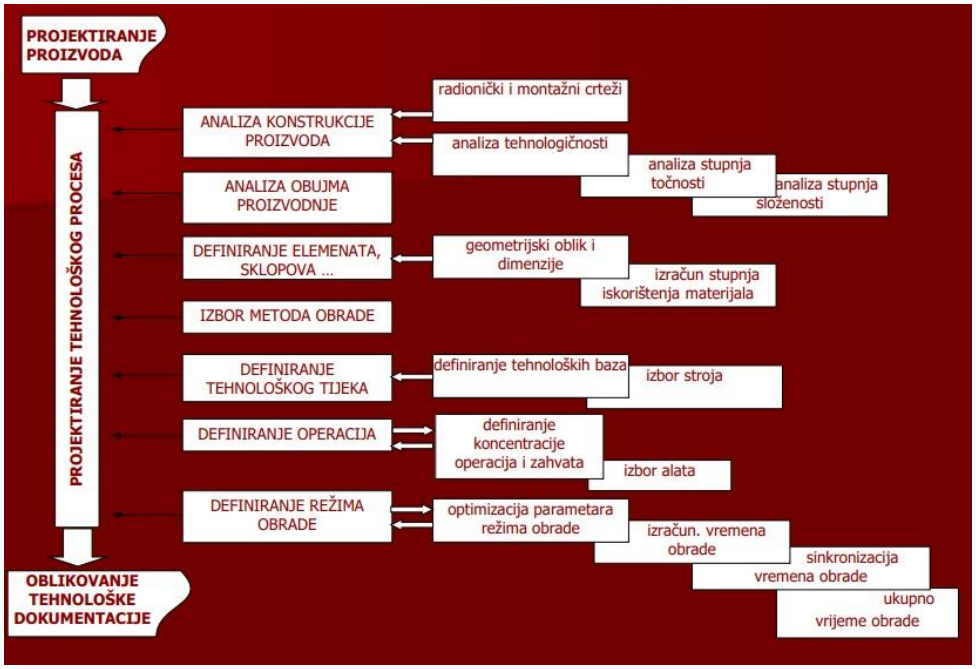
- servisni moduli ili pomoćne jedinice za kontrolu itd.

Radi povećanja produktivnosti počelo je uvođenje CNC strojeva i DNC sustava za upravljanje više strojeva s jednim računalom. Već tada se pojavljuju ideje o integraciji numerički upravljanih strojeva s transportnim sustavima, pri čemu bi se koristilo jedno računalo za upravljanjem čitavim proizvodnim sustavom. Tada su postavljene i osnove za razvoj fleksibilnih tehnoloških sustava.

Glavni pravac razvoja je usmjeren u uvođenje totalnog fleksibilnog tehnološkog sustava u kojem bi sve funkcije od narudžbe do isporuke bile zajedno povezane i upravljane pomoću centralnog računala, s dislociranim interaktivnim terminalima. Na takvoj razini razvoja tehnološkog sustava u drvnoj industriji pojavljuje se potreba za CIM (Computer Integrated Manufacturing) upravljačkoinformacijskim sustavima. (Bogner 2012.)

4.3. Projektiranje tehnološkog procesa

Na slici 23. prikazan je tijek projektiranja tehnološkog procesa koji započinje projektiranjem proizvoda (proizvodnim programom) te završava oblikovanjem tehnološke dokumentacije. Pod projektiranje tehnološkog procesa tako ulazi finalna analiza proizvodnog programa koja obuhvaća analizu konstrukcije i definiranje elemenata i sklopova u užem smislu, iz koje proizlazi analiza obujma proizvodnje ukoliko je predviđena serijska proizvodnja. Nadalje nakon analize proizvodnog programa dolazi samo projektiranje procesa u koje ulazi izbor metoda obrade, izborporebnih strojeva i alata i definiranje režima obrade.



Slika 23. Redosljed projektiranja tehnološkog procesa

4.3.1. Izbor strojeva

Važne tehnološke karakteristike strojeva prilikom njihovog izbora su:

- ukupne dimenzije stroja;
- težina stroja (korisno za procjenu stabilnosti i zamora materijala stroja);
- kvaliteta materijala od kojih je stroj napravljen i njihove metalurške karakteristike;
- karakteristike elektromotora s obzirom na odgovarajuću opskrbu energijom i predviđena opterećenja tijekom proizvodnje, te zaštita , hlađenje i dr;
- dimenzije pokretnih dijelova ili onih dijelova koji su izvrgnuti većim naprezanjima (osovine, ležajevi, zupčanici...);
- adekvatni kontrolni instrumenti pri proizvodnji i inspekciji strojnih dijelova (strojevi moraju zadovoljavati određene propisane tolerancije);
- za CNC strojeve adekvatni kontrolni software (po mogućnosti što jednostavniji za koristiti).

Proizvodno - tehnološki kriteriji za izbor strojeva i tehnologije su sljedeći:

- Tehnologičnost (T) Tehnologičnost je stupanj podudarnosti funkcionalnih zahtjeva obrade određenih konstrukcijskih oblika s mogućnostima tehnološke opreme. Na stupanj tehnologičnosti bitno utječe složenost konstrukcijskih oblika i razina razvojnog stupnja tehnologije, odnosno njene usavršenosti i razine automatizacije.
- Kapacitet (Q) Kapacitet stroja, postrojenja ili uređaja je mjera proizvodne mogućnosti, izvršena u količini za određenu jedinicu mjerenja. Iskorištenje raspoloživog kapaciteta izražava se postotkom iskorištenja, gdje je

  Qp – potreban kapacitet ovisan o planu proizvodnje, a svodi se na prikladnu jedinicu proizvedene količine u vremenu ;

  Qr – raspoloživi kapacitet stroja ili postrojenja. U praksi je potrebno razlikovati tehnološko iskorištenje kapaciteta koje predstavlja određenu količinu predmeta rada i iskorištenog (efektivnog) kapaciteta i tehničko iskorištenje koje pokazuje odnos vremenskog angažiranja pojedinih radnih skupina ili postrojenja u odnosu na ukupan broj ugrađenih radnih skupina.
- Fleksibilnost (F) Prilagodljivost ili fleksibilnost tehnološkog sustava definira se stupnjem prilagodljivosti, kao odnosom zahtjeva okoline (Zo) i stanja sustava (Ss)

$$F = \frac{Zo}{Ss}$$

  Vrijeme koje je potrebno za prilagođavanje za novi proces naziva se vrijeme prilagođavanja (tp).

  Fleksibilnost u jednom proizvodno-poslovnom sustavu ima znatno šire

značenje, a promatra se u odnosu na čitav niz aktivnosti od razvoja i projektiranja, kontrole, organizacije upravljanja i dr. te će prilikom daljnjeg projektiranja tehnologije u ovom poglavlju pobliže doći do izražaja.

- Zalihe repromaterijala (z) Međufazne i međuskladišne zalihe ovise pretežno o propusnosti tehnološkog sustava. Interno upravljanje zalihama direktno ovisi o dinamici trošenja odnosno o vremenu zadržavanja u procesu, zavisno o strukturi tehnologije i zahtjevima procesa obrade.
  Zadržavanje materijala ili zaliha po ciklusu izrade (Zc) izražavaju se :
  $Zc = Q \times Tc$, gdje je
  Q – količina repromaterijala koja ulazi u proizvodnju u jedinici vremena ;
  Tc – trajanje ciklusa izrade u istim vremenskim jedinicama.
  Tehnološki sustav više razvojne razine, koji će omogućiti najkraće cikluse, dakako uz racionalno snabdijevanje, svakako će u odnosu na konvencionalnu tehnologiju utjecati na smanjivanje zaliha.
- Gubici materijala (G)
  Gubici u procesu izrade (Gi), tzv. proizvodni "škart" je dio repromaterijala, poluproizvoda ili gotovih proizvoda koji ne odgovaraju propisanim tehničkim zahtjevima ili standardnim uvjetima kvalitete, te se kao takvi ne mogu upotrijebiti za osnovnu namjenu. Javljaju se kao:
  - obradci za popravak (Op),
  - gubici kod proizvodnje (Ou) (usuk, propiljak i sl.) i
  neupotrebljivi obradci (On) : Gi = Op + Ou + On
  Gubitke materijala u procesu izrade izražavamo koeficijentom iskorištenja :

$$ki = \frac{Qu}{Qi}$$

  Qu – ukupna ili ulazna količina materijala ;
  Qi – iskorištena količina materijala.
  Točnost i finoća obrade strojeva i alata u direktnoj je vezi s gubicima materijala. Udio gubitaka može se eksperimentalno utvrditi pokusnim radom na sličnim strojevima.

- Produktivnost (P) Planirana produktivnost sustava dobiva se proračunom, te se izražava utroškom vremena na jedinicu proizvoda. Kod suvremene opreme izrazito se smanjuju pomoćna tehnološka i pripremno-završna vremena, što u odnosu na konvencionalnu opremu znatno utječe na porast produktivnosti.

Navedeni kriteriji mogu poslužiti za tehničko-tehnološko vrednovanje, odnosno izdvajanje jednakovrijednih tehnoloških rješenja koji će se nadalje ekonomski vrednovati, te će se na osnovu rezultata ekonomske analize donijeti konačna odluka o izboru. (Bogner 2012.)

4.3.1.1. Odabir tehnologije i strojeva

Kako je navedeno, zbog postizanja fleksibilnosti proizvodnje, za proizvodnju su odabrani strojevi na kojima se može vršiti više operacija. "Tehnološki park" sadrži moderne NC i CNC strojeve specijalizirane upravo za proizvodnju građevne stolarije. Zbog vrlo kompleksne obrade, konstrukcijskih svojstava i mehanizama uporabe finalnih proizvoda asortimana postavlja se zahtjev za unificiranje većeg broja operacija na jednom obradnom centru, u prvom redu zbog uštede vremena i prostora, jer ako bi se za potrebe proizvodnje proizvoda odabranog asortimana koristila konvencionalna i NC tehnologija (jedan stroj - jedna operacija), to bi zahtjevalo enormno velik prostor i jako puno strojeva. Upravo zbog toga su za proizvodnju asortimana proizvoda odabrani sljedeći strojevi, opisani redosljedom koji odgovara redosljedu operacija u tehnološkom procesu:

Skener CombiScan Evo C

Opremljen je Multi-Scan tehnologijom, laserskim mjerenjem geometrije, mjerenjem dimenzija i spreman je za rad u mreži. Novim još kompaktnijim oblicima uspjeli smo dodatno pojednostaviti upravljanje skenerom a da to nije utjecalo na jednostavnost održavanja. Dodatno se može u bilo koje vrijeme povoljno integrirati i rendgenski modul. Zaslon na dodir dodatno povećava komfor pri upravljanju, softver je u cijelosti nanovo razvijen a izgled prilagođen upravljaču iz serije DimterLine.
Uporaba skenera CombiScan Evo C omogućava smanjenje radnih troškova, stalnu kvalitetu, povećanu produktivnosti veću fleksibilnost jer se kriteriji razvrstavanja jednostavno i brzo mijenjaju.
Osnovne karakteristike stroja:

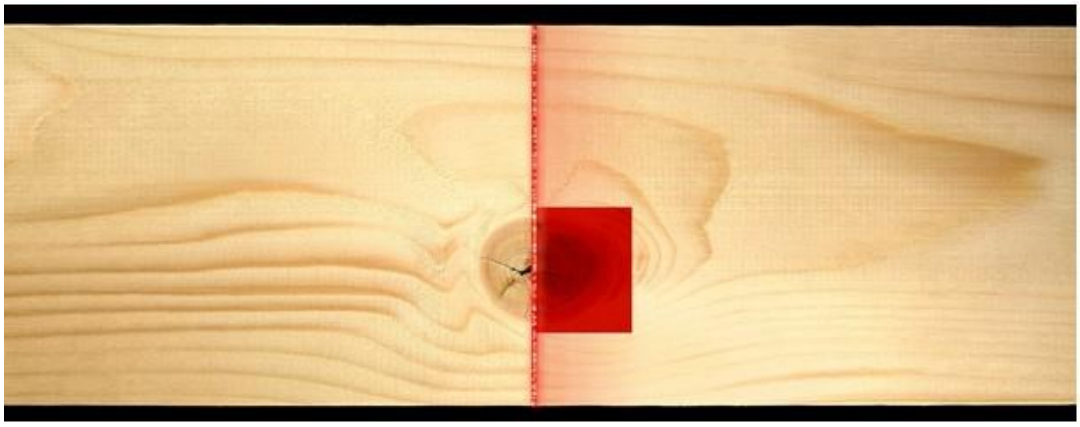
- čitanje površine s četiri laserske kamere, očitavanje se odvija na osnovi multi-scan-tehnologije (vizualno, traheidni-efekt i profilna geometrija);
- senzori koji se kao opcija mogu nadograditi (kamere u bojama, rendgenska tehnologija, mjerenje vlažnosti);
- potpuno otkrivanje grešaka: neokrajčeno drvo, kvrge, risovi, srčika, kanali od smole, plavo/crveno obojenje;
- prerada piljenica s padajućom širinom u jednoj narudžbi;
- provjerena, industrijska senzorska tehnologija;
- optimiranje raspiljivanja prema vrijednosti, iskorištenju, proizvodu;

- opsežna statistika u realnom vremenu;
- kompatibilan sa svim visokoučinkovitim optimizerima, višelisnim kružnim pilama i linijama za razvrstavanje;
- brz povrat investicije (Return-on-Investment).

Tehničke karakteristike stroja:

- Maks. brzina: 120 - 300 m / min;
- Do 80 grešaka / min;
- Maks. protok: 200 m / min;
- Radne dimenzije: - duljina: 900 - 6500 mm; širina: 25 - 310 mm; Debljina: 12 - 100 mm.

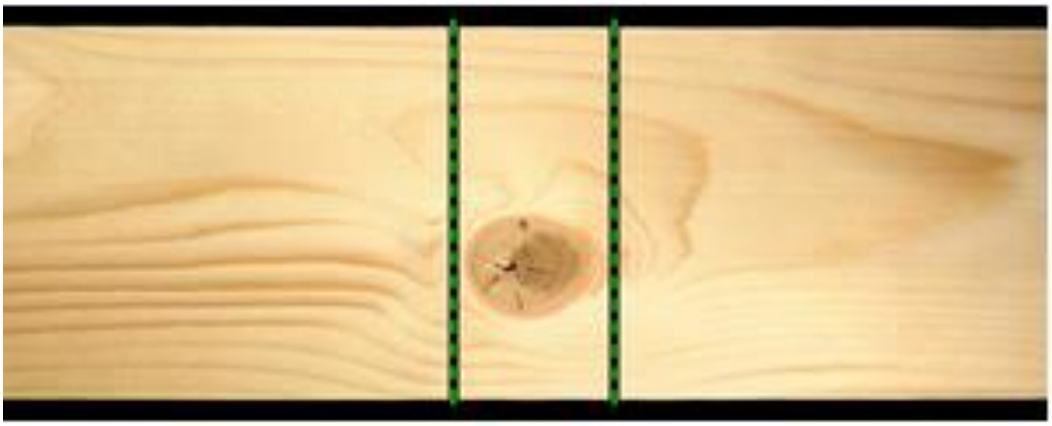
Skeniranje i optimiranje prikazano je na slikama 24., 25., i 26. (URL 30)



Slika 24. Korak 1 Weinigov se skener zasniva na različitim senzorima kao što su npr. laserske kamere, kamere u bojama, rendgenski senzor (URL 30)



Slika 25. Korak 2 Obrada slike – Prepoznaje i klasificira greške kao i varijacije boja u piljenici (URL 30)



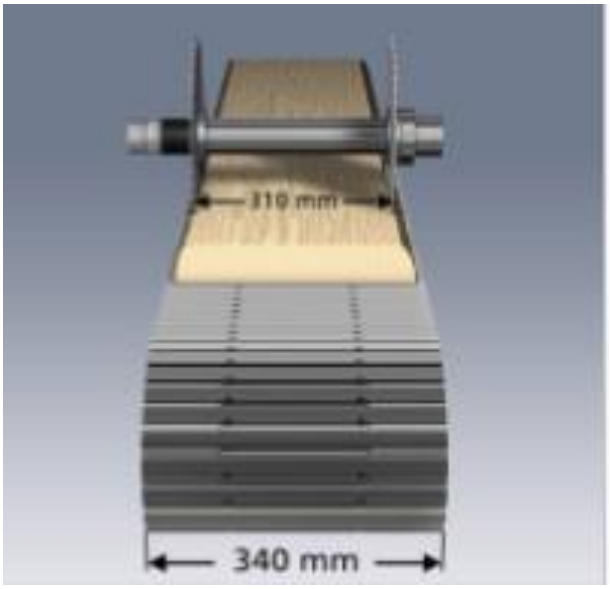
Slika 26. Korak 3: Učinkoviti softver Opticore upravlja optimiranjem te odabire najbolje moguće rješenje za duljinski razrez i pri tome uzima u obzir sve želje kupca i zahtjeve za kvalitetom (URL 30).

Višelisna kružna pila

- Max. širina rezanja 310 mm
- Širina lanca 340 mm
- Maks. širina izlaza 650 mm
- Maks. visina rezanja s prirubnicama Quickfix - 110 mmMin.
- Minimalna duljina elemenata 500 mm
- Maks.posmična brzina - 35m/min
- Snaga motora (opcija) (3) Kw
- Promjer oštrice pile min./max.300 mm / 350 mm
- Težina 1850 kg
- Dimenzije: duljina x širina x visina 1.75 x 1.75 x 1.50 m
- Radna visina 850 mm
- Promjer priključka za usisavanje prašine 250 mm
- Potrebni volumen usisavanja prašine 5300 m^3 / h
- Koeficijent iskorištenja tehnološkog vremena stroja - 92,5%



Slika 27. Kružna pila UniRip 310 (URL 28)



Slika 28. Maksimalna širina piljenja na kružnoj pili UniRip 310 (URL 28)

- Optimizer (Kružna pila za poprečno krojenje) (URL 10)

- Posmična przina - do 120 m/min;
- Povratni hod - do 300 m/min;
- Sustav pozicioniranja, piljenja i programske opreme;
- Transport, pozicioniranje, montaža i rezanje različitih materijala - OptiCut S 90 te korake izvodi detaljno i u potpunosti automatski, što označava visoku produktivnost i kvalitetu;
- Više snage - manje troškova. S optimizerom OptiCut S 90 možete povećati iskoristivost drva optimizacijom;
- Kamera prepoznaje greške u drvu, označene kredom te s time dostiže

najveću moguću iskoristivost reza s obzirom na dužine upisane u krojnoj listi.

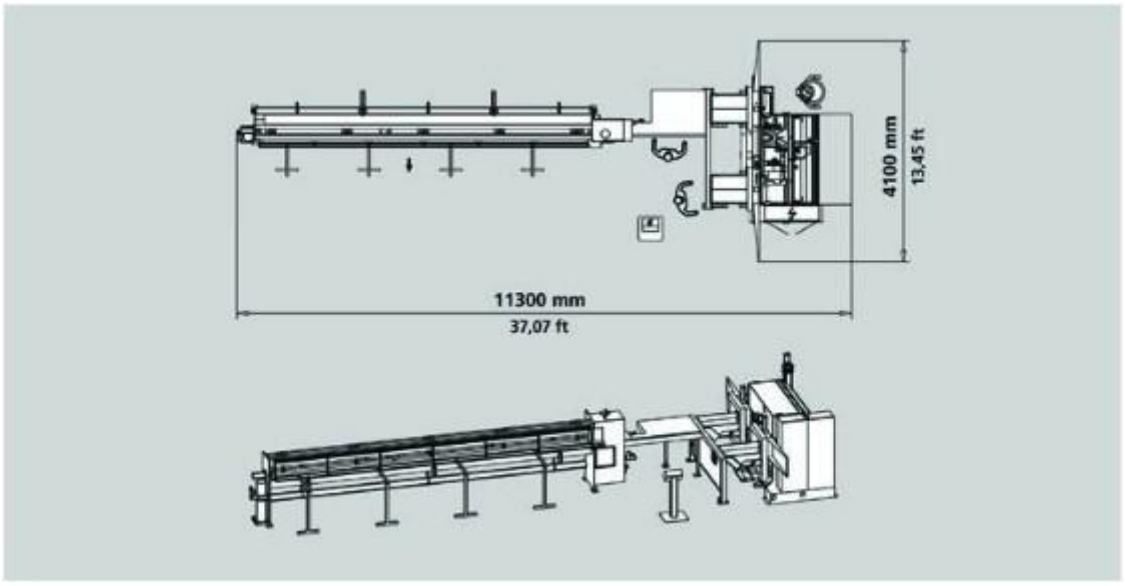
- **Stroj za dužinsko spajanje Weinig ProfiJoint (**URL 9)

Paketno rješenje koje se sastoji od:

- oblikovača, s automatskim nanošenjem ljepila;
- stanicom za prenošenje;
- prešom;
- glodalice; aksijalno podešavanje u rasponu od 1 - 100 mm (jedinice bodovanja kao opcija);
- rezača sa stolom za piljenje širine 500 mm na kojem se drvo može smjestiti u pakete za vodoravnu ili okomitu obradu (duljina zupca 4 - 15 mm);
- vreteno za piljenje, aksijalno podešavanje u rasponu od 1 - 100 mm;
- automatski hod vretena za gotov proizvod koji se ne podudara;
- automatska primjena PVAC ili PU ljepila;
- točno doziranje i jednostavno čišćenje sustavom Flankenjet. odvojeno od preše i prešane u potrebnim duljinama

Uređaj za spajanje elemenata ProfiJoint, ručni prijenosnik i jednokanalna preša Izlaz:

- na stroju za dužinsko spajanje ProfiJoint mogu se obrađivati element širine do 150 (170) mm, debljine do 50 (80) mm i dužine od 150 – 700 mm;
- veliki operativni kapacitet, do 200 komada / min (28 km / 8h smjena).



Slika 29. Stroj za izradu zubaca, dužinsko sastavljanje i prešanje elemenata Weinig ProfiJoint (URL 9)

Četverostrana blanjalica za lamele i debljinski sastavljenu konstrukciju okvirnica

Blanjalica Weinig Cube Plus omogućuje brzo i jednostavno ravno blanjanje sve do dimenzija 260 x 160 mm. Na zaslonu na dodir veličine 10" jednostavno upisujete željenu mjeru obratka i već možete blanjati! Vretena se pomiču pomoću motora, laseri prije nego što obradak uđe u stroj točno pokazuju krajnji proizvod.

Postolje stroja je izrađeno od specijalnog Durocem materijala koji stroju daje stabilnost (URL 11)

Radna visina min./ max. 8/160 mm

Radna širina min./ max. 20/260 mm

5 mm radna visina Neobvezna

15 mm radne širine Po izboru
6.000 o / min Standardno

Cube Plus - softverski standard

WEINIG EasyLock alati Standard

Spiralni rezači po izboru

Pokretno vreteno po izboru

Automatski slagač Opcionalno

Brzina pomicanja, frekvencijski kontrolirana 6 - 12 m / min

Ukupno priključeno opterećenje 18 kW Standardno

Ukupno priključeno opterećenje 28 kW Po izboru

Visokofrekventna (VF) preša za debljinsko i širinsko lijepljenje

Područje primjene radio frekvencija (RF) namijenjeno za ljepila za drvo temelje se na dielektričnom zagrijavanju izazvanom elektromagnetskim valovima, koji su u stanju zagrijati materijale koji su loši vodiči topline.

PVAc disperzije na bazi vode široko se koriste kao ljepila za drvo s toplinskim i dielektričnim sustavima grijanja.

Iako je potrebno mnogo kraće vrijeme prešanja, formirane konstrukcije moraju se kondicionirati da bi se postigla maksimalna čvrstoća spoja (Chiozza i sur. 2012).

VF preša odabrana za debljinsko sastavljanje okvirnica ima ugrađen uređaj za kondicioniranje koji se uklapa u liniju zajedno s nanosačem ljepila.

Pošto je broj sljubnica u svakoj konstrukciji okvirnice tri (u svakoj konstrukciji su četiri lamele), predviđen je obostran nanos na jednu te jednostran nanos na drugu lamelu. Pošto ovaj stroj ima mogućnost podešavanja načina nanosa predviđeno je vertikalno pomicanje donjeg valjka nanosača ljepila na način da nakon očitavanja barkoda na elementima senzor na uređaju za nanošenje prepozna namjenu te ovisno u skeniranom barkodu vertikalno pomiće donji valjak, te će to pomicanje određivati hoće li biti obostran ili jednostran nanos ljepila.

Osnovne karakteristike stroja (URL 27):

Duljina drva - 650 mm - 6200 mm

Širina lamele - 50 mm - 160 mm

Debljina lamele - 12 mm - 50 mm

Kapaciteti preše po smjeni s obzirom da duljinu i širinu obradka:

3100 x 650 mm - 5 - 20 m3

3100 x 1300 mm - 10 - 40 m3

4600 x 650 mm - 8 - 30 m3

4600 x 1300 mm - 16 - 60 m3

6200 x 650 mm - 10 - 40 m3

6200 x 1300 mm - 40 - 80 m3

Četverostrana blanjalica za završno blanjanje i izrezivanje letvice za fiksiranje stakla

Ovaj se stroj koristi za blanjanje na točnu dimenziju profila 92/78 da bi se u potpunosti odstranile moguće greške nakon prolaza kroz Weinig Cube Plus blanjalicu.

Na ovome stroju izrezuju se i profiliraju letvice za fiksiranje izo stakla, te je to još jedan od razloga za uvođenje dvije blanjalice u tehnološki proces.

Tablica 15. Tehničke karakteristike blanjalice Weinig Powermat 1500 (URL 7)

Radna visina	10 - 160 mm (opcija do 200 mm)
Radna širina	20 - 230 mm (opcija do 260 mm)
Posmična brzina	5 - 40 m / min
Frekvencija vrtnje	7000 o / min u standardnoj opremi, po želji 8000 ili

	12000 o / min
Maks. promjer alata	Horizontalni (osim jednog vretena): 225 mm Vertikalni: 200 mm

Stroj za NC piljenje letava Stegherr GLS (URL 12)

Stroj za NC piljenje letava GLS omogućava piljenje letava za prozore (letava za staklenje, okapnice ili ostale slične profile od drva, aluminija ili PVC-a, čak i pod kutom od +/- 45°. Pila GLS postoji i u specijalnoj izvedbi koja omogućava raspiljivanje kutova i do +/-81°.

Podešavanje kuta piljenja izvodi se pneumatski kod modela GLS u jednoj ravnini ili prema programu putem servo osovine a kod modela GLS-2 u dvije ravnine putem servo osovine.

Klizna potisna ruka (NC-Stop) precizno pozicionira obradak na programiranu poziciju. Pomoću poprečnog transportera stroj se može nadograditi i do potpuno automatiziranog centra. Upravljanje je jednostavno i omogućava rad bez problema a može biti povezano i u mrežu poduzeća.

NC pila Stegherr GLS može raspiljivati i posebne profile od PVC ili aluminija. (URL 12)

CNC centar za proizvodnju prozora Conturex

CNC centar Conturex predstavlja učinkovitost i fleksibilnost za drvoprerađivačke pogone. Njegove najvažnije mogućnosti u odnosu na druge strojeve, ujedno i prednosti su:

- kompletna obrada u jednom stezanju za maksimalnu preciznost;
- velika dostupnost;
- obrada bez ponovnog alata, čak i za najmanje serije;
- automatizacija omogućuje manje radne snage u proizvodnji;
- maksimalna fleksibilnost s spremištem alata s do 147 utora;
- moduli za povratnu energiju znače uštedu energije.

Na ulazu i izlazu moguće je imati različite stupnjeve automatiziranja. Conturex će se stoga povezati sa četverostranom blanjalicom Powermat za blanjanje lijepljenih elemenata s istovremenim izrezom te profiliranjem letvice za fiksiranje stakla.

Na Conturexu će se izrađivati i dvostruki čep i raskol za kutno - bočno sastavljanje okvira na horizontalnim okvirnicama.

Najvažnije tehnološke karaktistike stroja su (URL 8):

- radna širina min./max. 40 - 260 mm;
- radna debljina min./max. 25 - 150 mm;
- radna dužina min./maks. 175 - 3.500 mm (opcija: 175 - 4.500 mm);
- može se obrađivati svih šest stranica;
- oštrice dužine 290 mm;
- masa alata 12 kg;
- maksimalni promjer lista pile 340 mm;
- dubina proreza do 140 mm.

Karakteristike alatnih strojeva CNC centra Conturex:

- Glavno vreteno s 3 ili 4-osnom tehnologijom
  • 30 kW (S6);
  • neizravni pogon štiti motor u kritičnim situacijama;
  • sadrži držač alata s 30 utora.



Slika 30. Izrada dvostrukog čepa i raskola (URL 8)

- Univerzalno vreteno s 5-osnom tehnologijom (opcija):
  • 12,5 kW (S6);
  • 6 kg mase alata;
  • maks. duljina alata 220 mm;
  • sadrži držač alata s 17 utora.

- Vanjsko spremište alata (nije obavezno):
  • Vanjski spremnik alata ima 100 utora za alate.

- Mehanizacija unosa:
  • za pouzdanu proizvodnju bez radnika;
  • izborno dodatno polje međuspremnika (URL 8).

Korpus preša Bonacin Nina (URL 3)

- automatski ciklus prešanja s kontrolom preko PLC –a;

- 2x 1,5 kW EM za pomak horizontalne i vertikalne plohe, ukupno instalirano 3 kW,;
- PLC Siemens kontrola kočnica na EM pomaka ploha prešanja, svaki EM ima regulaciju momemta sile prešanja preko encodera (elektromehaničko) pritisna sila max 0 – 11,8 kN (1200 Kp);
- max.kapacitet prešanja 1250/2500 mm;
- min.kapacitet prešanja 200/200 mm;
- max širina prešanja 650 mm, za male i srednje proizvodne kapacitete, tajmer ciklusa prešanja;
- tihi rad preše;
- dimenzije stroja D/Š/V 3800/830/2240 mm;
- zaštitna mreža sa stražnje strane;
- masa 750 kg.

Cilindrična brusilica VIET S2 333

Cilindrična brusilica (URL 5) i brusni agregat:

- I D 190 mm - P80;
- II D240 mm - P120;
- III D 290 mm - P180;

Pneumatsko napinjanje traka, radna širina 1350 mm, radna visina 3-160 mm.

Automatski pozicioner stola na debljinu obratka, inverter za varijabilnu brzinu transportne trake, inverter za varijabilnu brzinu brušenja na II brusnoj jedinici, pneumatski ispuhivači brusnih traka s izlaznim linijskim kolektorom.

Brusilica sa usisnim otvorima 4 x 150 + 1 x 120 mm, kontrolni touch panel s digitalnim prikazom unosa, ampermetar na svakom brusnom agregatu, zaštitni prekidači krajnjih pozicija trake, pritisni valjci između brusnih cilindara, mikro prekidači na pristupnim bočnim vratima, kompenzacijsko mehaničko podešavanje pozicije valjka prema granulaciji brusne trake, automatsko podizanje i spuštanje radnog stola, ulazni-izlazni stol svaki s 4 valjka.

- dimenzija brusne trake 2620×1380 mm;
- pogonski elektromotori 2x15KS /11 kW + 1x 25KS /18 Kw;
- pogon trake 3KS /2,2 kW sa disk kočnicom hitnog zaustavljanja;
- masa stroja 3210 kg.

Stroj za četkanje RO 800

Tehnički podaci (URL 13):

- radna širina: 800 mm (1300 mm opcijsko);
- radna visina: 8-100 mm;
- frekvencija vrtnje četke: 380-1200 min^{-1};
- frekvencija vrtnje glave: 3-16 min^{-1};
- brzina ulaganja: 2-12 m/min;
- dužina četke: 300 mm;
- snaga motora četke: 3 kW;
- snaga motora glave: 0,75 kW;
- snaga motora transportne trake: 0,75 kW;
- masa stroja: 1600 kg;
- dimenzije stroja: 2250x1715x2000 mm.

Uređaj za okivanje prozorskih krila

Uređaj za okivanje prozorskih krila Federhenn tip 3002 opremljen je pneumatskim centriranjem krila na radnoj površini, automatskim mjerenjem duljine okova, štancom za narezivanje okova i automatskim izvijačem za zatezanje okova na krilo. Isti je opremljen dubinskim isključenjem gibanja izvijača tako da ne može doći do iskrivljenja okova.

Iznad montažnog centra dograđen je prostor s 33 ladice za skladištenje okova. Na montažnom se centru u roku od 3-5 minuta može pravilno odrezati i montirati okov. Na centar se kao dodatna oprema može dograditi uređaj za automatsko mjerenje dužine letava za staklenje. Ova dimenzija se on-line prenese u upravljač stroja za narezivanje letvica. (URL 16)

Transport materijala odvija se mehaničkim prenosilima, u industriji nazvanim transporterima. Transport u fleksibilnom sustavu ima veliku ulogu u održavanju tijeka procesa i ostvarivanju kapaciteta. Za potrebe ovog tehnološkog projekta predviđen je međuoperacijski transport uzdužnim i poprečnim transporterima (sredstva neprekidne dobave materijala) čija bi se kombinacija primjenjivala kod svih strojeva, te međufazni transport viličarima (sredstva prekidne dobave materijala).

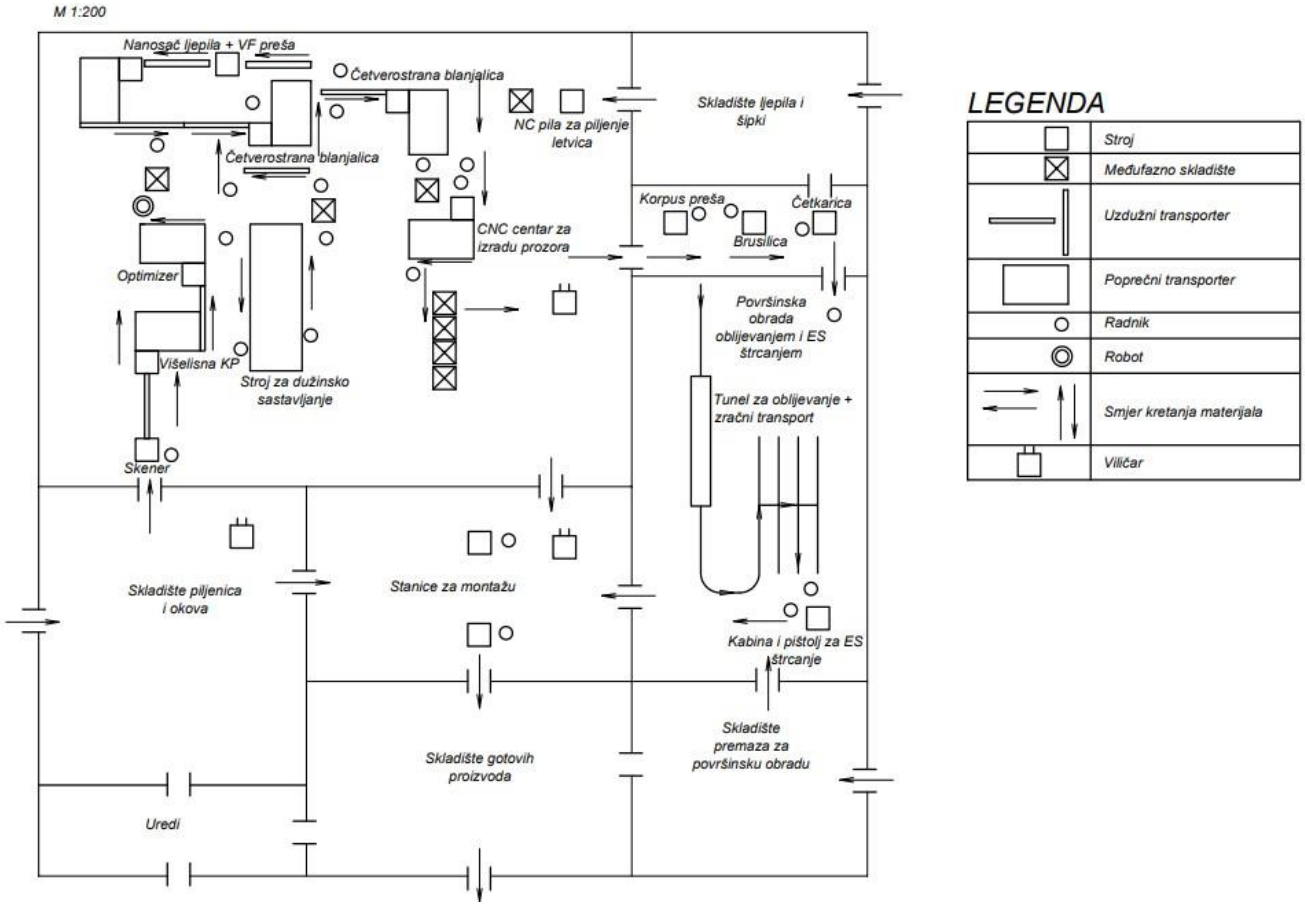
Uzdužnim transporterima materijal se dovodi do centra za obradu, vrši posmićno gibanje obradka prilikom obrade, te dovodi do poprečnog transportera.

Poprečni transporter služi za premještanje elemenata nakon mehaničke obrade do radnika čime završava operacija, počinje međufazno skladištenje, te priprema za novu operaciju.

Transport sirovine i poluproizvoda do sljedeće tehnološke faze te gotovih proizvoda vrši se viličarem.

Prilikom površinske obrade odvija se zračni transport okvira kroz tunel za oblijevanje.

4.3.2. Tlocrt pogona s rasporedom strojeva



Slika 31. Tlocrt pogona s rasporedom strojeva i opreme i kretanjem materijala u mjerilu 1:200

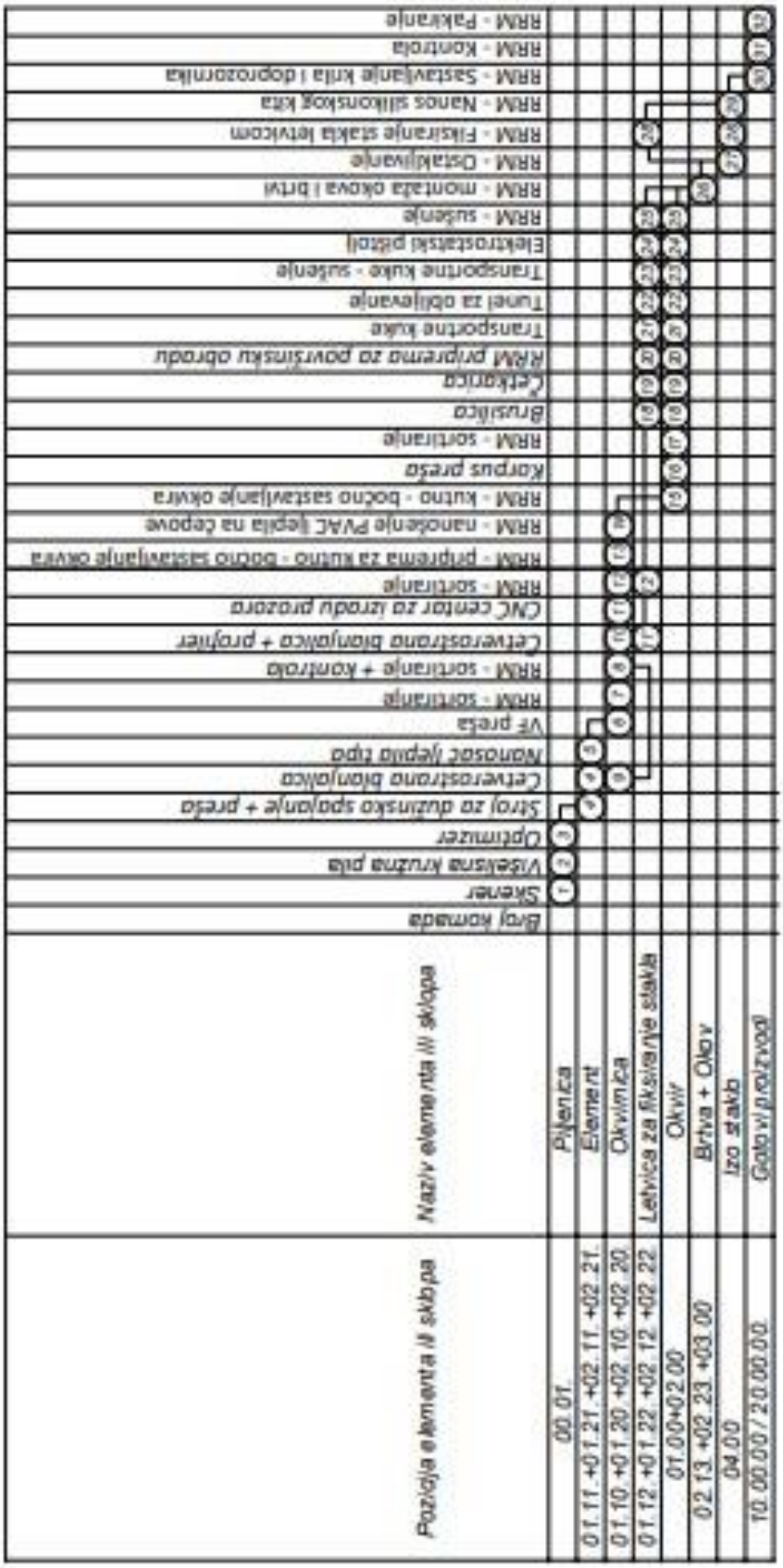
Prikazani tlocrt pogona definira razmještaj strojeva i opreme te kretanje materijala. Kao što se može vidjeti, pogon je podijeljen na prostor za preradu drva, prostor za površinsku obradu, prostor za montažu te skladišta osnovnog i pomoćnog materijala. Lijeva linija je mehanička obrada piljenjem, te se piljenice transformiraju u elemente procesom koji se naziva krojenje. Linija okomita na liniju za krojenje je linija za pripremu za lijepljenje (blanjanje). Desna linija predstavlja strojnu obradu okvirnica (završno blanjanje, profiliranje i izrada utora i rupa za okov). Na tu liniju u okomitom smjeru desno nastavlja se kutno - bočno sastavljanje okvira, te brušenje i četkanje istih. Naposlijetku, brušeni i četkani okviri se transportiraju viličarem u prostor za površinsku obradu. Nakon površinske obrade poluproizvodi se transportiraju viličarem u prostor za montažu, te se pomoćni materijal (okovi, brtve i okapnice) također transportiraju viličarem iz skladišta pomoćnog materijala. Nakon montaže i završne obrade, gotovi proizvodi se transportiraju viličarem u skladište gotovih proizvoda koji se po narudžbi kupaca otpremaju.

Tablica 16. Opis operacija

POZICIJA ELEMENTA	NAZIV ELEMENTA	OPIS OPERACIJA
00.01.	Piljenica	Prolazak kroz skener
00.01.	Piljenica	Uzdužno piljenje na višelisnoj kružnoj pili
01.11.+01.21.+02.11.+02.21.	Piljenica	Poprečno krojenje na optimizeru
01.11.+01.21.+02.11.+02.21.	Element	Izrada zubaca na stroju za dužinsko sastavljanje uz istovremeni nanos ljepila i dužinsko sastavljanje
01.11.+01.21.+02.11.+02.21.	Element	Blanjanje na četverostranoj blanjalici
01.11.+01.21.+02.11.+02.21.	Element	Nanos ljepila na plohe za debljinsko sastavljanje
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20	Okvirnice	Prešanje u VF preši za debljinsko sastavljanje
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20	Okvirnice	RRM - sortiranje
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20.	Okvirnice	RRM - sortiranje i kontrola grešaka blanjanja
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20.	Okvirnice	Blanjanje na četverostranoj blanjalici
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20. +02.12.+02.22.	Okvirnice+ letvice za fiksiranje stakla	Završno blanjanje na četverostranoj blanjalici + izrezivanje i profiliranje letvice za fiksiranje stakla

01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20.+02.12.+02.22.	Okvirnice	Izrada profila na glodalici + izrada dvostrukog čepa i raskola + Glodanje i bušenje utora, poluutora i rupa za okov
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20.	Okvirnice	RRM - sortiranje
01.10 + 01.20 + 02.10. + 02.20.	Okvirnice	RRM - priprema za kutno sastavljanje okvira
01.00 + 02.00.	Okvirnice	RRM - kutno bočno sastavljanje + nanos ljepila
01.00 + 02.00	Okviri	Prešanje okvira na korpus preši i sušenje ljepila
01.00 + 02.00	Okviri	RRM sortiranje
01.00. + 02.00	Okviri	Egaliziranje brusnim papirom P80 + Predbrušenje brusnim papirom P120 + Završno brušenje brusnim papirom P180
01.00. + 02.00.	Okviri	Četkanje P180 + P220
01.00 + 02.00	Okviri	RRM priprema za površinsku obradu
01.00 + 02.00	Okviri	Transportne kuke Vješanje okvira na transporter kroz tunel za

		oblijevanje
01.00 + 02.00	Okviri	Tunel za oblijevanje Nanos temeljnog sloja tankoslojne lazure
01.00 + 02.00	Okviri	Sušenje
01.00 + 02.00	Okviri	RRM Nanos završnog sloja laklazure
01.00 + 02.00	Okviri	Sušenje
01.00+02.00+01.22+02.23.+02.24.	Okviri	RRM Montaža okova i brtvi
02.00 + 03.00	Krila	RRM Ostakljivanje
02.00. + 03.00	Krila	RRM Fiksiranje stakla letvicom
02.00.00. + 03.00	Krila	RRM Nanos silikonskog kita
01.00.00. + 02.00.00.	Krila i doprozornici	RRM Sastavljanje ostakljenog krila i doprozornika/dovratnika
01.00.00. + 02.00.00.	Krila i doprozornici	RRM Kontrola
01.00.00. + 02.00.00.	Krila i doprozornici	RRM Pakiranje



Slika 32. Tehnološka karta

4.4. Proračun kapaciteta

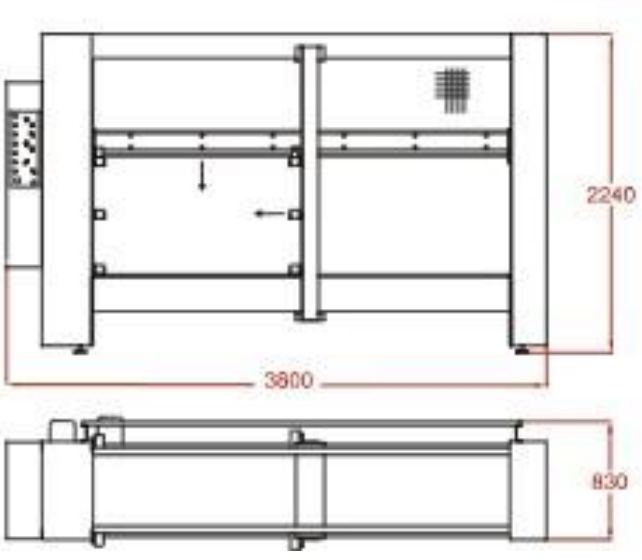
Tehnološki kapacitet se odnosi na operativnu sposobnost (kvantiteta i kvaliteta) stroja. Za određivanje tehnološkog kapaciteta bitni su brzina proizvodnje na stroju, uz mogućnost osiguravanja zadanih tolerancija proizvoda.

Pokazatelji proizvodnosti rada služe kao osnovica za određivanje potrebnog broja strojeva i uređaja za pojedino radno mjesto u projektiranom objektu. Zato je kod izbora strojeva i uređaja potrebno odrediti njihovu proizvodnost na onom radnom mjestu na kojem će dotični biti instalirani. Vrijeme je faktor koji jako utiče na proizvodnost rada i o kojemu naročito ovise troškovi proizvodnje.

Proizvodnost ili kapacitet stroja ili uređaja može se definirati sa mogućnošću proizvodnje određene količine proizvoda ili izvođenja određenog broja operacija u jedinici vremena. Određivanje vremena potrebnog za obradu može se osim snimanjem vremena ustanoviti i izračunavanjem vremena iz poznatih tehničkih karakteristika stroja, što je jedino i moguće prilikom projektiranja tehnoloških procesa. (Bogner 2012.)

Odabrana tehnologija omogućava postizanje visokih kapaciteta proizvodnje upravo zbog izražene fleksibilnosti. Fleksibilnost je najviše izražena na CNC centru za proizvodnju prozora. Velik broj alata, brzina radnih agregata i izmjene alata omogućavaju mu proizvodnju velike količine proizvoda u vrlo kratkom vremenu te je isplativ jedino kod velikih serija proizvoda.

Usko grlo proizvodnje u ovom tehnološkom projektu bila bi korpus preša za sastavljanje okvira zbog otvorenog vremena ljepila, jer za razliku od preše za debljinsko sastavljanje ne raspolaže VF tehnologijom koja omogućuje kraće otvoreno vrijeme. Iz tog razloga ljepilo otvrdnjava fizikalno difuzijom vode iz ljepila u drvo, čija brzina ovisi o klimi prostorije odnosno o relativnoj zračnoj vlažnosti i temperaturi zraka. Na slici je prikazan tlocrt i nacrt preše koji mogu poslužiti kao podloga za proračun kapaciteta.



Slika 33. Tlocrt i nacrt korpus preše (URL 3)

Kapacitet ovisi o maksimalnoj radnoj dužini, širini i visini koje iznose 2500x650x1250 mm. Radne dimenzije odgovaraju dimenzijama okvira koji se prešaju. Za proračun će se uzeti okviri doprozornika balkonskih vrata pošto zauzimaju najveći volumen u preši, te njihovo prešanje ostvaruje najveći kapacitet ovog stroja kojega su svojstva ljepila i nedostatak VF tehnologije odredili kao usko grlo proizvodnje.

Debljina doprozornika iznosi d = 92 mm, širina b = 780 mm (radna visina), i dužina 2060 mm. Radna širina iznosi hr = 650 mm, te se djeljenjem iste s debljinom doprozornika dobije količina okvira koja se može prešati u jednom ciklusu.

$$N = \frac{hr}{d} = \frac{650}{92} = 7{,}06 = 7 \text{ okvira u jednom ciklusu prešanja.}$$

Vrijeme prešanja (vrijeme punjenja i pražnjenja preše, vrijeme primicanja ploča preše i vrijeme otvrdnjavanja ljepila) iznosi u prosjeku 40 minuta.

Iskoristivost stroja iznosi 95%, a trajanje smjene 450 min.

Prema tome se kapacitet preše u jednoj smjeni može izračunati na sljedeći način:

$$Ns = \frac{N\ x\ ki\ x\ T}{to} = \frac{7\ x\ 0{,}95\ x\ 450}{40} = 74{,}81 = 74 \text{ okvira/smjeni.}$$

Iako su navedene sve dimenzije okvira doprozornika, za proračun je bila potrebna jedino debljina zbog slaganja okvira po radnoj širini korpus preše. Iz istoga se može zaključiti kako je proračun kapaciteta preše zajednički za sve okvirne konstrukcije. Sa kapacitetom izraženim u komadima nadalje možemo izračunati koliko se približno može proizvesti finalnih proizvoda tako da kapacitet preše u smjeni podjelimo s četiri (zbog broja okvira u proizvodu koji iznosi dva te broja proizvoda koji ima isti iznos), što će rezultirati: Nfp = 74 / 4 = 18,5 = 18 komada finalnih proizvoda / smjeni.

Prema proizvodu s najmanjim kapacitetom i proizvodnošću odabiru se ostali strojevi i oprema.

Proizvodnja bi se odvijala u jednoj smjeni, pošto su instalirani visoki kapaciteti proizvodnje, te je ovaj projekt eksperimentalnog tipa s ciljem određivanja optimalne serije proizvoda koja bi se proizvodila s ciljem uštede materijala i što manjih materijalnih gubitaka.

5. INVESTICIJSKI PROGRAM

Investicijski program uključuje obračun troškova proizvodnje i određivaje cijene koštanja finalnih proizvoda. U ovom projektu proračunati će se troškovi osnovnog i pomoćnog materijala, te trošak radnika i strojeva koji će biti glavni elementi cijene koštanja. Za formiranje prave cijene trebala bi se pribrojiti i amortizacija po vremenskom sustavu, te ostale kalkulacije i troškovi koji za eksperimentalne potrebe ovog projekta nisu potrebne.

5.1. Proračun utroška osnovnog i pomoćnog materijala

Utrošak materijala biti će izražen u različitim matematičkim i fizikalnim veličinama, što podrazumjeva i različite mjerne jedinice. Prozori sadrže materijale u svim fizikalnim agregatnim stanjima. Najveći je udio krutina (tekući materijal nakon sušenja također postaje krutina, ali se nanosi u tekućem stanju te će se voditi proračun utroška u tekućem stanju), dok se plinski materijal (plin argon) nalazi unutar izo stakla te ulazi u njegovu cijenu.

Proračun utroška drvnog materijala biti će obavljen na način da se proračuna volumen drvne građe s nadmjerama, odnosno dimenzije elemenata okvirnica s pripadajućim nadmjerama za svaki proizvod posebno i zbroji.

Proračun utroška izo stakla biti će obavljen na način da se izračuna površina koju zauzima staklo između okvirnica. Osnova za proračun nalazi se na pripadajućim nacrtima proizvoda, odnosno kao stranice stakla mogu se uzeti i dužine horizontalnih i vertikalnih letvica za fiksiranje stakla jer je površina koju one pokrivaju ekvivalentna površini koju pokriva izo staklo.

Proračun pomoćnog materijala biti će izračunat prema normativima utroška po jedinici površine, osim okova i silikonskog kita. Okov se naručuje po komadu, dok se potrebna količina silikonskog kita računa prema nacrtu s nadmjerama, što će detaljno biti objašnjeno u pripadajućem normativu utroška.

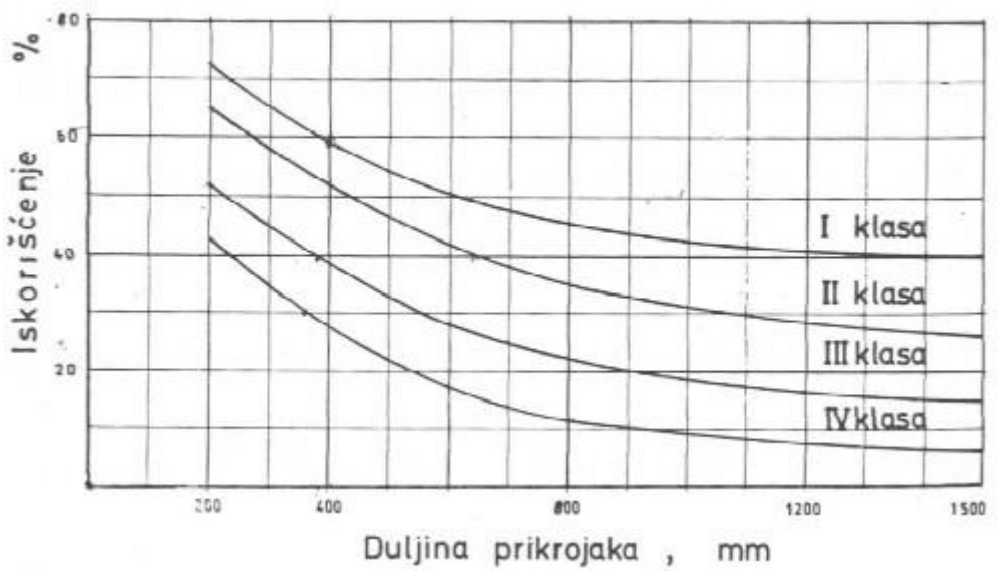
5.1.1. Normativi osnovnog materijala

Mjere elemenata dijele se na čiste i krojne mjere. Čiste mjere elemenata odgovaraju njihovim mjerama u sklopovima, dok se krojne mjere odnose na mjere koje imaju prije ulaska u tehnološki proces izrade sklopova. Po tome se može zaključiti da su krojne mjere većeg iznosa nego čiste.

Pribrojnik čistim mjerama naziva se nadmjera te se ona određuje na sljedeći način u pitanju ovog tehnološkog projekta:

- dužina elementa <1m - nadmjera na dužinu 20 mm, na širinu i debljinu po 2 mm;

- dužina elementa >1m - nadmjera na dužinu 30 mm, na širinu i debljinu po 5mm.



Slika 34. Iskorištenja s obzirom na dužinu elementa

(Bogner 2011.)

Tablica 17. Normativ osnovnog materijala prozora

OZNAKA: 10.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**ČISTE MJERE, mm**			**KROJNE MJERE, mm**			**KOLIČINA (m³)**	**ISKORIŠTENJE (%)**
				DUŽ.	**ŠIR**	**DEB**	**DEB.**	**ŠIR.**	**DEB.**		
10.01.10.	Horiznotalna okvirnica doprozornika gornja	J/S	1	780	78	92	-	-	-		
10.01.20.	Horizontalna okvirnica doprozornika donja	J/S	1	780	78	92	-	-	-		
10.01.11. + 10.01.21.	Element horizontalne okvirnice doprozornika gornje i donje	J/S	8	780	78	24	800	83	26	0,03002	46

10.01.30.	Vertikalna okvirnica doprozornka	J/S	2	1160	78	92	-	-	-		
10.01.21.	Element vertikalne okvirnice doprozornika	J/S	8	1160	78	24	1190	83	29	0,05589	41
10.02.10.	Horizontalna okvirnica prozorskog krila	J/S	2	706	78	92	746	78	92		
10.02.11.	Element horizontalne okvirnice prozorskog krila	J/S	8	706	78	24	726	83	26	0,02667	47
10.02.12.	Letvica za fiksiranje stakla gornja i donja	J/S	2	592	23	21	-	-	-		
10.02.20.	Vertikalna okvirnica prozorskog krila	J/S	2	1071	78	92					
10.02.21.	Element vertikalne okvirnice prozorskog krila	J/S	8	1071	78	24	1101	83	29	0,0505	42
10.02.22.	Letvica za fiksiranje stakla lijeva i desna	J/S	2	957	23	21	-	-	-		
Ukupno										0,1631	

Tablica 18. Normativ osnovnog materijala balkonskih vrata

OZNAKA:	NAZIV	MAT	KOL	ČISTE MJERE,	KROJNE MJERE, mm	KOLIČINA	ISKORIŠTENJE

20.00.	**ELEMENTA ILI SKLOPA** **Drvena jednokrilna otklopno zaokretna balkonska vrata**	**.**	**.**	**mm**						**(m³)**	**(%)**
				DUŽ.	**ŠIR**	**DEB**	**DEB.**	**ŠIR.**	**DEB.**		
20.01.10.	Horiznotalna okvirnica dovratnika gornja	J/S	1	780	78	92	-	-	-		
20.01.20.	Horiznotalna okvirnica dovratnika donja	J/S	1	780	78	92	-	-	-		
20.01.11. + 20.01.21.	Element horizontalne okvirnice dovratnika gornje i donje	J/S	8	780	78	24	800	83	26	0,03002	46
20.01.30.	Vertikalna okvirnica dovratnika	J/S	2	2100	78	92	-	-	-		
20.01.21.	Element vertikalne okvirnice dovratnika	J/S	8	2060	78	24	2090	83	29	0,09917	40
20.02.10.	Horizontalna okvirnica vratnog krila	J/S	2	726	78	92	746	78	92		
20.02.11.	Element horizontalne okvirnice vratnog krila	J/S	8	706	78	24	726	83	26	0,02667	47
20.02.12.	Letvica za fiksiranje stakla gornja i donja	J/S	2	612	23	21	-	-	-		
20.02.20.	Vertikalna	J/S	2	2026	78	92					

	okvirnica vratnog krila										
20.02.21.	Element vertiklane okvirnice vratnog krila	J/S	8	2026	78	24	1971	83	29	0,09488	40
20.02.22.	Letvica za fiksiranje stakla lijeva i desna	J/S	2	978	23	21	-	-	-		
Ukupno										0,2507	

5.1.2. Normativi pomoćnog materijala

Pod pomoćni materijal ubrajaju se ljepilo, brusni papir, premazi, okov, brtve i okapnice.

Za potrebe količine pomoćnog materijala za sastavljanje konstrukcije i površinsku obradu potrebno je izračunati površine stranica elemenata i sklopova koje se lijepe, bruse i lakiraju.

Lijepe se lamele, tj poprečno i uzdužno iskrojene piljenice u elemente. Kako svaka okvirnica sadrži četiri lamele, na unutrašnje se lamele nanosi ljepilo, te je zbog toga potrebno izračunati površinu sljubnica.

Prozori se površinski obrađuju brusnim papirom i četkama na pripadajućim strojevima. Površinski se obrađuju kutno sastavljeni okviri, te je zbog toga potrebno izračunati površine vidljivih stranica proizvoda.

Okov se nabavlja od kooperanata, te se ravnajući po dimenzijama okvira i dužinama preklopa odabire odgovarajući okov, te nije potreban proračun za njegovu montažu u proizvod.

Brtve se i okapnice se naručuju u kolutovima, odnosno u šipkama koji su određene dužine. Brtve su srolane u kolutove te se naručuju srolane u dužini od 100m, a okapnice u šipkama dužine 6m.

U nastavku slijedi proračun pomoćnog materijala.

5.1.2.1. Normativ ljepila

U odabranom proizvodnom programu ljepilo se nanosi u tri slučaja:

- 1. Nanos ljepila na zupce tipa A - stroj za dužinsko sastavljanje nanosi ljepilo uz istovremenu izradu zubaca;

- 2. Nanos ljepila valjcima na dvije unutarnje lamele okvirnica;
- 3. Nanos ljepila kistom na dvostruki čep kod okvirnica.

Za potrebe proračuna utroška materijala uzima se ljepilo naneseno na površine sljubnica prilikom debljinskog sastavljanja konstrukcije okvirnica.

Odabrani nanos ljepila je 180 g/m^2.

Tablica 19. Utrošak ljepila za sastavljanje prozora

OZNAKA: 10.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**ČISTE MJERE, mm**			**Površina sljubnica (m²)**	**Nanos ljepila (g/m²)**	**Utrošak ljepila (kg)**
				DUŽ.	**ŠIR**	**DEB**			
10.01.11. + 10.10.21.	Element horizontalne okvirnice doprozornika gornje i donje	J/S	6	780	78	24	0,365	180	0,0657
10.01.31.	Element vertikalne okvirnice doprozornika	J/S	6	1160	78	24	0,5429	180	0,3909
10.02.11.	Element horizontalne okvirnice prozorskog krila	J/S	6	706	78	24	0,3304	180	0,2379
10.02.21.	Element vertikalne okvirnice prozorskog krila	J/S	6	1071	78	24	0,5012	180	0,3609
UKUPNO							1,7395	180	0,3313

Tablica 20. Utrošak ljepila za debljinsko sastavljanje okvirnica balkonskih vrata

OZNAKA: 20.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**ČISTE MJERE, mm**			**Površina sljubnica (m²)**	**Nanos ljepila (g/m²)**	**Utrošak ljepila (kg)**
				DUŽ.	**ŠIR**	**DEB**			

20.01.11. + 20.01.21.	Element horizontalne okvirnice dovratnika gornje i donje	J/S	6	780	78	24	0,365	180	0,0657
20.01.31.	Element vertikalne okvirnice dovratnika	J/S	6	2060	78	24	0,9641	180	0,1735
20.02.11.	Element horizontalne okvirnice vratnog krila	J/S	6	706	78	24	0,3304	180	0,05947
20.02.21.	Element vertiklane okvirnice vratnog krila	J/S	6	1971	78	24	0,9224	180	0,166
UKUPNO							2,5819	180	0,4647

Tablica 21. Brušene površine prozora i doprozornika

OZNAKA: 10.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**BRUŠENE DIMENZIJE (mm)**		**BRUŠENA POVRŠINA (m²)**
				DUŽ.	**ŠIR**	
10.01.10 + 10.01.20.	Horizontalna okvirnica doprozornika gornja i donja	J/S	2	780	78	0,1217
10.01.30.	Vertikalna okvirnica doprozornika	J/S	2	1160	78	0,181
10.02.10.	Horizontzalna okvirnica krila	J/S	2	706	78	0,1101
10.02.20.	Vertikalna okvirnica krila	J/S	2	1071	78	0,1671
UKUPNO						0,5796

Površinska obrada okvira započinje egaliziranjem brusnim papirom granulacije P80, zatim međubrušenje papirom granulacije P120, zatim slijedi završno brušenje granulacijom P180, te naposljetku četkanjem na četkarici.

Tablica 22. Utrošak brusnog papira za brušenje okvira prozora i doprozornika

Granulacija	Normativ utroška (m²)	Površina (m²)	Potrebna količina papira (m²)
P80	0,0025	0,5796	0,001449
P120	0,0015	0,5796	0,0008694
P180	0,0012	0,5796	0,0005796

Tablica 23. Brušene površine prozora i doprozornika

OZNAKA: 20.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**BRUŠENE DIMENZIJE (mm)**		**BRUŠENA POVRŠINA (m²)**
				DUŽ.	**ŠIR**	
20.01.11.	Horizontalna okvirnica dovratnika	J/S	2	780	78	0.1217
20.01.21.	Vertikalna okvirnica dovratnika	J/S	2	2060	78	0,3214
20.02.11.	Horizontzalna okvirnica krila	J/S	2	706	78	0.1101
20.02.21.	Vertikalna okvirnica krila	J/S	2	1971	78	0,3075
UKUPNO						0,8607

Tablica 24. Utrošak brusnog papira za brušenje balkonskih vrata i dovratnika

Granulacija	Normativ utroška (m²)	Površina (m²)	Potrebna količina papira (m²)
P80	0,0025	0,8607	0,002152
P120	0,0015	0,8607	0,001291
P180	0,0012	0,8607	0,001033

5.1.2.3 Premazi za površinsku obradu

Za potrebnu količinu premaza uzimaju se iste površine kao i za brušenje. Pošto je

nanos premaza univerzalan za sve proizvode koji čine asortiman, isto tako će se i proračunati potrebna količina premaznog materijala. Nanos temeljnog sloja iznosi 80 g/m2, a nanos završnog sloja iznosi 50 g/m2

Tablica 25. Utrošak tankoslojne lazure za površinsku obradu

OZNAKA:	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**LAKIRANA POVRŠINA (m^2)**	**NANOS LAKA (g/m^2)**	**Utrošak laka (g)**	**Utrošak laka (ml)**
10.00.00.	Prozor	J/S	1	0,5796	80	46,368	39,413
20.00.00.	Balkonska vrata	J/S	1	0,8607	80	68,856	58,528
UKUPNO				1,4403	80	115,224	97,94

Tablica 26. Utrošak debeloslojne lazure za površinsku obradu

OZNAKA:	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**LAKIRANA POVRŠINA (m^2)**	**NANOS LAKA (g/m^2)**	**Utrošak laka (g)**	**Utrošak laka (ml)**
10.00.00.	Prozor	J/S	1	0,5796	50	46,368	39,413
20.00.00.	Balkonska vrata	J/S	1	0,8607	50	68,856	58,528
UKUPNO				1,4403	80	115,224	97,94

Tablica 27. Normativ brtvi

OZNAKA:	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**Ukupna dužina brtve (m)**	**Dužina koluta (m)**	**Potreban broj kolutova**
10.02.13. +	Brtva	PVC	4	7,108	100	

10.02.23.						
20.02.13. + 20.02.23.	Brtva	PVC	4	5,354	100	
UKUPNO				12,462	100	1

Tablica 28. Normativ alu profila

OZNAKA:	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**Opseg (ukupna dužina brtve) (m)**	**Dužina šipke (m)**	**Potreban broj šipki**
10.01.12.	Prozorska okapnica	Al	1	0,592	6	
20.01.12.	Vratna okapnica	Al	1	0,592	6	
UKUPNO				1,184	6	1

Silionski kit nanosi se u utor između stakla i rubova profila krilnog okvira. Analizom nacrta proizvoda uzete su približne dimenzije poprečnog presjeka planiranog nanosa sloja kita, koje su zaokružene na višu vrijednost, pa se to može nazvati i svojevrsnom nadmjerom. Nadmjera je potrebna prilikom formiranja približnig dimenzija nanesenog sloja, isto kao i kod konačnog zaokruživanja proračunatog volumena zbog mogućnosti istjecanja određenog volumena prilikom montaže pakiranja na aplikator (pištolj). Približne dimenzije poprečnog presjeka planiranog nanosa kita iznose 4/7 mm, te dužina nanosa odgovara dužinama letvica za fiksiranje stakla koje pak variraju ovisno o proizvodu, točnije različitim visinama proizvoda. Normativ silikonskog kita tako će se obračunati na sljedeći način:

Tablica 29. Normativ silikonskog kita

OZNAKA: 20.00.	**NAZIV ELEMENTA ILI SKLOPA**	**MAT.**	**KOL.**	**ČISTE MJERE, mm**			**Volumen kita (cm^3) ; (ml)**	**Sadržaj pakiranja (ml)**	**Utrošak kita (ml)**
				DUŽ.	**ŠIR**	**DEB**			

10.01.11.	Horizontalni prozorski kit	Ac	6	592	7	4	99,46	300	100
10.00.00.	Vertikalni prozorski kit	Ac	6	957	7	4	160,78	300	170
20.00.00.	Horizontalni vratni kit	Ac	6	592	7	4	99,46	300	100
20.00.00.	Vertikalni vratni kit	Ac	6	1857	7	4	311,98	300	320
UKUPNO		Ac							690

5.2. Proračun troškova

Za proračun troškova preuzete su cijene pronađene na internet stranicama prodavaonica, te se obračunavaju troškovi materijala za jedan proizvod, te se na osnovu troškova pojedinog komada proizvodnog asortimana mogu izračunati troškovi za seriju od n komada. Analizom obračuna proizvodnje utvrditi će se u kojoj je seriji najoptimalnije proizvoditi uzevši u obzir i kapacitete tehnologije. Sa cijena je skinut PDV zbog toga što se materijal naručuje preko tvrtke.

5.2.1. Troškovnik materijala

U tablici se nalazi utrošak materijala te cijena po jedinici volumena / površine. Troškovnik osnovnog i pomoćnog materijala objedinjen je iz više razloga, a glavni razlog je lakši pregled troškova i podloga za dimenzioniranje kapaciteta, odnosno utvrđivanje serije u kojoj će se asortiman proizvoditi s ciljem većeg iskorištenja materijala i minimalnim materijalnim gubicima. Od nabavne se cijene odbija 25% PDV-a, što je za izračun cijene koštanja važno saznati koliko iznosi trošak po jedinici proizvoda.

Troškovnik okova za potrebe proračuna troškova prvotno će se odvojiti od troškovnika ostalog materijala iz razloga što se okov uzima pojedinačno s pripadajućim konstruktivnim elementima (vijcima), te se sastoji od više djelova. Nakon ukupnog izračuna pribrojiti će se ostalom materijalu.

Tablica 30. Troškovnik okova potrebnog za jedan prozor / vrata

Pozicija	**Naziv artikla**	**Cijena (kn)**

3	OZ pogonski mehanizam	73,30
4	Kutni prijenos	17,30
5	Srednji zatvarač ix i.S	19,20
6c	Škare	41,75
8	Ležaj škara	53,00
9	Kutni ležaj	23,10
Ukupno		227,65 - (227,65 x 0,25) = 170,74 kn

Tablica 31. Troškovnik materijala potrebnog za jedan prozor

OZNAKA	**Naziv artikla**	**Nabavna veličina i vrijednost (V/A/l) [m³/m²/m/ml]**	**Količina (komada)**	**Cijena po nabavnoj veličini**	**Nabavna cijena (kn)**
10.01.00.	Doprozornik	V = 0,08591 m³	1	990 kn/m³	85,05
10.01.12.	Okapnica + krilni profil	l = 0,592 m	2	93 kn/1m	110,11
10.02.00.	Prozorsko krilo	V = 0,07717m³	1	990 Kn/1m³	76,4
10.02.13. + 10.02.23.	Brtva	O = 3,552m	1	465 kn/100m	16,52
10.03.00.	Okov	-	9	-	170,74
10.04.00.	Izo staklo	A = 0,5665 m²	1	101,25 kn/m²	57,36
P80	Brusni papir	A = 0,001449 m²	1	15 kn/m²	0,02

P120	Brusni papir	0,0008694 m²	1	18 kn/m²	0,01
P180	Brusni papir	0,0005796 m²	1	21 kn/m²	0,01
LJ	Ljepilo	m = 0,3313 kg	30 kg	25 kn/kg	8,28
TL	Tankoslojna lazura	V = 39,413 ml	5 l	43,50 kn/0,75 l	1,71
LL	Debeloslojna lazura	V = 26,08 ml	2,5 l	225,90 kn	2,36
SK	Silikonski kit	V = 270 ml	300 ml	41,18 kn	37,06
AP	Aplikator (pištolj)		1	28,90	28,90
Ukupno					582,75

Tablica 32. Troškovnik materijala potrebnog za jedna balkonska vrata

OZNAKA	**Naziv artikla**	**Nabavna veličina i vrijednost (V/A/l)**	**Količina (komada)**	**Cijena po nabavnoj veličini**	**Nabavna cijena (kn)**
20.01.00.	Dovratnik	V = 0,1292 m³	1	990 kn/m³	127,91
20.01.12.	Okapnica + krilni profil	l = 0,592 m	2	93 kn/1m	110,11
20.02.00.	Vratno krilo	V = 0,1232 m³	1	990 Kn/1m³	121,97
20.02.13. + 20.02.23.	Brtva	O = 10,708 m	1	465 kn/100m	49,79

20.03.00.	Okov	-	9	-	170,74
20.04.00.	Izo staklo	A = 1,0993m²	1	101,25 kn/m²	111,3
P80	Brusni papir	A = 0,002152 m²	1	15,00 kn/m²	0,03
P120	Brusni papir	A = 0,001291 m²	1	18 kn/m²	0,02
P180	Brusni papir	A = 0,001033 m²	1	21 kn/m²	0,02
LJ	Ljepilo	m = 0,4647 kg	30 kg	25 kn/kg	11,62
TL	Tankoslojna lazura	V = 58,528 ml	5 l	43,50 kn/0,75 l	3,39
LL	Debeloslojna lazura	V = 38,73 ml	2,5 l	225,90 kn	3,49
SK	Silikonski kit	V = 420 ml	300 ml	41,18 kn	57,65
AP	Aplikator (pištolj)		1	28,90	28,90
UKUPNO					696,94

5.3. Cijena koštanja finalnih proizvoda

Cijena koštanja finalnih proizvoda određena je na način da se zbrojala nabavna cijena svog potrebnog materijala za izradu pojedinog proizvoda koji sačinjava asortiman proizvoda, uz pribrojenu ukupnu cijenu radnih sati (ukupan broj sati radnika x 100 kn + ukupan broj sati rada stroja x 200 kn).

Proračunata cijena materijala kod prozora je 582,75 kn, a kod balkonskih vrata 696,94 kn.

Prema podacima iz vježbi iz Organizacije proizvodnje, efektivno radno vrijeme raednika dobija se tako da se odbije 35% od ukupnog vremena jedne smjene zbog

čekanja, odlaska na WC, razgovora i sličnih gubitaka.

Isto toliko odbilo se i od vremena rada stroja.

Prema navedenome cijena koštanja biti će izračunata na sljedeći način:

- prozori - Ck = Cm + Crr + Crs = 582,75 + (7,5 - (7,5 x 0,65) x 100) + (7,5 - (7,5 x 0,65) x 200) = 1370,25 kn
- balkonska vrata - Ck = Cm + Crr + Crs = 696,94 + (7,5 - (7,5 x 0,65) x 100) + (7,5 + (7,5 x 0,65) x 200) = 1484,44 kn

Nabavna cijena dobije se na način da se cijena koštanja uveća za 25% (marža).

Izračunata cijena koštanja dosta je visoka s obziro da se radi o relativno malom volumenu materijala. Kombinacija drvo i aluminij idealno su rješenje, ali je glavni nedostatak relativno visoka cijena materijala.

6. ZAKLJUČCI

Projektiranje proizvodnih pogona zahtjevan je i nimalo jednostavan posao. Prilikom izvođenja projekta potreban je odgovarajući tim stručnjaka koji pokrivaju znanjem različita područja. To podrazumjeva različite stručne osposobljenosti radnika i stupnjeve stručne spreme.

Proizvodnja drvene građevne stolarije za ostvarivanje visokih kapaciteta kakvi su predviđeni u ovom tehnološkom projektu zahtjeva najsuvremeniju tehnologiju i visoki stupanj obrazovanja stručnog osoblja. Nadalje, zahtjeva i određenu količinu osnovnog i pomoćnog materijala koji je potreban za određenu seriju proizvoda, a u prvom redu potražnju za finalnim proizvodima od strane kupaca. Određena je i cijena koštanja finalnih proizvoda, donešena na temelju nabavne cijene materijala te cijene sata radnika i strojeva, te je to samo dio cijene jer u nju nije uračunata ni amortizacija, ni fiksni troškovi te ostali troškovi proizvodnje. Cijena koja je određena na temelju dostupnih parametara prilično je visoka s obzirom da je za proizvodnju odabrana vrlo fleksibilna tehnologija koja zahtjeva visoku specijalizaciju i obrazovani kadar, a u prvom redu i prilično skupi materijal. Najbolji primjer je usporedba nabavne cijene drvnog i metalnog materijala. Odnos volumena drvne građe i aluminijskih okapnica potrebnih za proizvodni program ide u korist drva za cca. 40 puta, a nabavna cijena aluminija je kod prozora (neznatno) veća od nabavne cijene drva. Kod balkonskih vrata drvena je građa tek neznatno skuplja u odnosu na aluminij zbog većih dimenzija kao i potrebe materijala nego kod prozora.

Iz tlocrta pogona može se zaključiti kako je tehnologija raspoređena na način da se u što kraćem vremenu ostvari transport materijala od jednog do drugog radnog mjesta pošto se radi o strojevima s povećanom fleksibilnošću te su predviđeni za ostvarivanje velikih kapaciteta. Strojevi s mogučnostima kojima raspolažu omogućuju izradu više elemenata odjednom (višelisna kružna pila i četverostrana blanjalica s izrezivanjem letvice za fiksiranje stakla), brzu obradu u odnosu na konvencionalne tehnologije (optimizer iza kojega je zbog vrlo visokog kapaciteta postavljen robot, stroj za dužinsko sastavljanje lamela i VF preša), te obavljanja više operacija na jednom radnom mjestu (CNC centar za izradu prozora i stanica za okivanje). Usko grlo u proizvodnji je okvirna (korpus) preša. Uzevši u obzir navedeno moguća je serijska proizvodnja asortimana, no za njenu isplativost potrebno je analizirati tržište i raspoloženje kupaca pošto se radi o vrlo osjetljivom proizvodu s tog aspekta.

Na kraju, može se zaključiti da ovaj tehnološki projekt može poslužiti kao podloga za daljnji napredak u primjeni fleksibilnih proizvodnih sustava u drvnoj industriji, kao i razvoj novih ideja u formiranju proizvoda i inovacija koji će svojim konstrukcijskim svojstvima konkurirati na tržištu i u prvom redu ispuniti funkcijske zahtjeve za tražene potrebe.

7. LITERATURA

1. Bogner, A. 2011.: Tehnologija finalne obrade drva - Skripta (Interna skripta za studente). Šumarski fakultet Zagreb
2. Bogner, A. 2012.: Projektiranje drvnoindustrijskih pogona - Skripta (Interna skripta za studente)
3. Chiozza, F.; Toniolo, F.; Pizzo, B. 2012.: Effects of Radio Frequency and Heat on Wood Bonding with a Poly(vinyl acetate) Dispersion Adhesive. Journal of applied polymer science. *129(3), 1157–1169*
4. Delić, B. 2010.: Normativne odrednice prozora i balkonskih vrata. Diplomski rad. Šumarski fakultet Zagreb
5. Dijanošić, I. 2017.: Metode ispitivanja svojstava prozora. Završni rad. Šumarski fakultet Zagreb
6. Goglia, V. 1994.: Strojevi i alati u obradi drva. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Šumarski fakultet Zagreb
7. Horvat, Z. 1997.: Prozori na burgovima XIII - XV. st. u kontinentalnoj Hrvatskoj. Ministarstvo kulture. Uprava za zaštitu kulturne i prirodne baštine - Konzervatorski odjel u Zagrebu. 5. 43 - 60.
8. Jug, I. 2009.: Detalji konstrukcijske zaštite drvenih prozora. Završni rad. Šumarski fakultet Zagreb
9. Lisak, M. 2013.: Novi konstrukcijski oblici prozora. Završni rad. Šumarski fakultet Zagreb
10. Tkalec, S., Prekrat, S. 2000.: Konstrukcije proizvoda od drva 1 - Osnove drvnih konstrukcija. Udžbenici sveučilišta u Zagrebu. Šumarski fakultet Zagreb.
11. Turkulin, H.; Živković, V.; Jambrošić, T. 2005.: Izbor materijala za izradu prozora. Šumarski fakultet Zagreb
12. Vidoni, N. 2010.: Detalji konstrukcije drvenih prozora s aspekta funkcije i izrade. Završni rad. Šumarski fakultet Zagreb

Popis URL adresa:

1. URL 1 (https://www.bauhaus.hr/alpha-tools-pistolj-za-silikone.html)
2. URL 2 (https://www.bauhaus.hr/ceresit-cs-23-staklarski-silikon-300-ml-prozirni.html)
3. URL 3 (http://www.bonacin.it/ninaE.html)
4. URL 4 (https://www.helios-hrvatska.hr/helios-hrvatska/)
5. URL 5 (https://hudek-zagreb.hr/proizvod/cilindricna-brusilica-viet-s2-333/)
6. URL 6 (https://intercet.si/hr/produkt/centar-za-okivanje-prozorskih-krila-federhenn-tip-3002)
7. URL 7 (https://intercet.si/hr/produkt/cetverostrana-blanjalica-Weinig-Powermat-1500)

8. URL 8 (https://intercet.si/hr/produkt/cnc-centri-za-izradu-prozora-weinig-conturex)
9. URL 9 (https://intercet.si/hr/produkt/linije-za-duzinsko-spajanje-kratkih-elemenata-weinig-profijoint)
10. URL 10 (https://intercet.si/hr/produkt/optimizeri-s-potisnom-rukom-weinig-opticut-s90)
11. URL 11 (https://intercet.si/hr/produkt/stroj-za-blanjanje-Weinig-cube-Plus)
12. URL 12 (https://intercet.si/hr/produkt/stroj-za-nc-piljenje-letava-stegherr-gl)
13. URL 13 (https://intercet.si/hr/produkt/stroji-za-scetkanje-elementov-pohistva-in-vrat)
14. URL 14 (https://www.mmm-vukelic.hr/drvo/jela-smreka)
15. URL 15 (http://www.pvc-stolarija.hr/clanci/kako-su-prozori-i-kuce-izgledali-u-proslosti-kroz-vrijeme/)
16. URL 16 (tricoat/102214462?query=Kutni+prijenos)
17. URL 17 (https://webshop.schachermayer.com/cat/de-AT/product/maco-skb-z-aufsatzgetriebe-set-gr-6-dm-0-ffh-1901-2100-mm-2is/102225144)
18. URL 18(https://webshop.schachermayer.com/blk/catalogs/8820_BMG_2016_WEB/blaetterkatalog/blaetterkatalog/pdf/complete.pdf)
19. URL 19 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/brtva-za-utor-krila-acf-5005-h-plastika-bez/102221722)
20. URL 20 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-kutni-prijenosi-2-is-222202/102228241?query=Kutni+prijenosi)
21. URL 21 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-kutni-prijenos-vodoravni-1-is-222204/102223043?query=Kutni+prijenosi)
22. URL 22 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-kutni-prijenos-za-sfg-varijabilni-1250-mm-s-ruckicom-1is-)
23. URL 23 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/okapnica-drau-25-24f-rezana-po-mjeri-elok-alum-umjereno-broncane-boje-g214/102206007?query)
24. URL 24 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-pogon-kip-prozor-srednji-2is-sa-nag-skar-dm-15-mm-sir-650-1000/102214041?query=MACO+SKB-Z+Aufsatzgetriebe-Set%2C+Gr.+8%2C+DM+0%2C+FFH+2301-2400+mm%2C+2iS)
25. URL 25 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-skare-velicine-800-211696/102220319)
26. URL 26 (https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/maco-mm-srednji-zatvarac-produljivi-1is-s-v-801-1280-mm-tricoat-207446/102214283?query=Srednji+zatvara%C4%8D)
27. URL 27 (https://www.weinig.com/en/solid-wood/gluing-presses/profipress-l-b/profipress-l-b.html)
28. URL 28 (https://www.weinig.com/en/solid-wood/rip-saws/unirip-series/unirip-

310.html)
29. URL 29 (https://www.weinigusa.com/us/products/scanner-systems/combiscan-evo/combiscan-evo-c.html)
30. URL 30 (https://www.weinigusa.com/us/products/scanner-systems/combiscan-evo/combiscan-evo-c.html https://www.bauhaus.hr/alpha-tools-pistolj-za-silikone.html)
31. URL 31 (https://zrcalo.hr/izo-staklo/izo-staklo-low-e/)