

Predsušionice — sušionice

u suvremenoj tehnologiji prerade drva*

Dalibor SALOPEK, dipl. ing.
INSTITUT ZA DRVO — ZAGREB
Hidrotermički odjel

UDK 634.0.847

Primitljeno: 31. siječnja 1981.
Prihvaćeno: 5. ožujka 1981.

Stručni rad

Sažetak

U članku se daje pregled razvoja tehnološke ideje predsušenja-sušenja. Razvoj je tekao u tri stupnja. U svom trećem (zadnjem) stupnju dosegao je značajke klasičnih sušionica uzevši u obzir početnu ideju predsušenja. Iz takvog načina razvoja tehnologije predsušenja-sušenja, koja u sebi sadrži slijedeće pretpostavke: sušenje — skladištenje — formiranje radnog naloga, logično se nametnulo i tehničko rješenje komora kapacitiranih na principu dnevnog modula proizvodnje.

Ovako sprovedena tehnologija sušenja uklapa se u integralnu tehnologiju cijelog poduzeća na maksimalno mogući tehnološko-ekonomski način. Ona, što više, omogućava pilanskoj i finalnoj tehnologiji dalji razvoj u onim dijelovima, koji se neposredno dodiruju u tehnološkom tijeku od primarne prerade preko sušenja do finalne prerade

Ključne riječi: predsušenje — predsušenje-sušenje — modul dnevne proizvodnje — sušenje-skladištenje-formiranje radnog naloga.

PREDRYERS — DRYERS IN MODERN WOOD PROCESSING TECHNOLOGY

Summary

This article gives a review of the development of a technological idea of predrying-drying process. This development has run in three phases. In its third (ultimate) phase it has reached the characteristics of conventional dryers, taking into account the initial idea of predrying. From such method of predrying-drying development of technology that includes in itself the following assumptions: drying — storing — forming a work order, logically arises a technical solution of chambers being capacitated on a principle of daily modulus of production. Such technological method of drying has been fitted into integral technology of the whole woodworking enterprise for optimum economy.

It, what is more, enables the sawmill and final technology to develop further in those parts which come into direct contact in the technological course of primary conversion over the drying process to the final manufacture.

Key words: predrying — predrying-drying — daily modulus of production — drying-storing — forming a work order (A. M.)

* Prošireni referat s »Međunarodnog naučno-tehničkog savjetovanja o sušenju drva«, Opatija 1978.

1. UVOD

Uspješnost rada finalnog pogona, a osobito konačna i uporabna kvaliteta predmeta od drva, ovisi između ostalog o dobro organiziranoj i sprovedenoj sušioničkoj službi. Pod tim se podrazumijeva usklađenost kapaciteta s potrebama finalnog pogona i dobro sprovedena sušionička služba, koja raspolaže vlastitim podacima i analizama primjenjivanih režima sušenja. Ako su ti uvjeti zadovoljeni, može se očekivati da će finalni pogon biti uvijek i na vrijeme opskrbljen dobro osušenom građom ili elementima, a uz najmanji mogući postotak oštećenosti građe zbog grešaka sušenja. Postotak oštećenosti (greške sušenja) ne bi se smio kretati više od 2% računano na ulazni netto volumen građe.

Donedavno su se pogoni opskrbljivali osušenom građom iz sušionica (vidi tehnološku shemu, slika 1), u koje je građa dolazila sa skladišta prosušena na 20—25 vlažnosti (pojam zračno suhe građe).



Slika 1. — Shema konvencionalnog rješenja mjesta sušenja u ciklusu finalizacije.

Fig. 1 — Scheme of conventional solution of the drying place in the cycle of finalization.

Skladišta s kojih su se sušionice opskrbljivale građom bila su dovoljno velika s koeficijentom godišnjeg obrtaja 1,5 — 2,5, ovisno o klimi i smještaju pogona. Na temelju ulaznog parametra od 20 — 25% vlažnosti ili nešto više od toga, dimenzionirale su se sušionice. Čim bi se povisila ulazna vlažnost građe, osobito za zimskih i proljetnih mjeseci, ili se zahtijevala veća propustivost radi uvjeta tržišta ili proizvodnog programa finale, sušionice su postajale usko grlo proizvodnje.

Takvom organizacijom tehnologije produkcija suhe građe postala je nerentabilna u novim uvjetima proizvodnje, od koje se traži visoki koeficijent obrtaja sredstava uz minimalno ulaganje u obrtna i osnovna sredstva.

Razvojem pilanske tehnologije, a osobito primjenom sekundarne prerade sirovine u pilanskoj proizvodnji, nametnuo se problem dovoljne količine prosušene ili osušene građe, kojom bi se mogla kontinuirano snabdijevati doradna pilana, a poslije prerade u doradnoj pilani tržište, odnosno finalni pogoni.

Neprekidno snabdijevanje doradne pilane prosušenom građom u začetku se rješavalo povećanjem skladišnog prostora za prirodno sušenje, gdje se uskladišti dovoljna količina »sirove« građe

podvrgnute prirodnim uvjetima sušenja, koja omogućuje rad doradne pilane. Međutim, brzo se uvidjelo da klasično rješenje dobivanja prosušene građe, tj. prirodnim sušenjem, ne zadovoljava tehnološko-ekonomske uvjete rentabilne proizvodnje na relaciji pilana — finala. Pojavom navedenog problema otvorena je mogućnost njegova tehničkog i tehnološkog rješavanja.

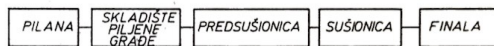
2. TEHNIČKI RAZVOJ PREDSUŠIONICA I i II STUPNJA

Zadatak je prihvaćen od strane hidrotermičara, i rezultat tih nastojanja je varijanta tehničkog rješenja tehnologije sušenja prihvaćena u svjetskoj i domaćoj praksi i literaturi pod pojmom »predsušenja« (die Vortrocknung — njemački, predrying — engleski).

Predsušenje je zapravo zamjena za prirodno sušenje, tj. njegova je svrha da se piljenici ili elementu brzo »skine« početni postotak vlažnosti do ispod točke zasićenosti ili do točke zasićenosti.

2.1. Razvoj I stupnja

U prvom rješenju predsušionica (vidi shemu slika 2.) od tehničkih elemenata susreću se ventilatori, koji rješavaju jednu od komponenata sušenja — zraka, bez nekih određenih i stalnih fizičkih parametara.

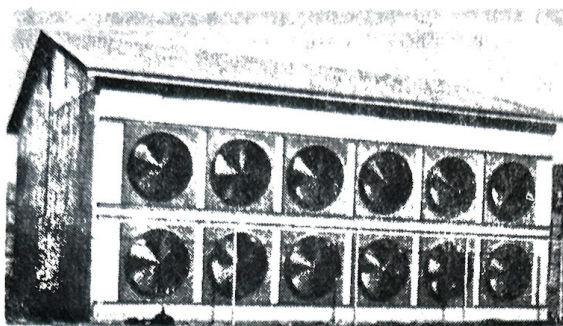


Slika 2. Uklapanje predsušionice u konvencionalnu shemu finalizacije

Fig. 2 — Fitting of predriers into conventional scheme of finalization

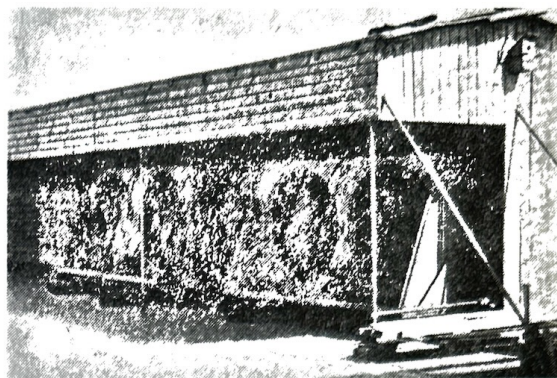
Temperatura predsušenja ovisila je o vanjskim meteorološkim uvjetima i nije bilo moguće postavljati bilo koji određeni režim.

Dobiveni rezultati zadovoljavali su u skraćenoj vremena prirodnog sušenja, i građa je prije dolazila do sušionica na dalji proces smanjivanja sadržaja vlage drva. Time je otvoren put da tehnologija umjetnog sušenja »uđe« u prirodno skladište građe, gdje joj je zadatak da vrijeme prirodnog sušenja skрати ili zamijeni uspješnijom tehnološkom i tehničkom metodom. Osnovni preduvjet ovom razmišljanju mora ostati konstanta; a to je ekonomičnost i tehnološki procesa. U našoj proizvodnoj praksi nije evidentirana primjena predsušionica I stupnja, ali je bilo individualnih pokušaja čiji tehnološki rezultati nisu poznati. Eksperimenti s predsušionicama I stupnja počeli su još prije II svjetskog rata. Početna iskustva su dale SAD, Kanada i Australija.



Slika 3. Jedna od prvih predsušionica izrađena u Memphisu u USA, opremljena baterijom od 12 ventilatora. U ljetnim mjesecima sušila je topolovu građu debljinu 25 m s početnih 90% vlažnosti na 19% konačne vlažnosti za približno sedam dana.

Fig. 3 — One of first predryers built in Memphis, USA, equipped with a battery of 12 fans. In summer months it dried poplar wood thickness 25 mm with initial moisture contents 90% to 19% final moisture contents for approximately 7 days.



Slika 4. Izvedba predsušionice I stupnja s pomičnom baterijom aksijalnih ventilatora, izgrađena u Gornjoj Bavarskoj.

Fig. 4 — Construction of I. grade predryers with a mobile battery of axial fans, built in Upper Bavaria.

2.2. Razvoj II stupnja

Već kronološki slijedeća tehnička rješenja uključuju u sebi mogućnost regulacije temperature u komori, tj. regulacije suhog toplomjera i donikle vlažnog, regulacijom zaklopki za izlaz zasićenog zraka.

Ovisno o vrsti i debljini građe, kod ovih tehničkih rješenja nije se prelazila temperatura u komori od oko 40° C, a kretala se od 20° C do 40° C. Dokazano je da temperatura ispod 15° C nije preporučljiva, budući da entalpija zraka ne sadrži dovoljnu količinu kinetičke energije potrebne da izazove poželjnu brzinu kretanja slobodne, odnosno vezane vode (pare) u drvu.

Uobičajeni režimi primjenjivani u predsušionicama ovog tipa jesu slijedećih vrijednosti:

Režim za predsušionicu

od $u_p = 70 - 80\%$

do $u_k = 18 - 24\%$

— temperatura suhog toplomjera

t_s 25 — 30° C

— temperatura vlažnog toplomjera

t_v 21 — 26° C

— relativna vlaga zraka

72 — 75 %

— konačna vlaga ravnoteže

u_r 13 — 14 %

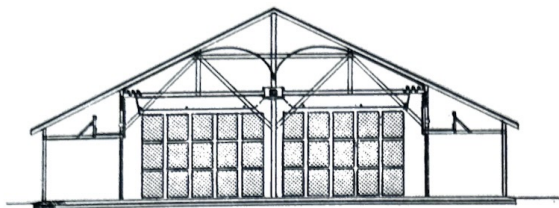
Kod ovih uvjeta postignut je najbolji tehnološki efekt, ali to ne isključuje područje nešto ispod ili nešto iznad navedenih vrijednosti, već prema zahtjevu i ponašanju građe — elemenata koji se predsušuju.

Predsušionice II stupnja prelazni su tip od predsušionica I do III stupnja. Ovaj tip susrećemo već i u našoj proizvodnoj praksi. Jedna od prvih predsušionica tog tipa bila je izgrađena u DIP-u Majur. U tu svrhu poslužila je stara nadstrešnica, koja je uz ulaganje od 1,080.000.— din 1971. god. bila adaptirana u predsušionicu za hrastove elemente, popruge i građu. Ukupan kapacitet u 5 komora iznosio je oko 450 m³ punjenja uz maksimalnu potrošnju od 2,860.000 kJ/sat i 33 kW instalirane snage pogonskih aksijalnih ventilatora. Primjenjivani su gore navedeni režimi s maksimalnom temperaturom suhog toplomjera od 45° C, a vlažni se regulirao mehaničkim otvaranjem ili zatvaranjem zaklopki za izlaz zasićenog zraka. Sličan pokušaj s adaptacijom izveden je u DIP-u Plješivica — Donji Lapac. Ova predsušionica je interesatna stoga što je medij grijanja — električna energija u bateriji od 140kW instaliranih grijača. Najdotjeranija predsušionica ovog tipa izvedena je u DIP-u »Česma« — Bjelovar u organizaciji punjenja i pražnjenja bočnim viličarom u tri komore. Instalirani kapacitet iznosi oko 660 m³. Maksimalna temperatura sušenja iznosi 50° C. Instalirana snaga elektromotora ventilatora iznosi 66 kW, a maksimalna potrošnja kcal na sat 4,940.600 kJ. Predsušionica ima zadatak sušiti bukove hrastove elemente od $u_p = 80 - 70\%$ na $u_k = 25 \pm 2\%$.



Slika 5. Tehnološka shema uklapanja predsušionice u proizvodnju prosušanih elemenata u DIP-u ČESMA — Bjelovar

Fig. 5 — Technological scheme of fitting predryers into production of partly dried elements in DIP Česma, Bjelovar



Slika 6. Predsušionica u DIP-u Majur. Hrastovi elementi presjeka 32 x 100 od početne vlažnosti 80% do konačne 10 ± 2 kod temperature sušenja od 20 — 40° C sušili su se 36 dana.

Fig. 6 — Predryer in DIP Majur. Dimension stock section 32 x 100 from initial moisture contents 80% to final to 10 ± 2 at the temperature of drying 20 — 40° — drying process 36 days

3. RAZVOJ PREDSUŠIONICA — SUŠIONICA III STUPNJA

U kratkom vremenskom razdoblju otkako se pojavilo predsušenje i nametnulo se kao tehnološko rješenje vremenskog skraćivanja puta sirovine između pilanske i finalne prerade, predsušionice su doživjele u tehničkom smislu dvije metamorfoze, s tendencijom stalnog tehničkog i tehnološkog usavršavanja. Zanimljiva su trenutna nastojanja u tehničkom i tehnološkom smislu, a koja se rješenja već nalaze u praksi.

Predsušionice se sve više tehnički usavršavaju, izjednačujući se u opremi s opremom konvencionalnih sušionica. Potreba za savršenijom predsušionicom s mogućnošću postavljanja i održavanja režima sušenja pokazala se naročito neophodnom kod predsušenja bjelogoričnog drva, prvenstveno kod hrasta i bukve, kada je dolazilo do grešaka sušenja, zbog nemogućnosti održavanja vrijednosti vlažnog toplomjera, kao što su površinske pukotine i raspukline na elementima i građi.

Greške se događaju i kod niskih temperatura od 22 — 26° C, kod nepovoljnih vanjskih vremenskih uvjeta — niske relativne vlage zraka. Zbog nemogućnosti držanja vlažnog toplomjera na određenoj vrijednosti, povećala se oštrina režima, a time je dolazilo i do grešaka sušenja. Zbog pojave gradijenta vlažnosti u poprečnom presjeku, može se govoriti o oštrini režima, bez obzira na činjenicu da je srednja vlažnost građe iznad 30%.

U svom trećem stupnju razvoja, predsušionice su se potpuno izjednačile u opremljenosti sa svojim starijim prethodnicama, konvencionalnim sušionicama.

Sada se u praksi susureće pojam predsušionica-sušionica, koja je tehnički opremljena kao konvencionalna sušionica i djeluje u dva tehnološka stupnja sušenja prema vrsti primijenjenih režima.

I Od početne vlažnosti od točke zasićenosti žice drva — primjena predsušioničkih režima

II Od točke zasićenosti drva pa do konačne željene vlažnosti — primjena sušioničkih režima.

Pošto je građa dosegla stupanj vlažnosti od oko 30% uz primjenu režima I stupnja sušenja, primjenjuje se dalje složeniji režim II stupnja do konačne željene vlažnosti drva od 10 ± 2%.

Režim za predsušionica-sušionica u II stupnju sušenja od $u_p = 30\%$ do $u_k 10 \pm 2\%$ i

- temperatura suhog termometra t_s 35 — 65° C
- temperatura vlažnog termometra t_v 30 — 63° C
- relativna vlažnost zraka 50 — 90%
- konačna vlaga ravnoteže u_r 14 — 16%

Primjedba:

Uzimajući u obzir neimenovani koeficijent, koji se zove »proizvodna praksa«, autor je sklon propagiranju sušenja kod nižih temperatura (maksimalna 65° C), jer je ipak moguće već time izbjeći neke greške sušenja, koje dolaze do izražaja kod viših temperatura sušenja. Tu dolaze u prvom redu unutarnje pukotine i dekoloracije teksture, te »skorjelost« i problemi kod dalje površinske obrade u finali. Novčanim jedinicama izraženo oštećenje daleko je veće nego produljeno sušenje i time povećanje troška sušenja. Zato je koeficijent sigurnosti sušenja veći kod primjene nižih temperatura nego kod viših, jer i greška sušioničara time manje dolazi do izražaja.

3.1. Tehnološki razvoj predsušionica-sušionica III stupnja

Pristup rješavanja problema predsušionica-sušionica trećeg stupnja prvenstveno vodi računa o tehnologiji uklapanja mjesta sušenja na relaciji: primarna prerada — sušenje — finalna prerada.

Tehnološki zahtjevi su mnogoznačni i specifični za svaki pogon. Ne može se prići rješavanju jedne lokacije šablonski izgradnjom određenog tipskog kapaciteta predsušionice-sušionice. Kvaliteta tehnološkog rješenja uklapanja predsušionice — sušionice u tehnološki tijek prerade na određenoj lokaciji ovisi o definiranju što više parametara jednadžbe, koja će riješiti optimalni kapacitet i uklopiti ga u tehnologiju drva u pogonu:

1. Znatno manja ulaganja u objekte predsušenja-sušenja nego u stovarišta za prirodno sušenje i sušionicom za umjetno sušenje.
2. Osnovna sredstva u obrtaju manja su 8 — 12 puta od dosadašnjih.
3. Ušteda na transportnim troškovima prije predsušenja-sušenja i nakon predsušenja-sušenja.

4. Ušteda na proizvodnim troškovima predade i deklasacije građe prilikom postupka predsušenja-sušenja.
5. Proizvodna elastičnost prema zahtjevu tržišta i vlastite finale.
6. Otvaranje novih mogućnosti u finalnoj tehnologiji i tehnologiji piljenja (modularna dnevna planirana proizvodna jedinica po asortimanu, vrsti i količini).
7. Organizacija rada cjelokupne proizvodnje u neprekinutom ciklusu uz minimalne zalihe od skladišta oblovine pa do skladišta gotovih finalnih proizvoda.

Pritom treba voditi računa da novi objekti sušenja sadrže u sebi simbiozu klasičnog skladišta građe i konvencionalnih sušionica. Dakle, od njih se zahtijeva da budu u isti mah i skladišni i sušionički prostor, odnosno mjesto gdje se formira radni nalog za finalu. Postiglo se ono što se htjelo, tj. da tehnolog dobije mogućnost djelotvorne intervencije programiranja u vremenski kratkom roku na relaciji pilana-finala, što se tiče vrste, količine i dimenzije građe ili elemenata. Ako se taj problem riješi optimalno, slijede i odgovarajući ekonomski efekti racionalizacije proizvodnje u onom dijelu tehnološkog tijeka koji se nalazi između pilanske proizvodnje i finale.

Konačni rezultat trebao bi se pojaviti kod realizacije programa u finalnom pogonu tehnološki i ekonomski. Osnovna je jedinica kapacitiranja i dimenzioniranja komora predsušionice-sušionice modul dnevne proizvodnje pilane u pilanskom pogonu, a finale u složenijim poduzećima.

Modul punjenja komore u sebi sadrži slijedeće elemente:

- dnevni godišnji proizvodni kapacitet pilane ili finale prema vrsti i dimenziji
- osnova za dimenzioniranje jedinice predsušionice-sušionice
- element za kapacitiranje međuskladišta
- jedinica za programiranje proizvodnje i povećanje ekonomskih učinaka proizvodnje.
- osnova racionalizacije transporta

Objašnjenje modula punjenja komora dano je na konkretnom primjeru iz prakse.

3.1.1. Modul punjenja komora (primjer iz prakse)

Zadatak je predsušionice-sušionice da redovito (u proizvodnom taktu) osuši određenu količinu (zadanu) elemenata, odnosno građe.

Godišnje kroz komore predsušionice-sušionice prođe 4.164 m³ građe i elemenata. Cjelokupna količina bukovih elemenata i građe suši se do konačne vlažnosti od 10 ± 2%, a jela i bor do 12 ± 2%.

Količina građe koja će se zadržavati na međuskladištu nakon predsušenja ovisi o dnevnom modulu proizvodnje doradne pilane i kompletiranju pojedinih dimenzija prema radnom nalogu finale.

Vremensko razdoblje rada doradne pilane i finale iznosi 250 dana. Modul punjenja (idealno) dobije se dijeljenjem godišnje proizvodnje doradne pilane radnim danima pilane odnosno finale.

$$M = \frac{4.164 \text{ m}^3}{250 \text{ dana}} = 16,65 \text{ m}^3/\text{dan} = 17 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Predsušionica-sušionica dimenzionirana je tako da prosuši i osuši godišnje cjelokupnu zadanu količinu proizvedenih sortimenata.

Prosječno vrijeme trajanja jednog ciklusa predsušenja-sušenja iznosi:

$$\frac{1.571.880 \text{ m}^3 \text{ h/god.}}{4.164 \text{ m}^3} = 377 \text{ h} = 16 \text{ dana}$$

16 dana prosječnog trajanja predsušenja uklapa se u proizvodni radni period doradne pilane i finale od 12 dana koji iznosi oko 200 m³, a kojeg su kapaciteta i komore. Znači da je kapacitet doradne pilane usklađen s kapacitetom komora, tj. cjelokupnu dnevnu proizvodnju doradne pilane može preraditi (osušiti) predsušionica-sušionica.

Kad bi građa unutar dnevnog modula od oko 17 m³/dan dolazila u omjeru godišnjih potreba u pojedinim dimenzijama i vrstama, onda teoretski ne bi trebalo skladišta na relaciji doradna pilana — predsušionica — finala. Radi kompletiranja pojedinih dimenzija, te zbog neravnomjernog (ne prosječnog) asortimana proizvodnje primarne pilane potrebno je natkrivo međuskladište, ne veće od 4—6 modula proizvodnje doradne pilane, prema shemi na sl. 7.

Ukupan novo instalirani kapacitet sadrži:

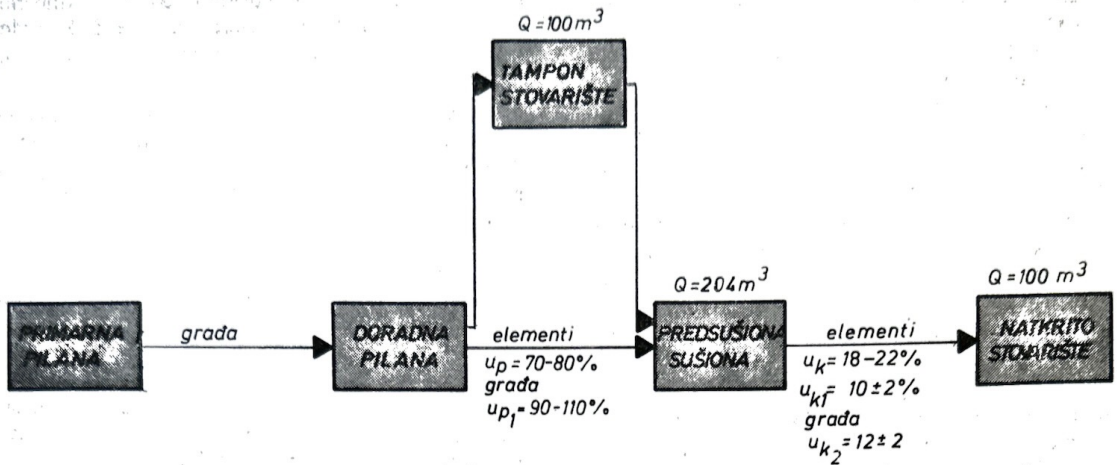
$$\frac{200 \text{ m}^3}{17 \text{ m}^3} = 12 \text{ proizvodnih modularnih jedinica doradne pilane.}$$

U praksi to znači da se dvanaestodnevna proizvodnja doradne pilane kontinuirano odlaže u komore predsušionice-sušionice.

Kako se predsušenje provodi neprekinuto i neradnim danima, tj. subotom i nedjeljom, dvanaestodnevna proizvodnja dorade je oko šesnaestodnevni rad komora. Može se očekivati prosječan ciklus presušenja od oko 16 dana, pa se može polučiti

Slika 7. Tehnološka shema tijeka predsušenja-sušenja

Fig. 7 — Technological scheme of predrying-drying process.



tehnološka kvaliteta (dobrim programiranjem) tako da jedna modularna jedinica uđe u komoru, a druga izađe.

Kapacitet komora te optimalan broj komora valja dimenzionirati na bazi višekratnika dnevnog modula, kako bi sva dnevna količina proizvedenih sortimenata nesmetano ulazila u komore. odnosno osušena izlazila na dalju preradu. Na taj se način međuskladišni prostor (tampon-skladište) smanjuje na nužnu količinu od oko 4—6 modularnih jedinica, što zahtijeva skladišni prostor od 60—100 m³, a komore postaju dio skladišnog prostora.

3.1.2. Utjecaj modula na tehničko rješenje komora

Navedeni primjer karakterističan je za praksu; relativno mali kapacitet s raznorodnom vrstom građe, debljina, početnih i konačnih vlažnosti. Pristup rješenju izgradnjom jedinstvenog kapaciteta od 200 m³ korisne zapremine bio bi pogrešan. Takvo rješenje zahtijeva veliko skladište prije sušenja radi kompletiranja vrste i bar približno srodne debljine, a potom veće natkrito skladište, gdje građa čeka na preradu u finalu, a što opet tereti troškove sušenja. Pogon na taj način dobiva jednu debljinu i vrstu u prevelikoj količini, dok neke druge neophodne vrste i debljine nema na skladištu.

Organizacija rada ne priznaje velike zalihe, već ih nastoji svesti na minimalnu moguću mjeru i organizirati proizvodnju u optimumu tehnoloških dostignuća. Tehničko rješenje, koje respektira princip modula, odnosno nužnih minimalnih zaliha, najbliže je optimalnom rješenju problema: ekonomika — tehnologija.

U tom slučaju predsušionica-sušionica je mjesto gdje se građa skladišti po vrsti, debljini i kronološkom redu prerade u finali i u isti mah se suši.

Rješenje predsušionice-sušionice punjene čelnim viličarom

Rješenje s čelnim viličarom primjenjuje se u pogonima gdje je transportno sredstvo čelni viličar, najčešće u pogonima koji nemaju vlastite pilane.

Objekt se dijeli u više komora prema proračunu modula, vrsti građe i debljini, te potrebnom kapacitetu. Od komora se zahtijeva da su jednostavne izvedbe i prilagođene organizaciji punjenja i pražnjenja čelnim viličarom, tj. da se u svako vrijeme može doći do složaja građe u modulu.

Kod ovog tipa predsušionice-sušionice aksijalni ventilatori su centralno smješteni u vodoravnom položaju iznad složajeva građe, da se omogućiti nesmetan prolaz viličara za vrijeme punjenja ili pražnjenja. Komora je tehnološki podijeljena u dvije cjeline, koje su, međutim, građevinski jedinstvene. Ova prednost omogućuje kombinirano sušenje, tj. sušenje srodnih debljina i sortimenata, što omogućuje već selektivnost sušenja i prilagođivanja potrebama finale, odnosno primjeni modula. Viličar može nesmetano proći kroz komoru, odnosno prazniti je ili puniti s bilo koje strane.

Na slici 8. dan je prikaz rješenja komora predsušionice-sušionice od 800 m³ punjenja uz modul od 50 m³ dnevnog kapaciteta. Sastav sortimenta je 40% bukovi elementi i građa, 30% hrastovi elementi i građa i 30% ostale listace — građa, $u_p = 80 - 70\%$, $u_k = 10 \pm 2\%$.

Srednja godišnja potrošnja topline za instalirani kapacitet iznosi $Q = 720.000$ kcal/sat, a srednja potrošnja električne energije na sat iznosi $N = 70$ kW.

Predsušionica je izgrađena u DIP-u »Brestovac«, Garešnički Brestovac. Nakon dvije godine eksploatacije premašila je proračunski tehnološki kapacitet. Režimi predsušenja-sušenja vode se po numeričko-grafičko-analitičkoj metodi Instituta za drvo i stalno se usavršavaju. To je ujedno i jedino mjesto u našoj sušioničkoj praksi, gdje se, osim golih faktografskih podataka, vodi i kvalitativna analiza i na temelju njenih rezultata provodi se zatim promjena režima. Potom se prati djelovanje promijenjenog režima u njegovoj daljoj primjeni.

Rješenje predsušionice-sušionice punjene bočnim viličarom

Građevinski se objekt bitno razlikuje od prethodnog tipa. U prvotnom viličar puni objekt s boka, a ovdje s čela. Prostor ispod ventilatora rabi se za glavnu prometnicu unutar komora.

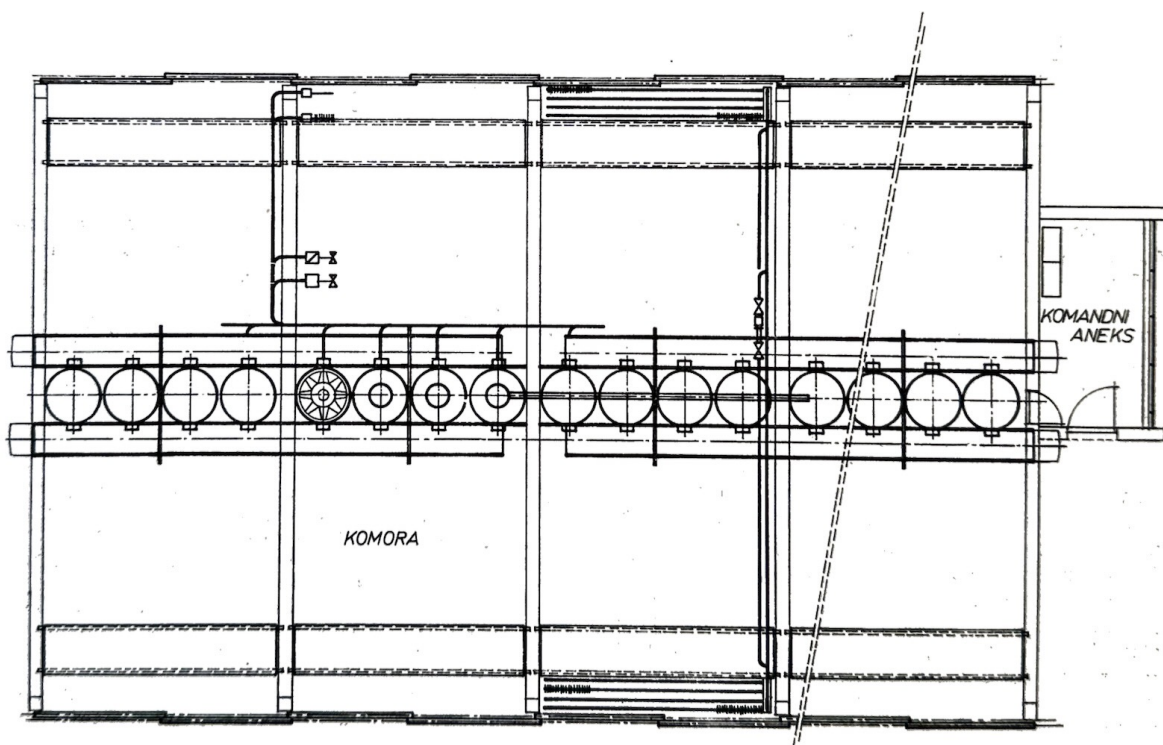
Viličar ulazi s prednjeg i stražnjeg čela u komoru odlažući složajeve na lijevu i desnu stranu od uzdužne osi simetrale komore. Takvim načinom slaganja građe i tehničkom izvedbom

komore s dva regulacijska mjesta lijevo i desno, ali od poprečne osi simetrale komore, omogućeno je tehnološko rješenje koje prima na proces sušenja 4 modula proizvodnje. Pritom treba voditi računa da u lijevu stranu, a u suprotna polja, dođe građa srodnih dimenzija; $d = 25$ mm s $d = 32$ mm, a ne $d = 25$ mm s 50 mm. Isto tako i desna strana se puni s dimenzijom npr. $d = 38$ mm i $d = 50$ mm. Razlika režima unutar komore može se kretati do 15° C između dvije tehnološke zone.

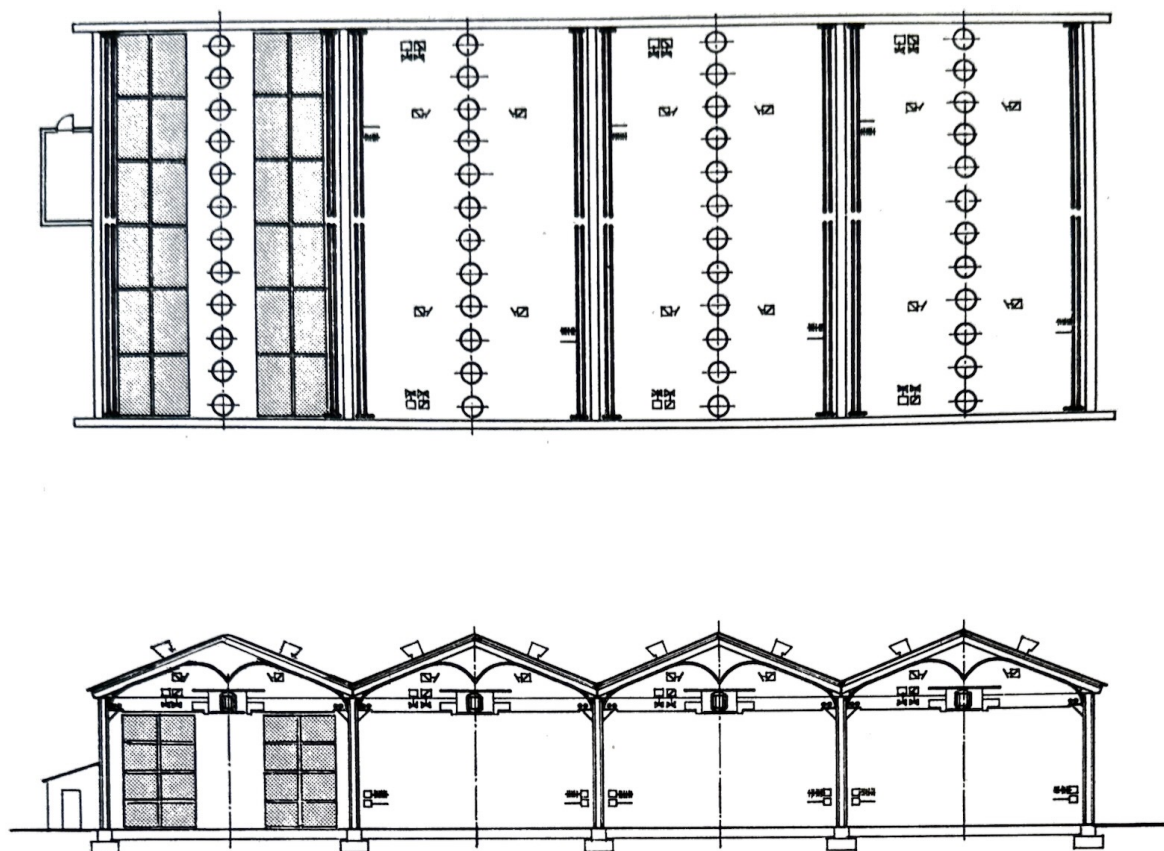
Na slici 5. prikazano je rješenje predsušionice-sušionice od 900 m³ punjenja za bukovu i jelovu građu. Modul je punjenja približno 56 m³, a sastoji se od dvodnevne finalne proizvodnje tvornice građevne stolarije i bukova masivnog namještaja. Ovaj tip komore daje dobre rezultate u smislu kvalitete i brzine sušenja i preporučuje se za tvrde listae, jer se, zbog relativno kratkog prolaza tehnološkog zraka kroz složaj od $2,8$ m, postiže dobra ujednačenost konačne suhoće građe, odnosno optimalna duljina sušenja (vremenski).

4. ZAKLJUČAK

Predsušionice-sušionice nisu produkt pilanske tehnologije, već nužnost finalne proizvodnje i oštrijih ekonomskih uvjeta privređivanja.



Slika 8. Osmokomorna predsušionica — sušionica u Brestovcu
Fig. 8 — 8-chamber predryer-dryer in DIP »Brestovac«, Garešnički Brestovac



Slika 9. Cetveroćelovna predsušionica-sušionica izvedena u DIP-u Ogulin.

Fig. 9 — 4-chamber predryer-dryer built in DIP Ogulin

Utjecaj predsušenja-sušenja odrazio se, međutim, obostrano, tj. na pilansku i finalnu tehnologiju.

Pilanska tehnologija od klasične prerade preko dvofazne (slika 1 i 2) dosegla je monofaznu (slika 5).

Na taj je način dio grube strojne iz finale preseljen u pilansku proizvodnju. Finala je tako izgubila dio svoje prerade i ulazi u tehnološki postupak s već gotovim dimenzioniranim i osušenim elementima, a pilana je obogatila svoj osnovni proizvod dodajući mu viši stupanj obrade, a time i akumulaciju. Primjenom predsušenja-sušenja približila se pilanska prerada vremenski finalnoj. Dimenzioniranjem komora na bazi proizvodnog modula mjesto sušenja u pogonu sada služi kao skladište građe, kao sušionica i kao mjesto za formiranje radnih naloga, a što je ujedno i optimalno tehnološko-ekonomsko rješenje.

Kod modula je osobito izražena selektivnost sušenja različitih debljina i vrsta, što pogoduje finalnoj proizvodnji. Može se očekivati dalji raz-

voj i pilanske i finalne tehnologije, odnosno onog dijela koji u slijedu prerade direktno ili indirektno korespondira sa sušenjem.

Pomicanje kvalitetne ravnoteže u toj reverzibilnoj tehnološkoj jednadžbi na bilo koju stranu stimulira i ostale parametre da se mijenjaju, da zauzmu optimalan položaj i vrijednost u novim uvjetima tehnologije.

LITERATURA

- [1] KOLLMANN, Franz: Holzrocknung, Freilufttrocknung und beschleunigte Freilufttrocknung, Stuttgart, DRW — VERLAGS — GMBH, Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 15. 1965.
- [2] THOMASEN, Ths.: Forceret frilufttørring, Kobenhaven, Teknologisk Instituts Forlag, 1969.
- [3] SALOPEK, Dalibor, STAJDUHAR, Franjo: Ekonomična nadmjera hrastove i smrekove građe u raznim stupnjevima suhoće, Zagreb, Republički fond za znanstvena istraživanja, 1974.
- [4] SALOPEK, Dalibor: Verifikacija predsušioničko-sušioničkih režima po numeričko-grafičko-analitičkoj metodi, Zagreb, Institut za drvo, 1979.
- [5] SALOPEK, Dalibor, STAKIĆ, Mladen: Investicijski program predsušioničko-sušioničkih kapaciteta DIP Brestovac i DIP Ogulin, Zagreb, Institut za drvo, 1976 — 1977.