

Stjepan Pervan, Ivica Grbac, Josip Ištvančić

Najčešće teškoće u hrvatskoj sušioničkoj praksi

Common problems in Croatian wood-drying practice

Stručni rad - Professional paper

Received - prispjelo: 10. 09. 2001 • Accepted – prihvaćeno: 24. 10. 2001

UDK 630 852.3 i 847.8*

SAŽETAK • U razdoblju od 18 mjeseci u 14 različitih tvrtki koje se bave preradom drva, a imaju instalirane sušionice, obavljena su, prema potrebi, različita mjerenja i rješavanja tehnoloških problema. Mjerenja i rješavanja tehnoloških problema karakteristični su primjeri trenutačne problematike hidrotermičke obrade drva u Hrvatskoj.

Moguće ih je podijeliti u dvije skupine:

1. **uklanjanje grešaka** – diskoloracija, predugo trajanje procesa, cirkulacija zraka u sušionici, otkrivanje kvarova na opremi, problematika skladištenja osušene piljene građe, greške pri projektiranju sušionica,
2. **dodatna ispitivanja radi poboljšanja kvalitete sušenja** – cirkulacija zraka na stovarištu piljene građe, cirkulacija zraka u sušionicama, industrijska klimatizacija proizvodnog pogona i sl.

Navedeni su problemi više ili manje riješeni ovisno o spremnosti za dodatnim angažmanom glede navedene problematike, te spremnosti na ulaganja u sušionice.

Ključne riječi: problematika sušenja, greške, kvaliteta sušenja

SUMMARY • Over the period of 18 months, in 14 different Croatian woodworking companies equipped with kiln dryers, a number of measurements were performed in order to solve different technological problems.

The analyses presented in this paper may be viewed as indicators of the present state in kiln drying industry in Croatia.

The technological problems can be divided in two groups:

1. **Solving the problems of drying defects** such as discolouration, prolonged drying time, insufficient air flow in kiln, locating the places of equipment malfunction, problems with storing dried wood, construction faults in kilns

Autori su, redom, viši asistent, profesor i asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Authors are a senior assistant, a professor and an assistant, respectively, at the Faculty of Forestry of the Zagreb University.

2. Additional testing for achieving better drying quality – for example airflow on open board storage, air flow in kilns (depending on the type of piling), industrial climatisation of production plants etc.

The above mentioned problems can be more or less satisfactorily solved, providing more effort is put into solving them and more investments are undertaken in new drying facilities and equipment.

Key words: drying problems, defects, quality of drying

1. Uvod

1. Introduction

Stanje u Hrvatskoj na području hidrotermičke obrade drva moguće je shvatiti i prema podacima navedenim u ovom radu, koji pokrivaju dulje vremensko razdoblje ispitivanja i rješavanja problema u drvnim pogonima koji imaju sušionice. Trenutačna situacija pokazuje vrlo veliku tehnološku razliku između pojedinih tvrtki koje se bave sušenjem drva, što uvelike ovisi o količini uloženi sredstava i stručnosti osoba koje se bave sušenjem (tabl. 1).

Mjerenja i rješavanja tehnoloških problema moguće je podijeliti u dvije vrste postupaka:

Uklanjanje grešaka – najčešće greške koje se u Hrvatskoj pojavljuju jesu:

- različite vrste grešaka prouzročenih neodgovarajućim režimom

tijekom sušenja

- diskoloracija hrastovine, bukovine, trešnjevine i orahovine (brzina režima, stanište sirovine, navlaživanje i smanjenje vlažnosti zraka, cirkulacija zraka)
- diskoloracija bukovine na stovarištu zbog letvica (smjer vjetrova, razmak i debljina letvica)
- pukotine na hrastovini (zaštita čela, preoštri režim)
- loša cirkulacija u sušionici (slaganje – o čemu treba voditi brigu)
- kvarovi na opremi radi lošeg održavanja (začepljenje sustava za navlaživanje, kvarovi na elektromotorima ventilatora, kvarovi na elektromagnetskim ventilima, oštećenja vrata i zidova sušionice, vodiča za izmjeru vlage u uzorcima zbog nepažljive upotrebe viličara i sl.)
- problem skladištenja osušene piljene građe (vanjsko stovarište, neklimatizirani skladišni prostor)
- greške pri projektiranju sušionica (smještaj ventilatora, preslabi elektromotori ventilatora, loše brtvljenje vrata i zidova sušionice)
- problemi samog procesa (predugo trajanje)

tijekom parenja

- diskoloracija trešnjevine i bukovine

Dodatna ispitivanja radi poboljšanja kvalitete sušenja – obuhvaćaju ispitivanja:

- cirkulacije zraka na stovarištu piljene građe radi bolje organizacije (što je lako provesti uz stručnu pomoć)
- cirkulacije zraka u sušionicama (mjerenje u komori prema debljini građe, letvice i razmaku složajeva)
- industrijske klimatizacije proizvodnog pogona
- točnosti rada vlagomjera
- gradijenta sadržaja vode u parketu (kontrola gotovog proizvoda)
- kontinuirani nadzor rada sušionica
- režima parenja hrastovine
- modifikacije režima radi skraćanja procesa.

Cjelokupna problematika ovog rada može se razmatrati s tri različite točke.

2. Problematika sirovine

Najčešće sušene i parene vrste drva u Hrvatskoj na kojima se pojavljuju problemi jesu hrastovina, bukovina i voćkarice.

Hrastovina – promjene boje

Promjene boje na hrastovini najčešće nastaju zbog prebrzog i pojednostavljenog režima koji propisuje proizvođač kontrolne opreme sušionica. Za hrastovinu je karakteristično da sušenjem od sirovog stanja do točke zasićenosti vlakanaca (24% prosječno) pri temperaturama višim od 27 °C nastaju kemijske promjene na organskim drvnim sastojcima u pohranjenim tvarima sržnih trakova (Straže, A. 2000.), te ako visoka temperatura potraje, promjene se šire, i postaju vidljive na poprečnom presjeku piljenica kao nepravilna smeđa obojenja.

Bukovina

Tržište trenutačno potražuje gotove proizvode od bukovine svijetlih tonova. Pri slabij cirkulaciji zraka u sušionici te podržavanjem visoke temperature i, pogotovo, pri visokoj relativnoj vlazi zraka, na

Tablica 1.

Pregled osnovnih podataka o tvrtkama u kojima su provedena ispitivanja • General data overview – companies where technical surveys were performed

Djelatnost tvrtke / Production type		Vrsta posla i način rješavanja / Type of expertise and solution methods	Starost sušioničkog pogona / Age of kilns	Način vođenja / Control method	Kvaliteta održavanja / Quality of maintenance	Spremnost na nova ulaganja u sušionice / Readiness for new investments
1.	masivni namještaj i parket / Solid wood furniture and parquetry	greška (diskoloracija hrastovine, kontrola i modifikacija režima) / Defect (oakwood discolouration, control and modification of kiln schedule)	> 20 god. / more than 20 years	ručno / Manually controlled	niska / low	ne / no
2.	parket / Parquetry	1. dodatno ispitivanje (cirkulacija zraka za buduće stovarište piljene građe) / Additional testing (airflow for future open air board storage)	oko 10 god. / approx. 10 years	računalno / Computer	srednja / medium	da / yes
		2. dodatno ispitivanje (cirkulacija zraka u sušionicama, novi specifični proizvod) / Additional testing (airflow in kilns, new product)				
		3. dodatno ispitivanje (industrijska klimatizacija proizvodnog pogona, novi specifični proizvod) / Additional testing (industrial climatisation of production building)				
		4. ispitivanje točnosti rada vlagomjera (sumnje u točnost) / Testing of portable moisture meter accuracy (doubtful accuracy)				
		5. ispitivanje gradijenta sadržaja vode u parketu (provjera) / Testing of moisture content in parquet (check)				
3.	masivne ploče / Solid wood panels	greška (diskoloracija bukovine, izmjera cirkulacije u sušionici i modifikacija režima) / Defect (beechwood discolouration, airflow measurement in kiln and schedule modification)	< 5 god. / less than 5 years	računalno / Computer	visoka / high	da / yes
4.	piljena građa / Timber	greška (diskoloracija bukovine i sporost sušenja, izmjera cirkulacije u sušionici, modifikacija režima i zamjena dijela opreme, provjera točnosti vlagomjera) / Defects (beechwood discolouration and slowness of process, air flow measurement in kiln, schedule modification, partial replacement of equipment and testing of portable moisture meter accuracy)	< 5 god. / less than 5 years	automatsko, s frekvencijski m pretvaračem / Automatic control, air speed frequency convertor	visoka / high	ne / no
5.	masivne ploče / Solid wood panels	greška (diskoloracija bukovine, modifikacija režima, popravak sustava za navlaživanje) / Defects (beechwood discolouration, schedule modification, repairment of spraying system)	< 5 god. / less than 5 years	automatsko / Automatic control	visoka / high	ne / no
6.	stolarija / Carpentry	sporost procesa (kondenzacijska sušionica – prototip, modifikacija režima i preinake na prototipu sušionice) / Slowness of process (condensation type of kiln, schedule modification and alterations in construction of kiln prototype)	< 5 god. / less than 5 years	automatsko / Automatic control	srednja / medium	ne / no
7.	piljena građa / Timber	greška (problem neklimatiziranog skladišta osušene piljene građe) / Defects (problem of non-climatised storage for dried timber)	< 5 god. / less than 5 years	automatsko / Automatic control	visoka / high	da / yes

Nastavak tablice 1.

9.	ojastučeni namještaj / Upholstered furniture	greška (diskoloracija bukovine zbog slabe cirkulacije u sušionici, modifikacija režima i načina slaganja) / Defect (beechwood discolouration caused by poor air flow in kiln, modification of schedule and piling system)	5 do 30 god. / 5 to 30 years	računalno, poluautomatsko, ručno / Computer control, semiautomatic system, manually controlled	niska / low	ne / no
10.	masivne ploče / Solid wood panels	greška (diskoloracija i pukotine na hrastovini, diskoloracija trešnjevine i orahovine, izmjera cirkulacije u sušionici i modifikacija režima sušenja i parenja); dodatno ispitivanje (trajna kontrola rada sušionica) / Defects (discolouration and cracks in oakwood, discoloration on cherrywood and walnutwood, air flow measurement, in kiln modification of drying and steaming schedules) Additional testing (continuous supervision of drying processes)	< 5 god. / less than 5 years	računalno automatsko / Computer control automatic system	visoka / high	da / yes
11.	parket / Parquetry	dodatno ispitivanje parenja hrastovine; greška (diskoloracija trešnjevine pri parenju) / Additional testing of oakwood steaming / Defects (cherrywood discolouration during steaming)	< 5 god. / less than 5 years	automatsko / Automatic control	srednja / medium	da / yes
12.	piljena građa i lamperija / Timber and cladding	greška (pukotine na hrastovini, modifikacija režima, problemi održavanja i postupanja s građom) / Defects (oakwood cracks, schedule modification, problems of maintenance and handling of timber)	oko 10 god. / approx. 10 years	računalno / Computer control	srednja / medium	da / yes
13.	masivni drvni proizvodi / Solid wood products	greška (sporost procesa, loše održavanje, greške pri projektiranju) / Defect (slowness of process, maintenance problem, construction error)	oko 25 god. / Approx. 25 years	automatsko / Automatic control	niska / low	ne / no
14.	parket / Parquet	dodatno ispitivanje (modifikacija režima radi skraćivanja procesa) / Additional testing (schedule modification because of process slowness)	< 5 god. / less than 5 years	računalno / Computer control	visoka / high	da / yes

bukovini se pojavljuje promjena boje slična postupku parenja (postaje crvenkasta). Nastalu grešku nije moguće ukloniti. Ako se bukovina pravilno složi nakon piljenja i kasnije u sušionici, održavanjem niže temperature i niže relativne vlage ta se greška može potpuno izbjeći. Najvažnija je kvalitetna cirkulacija zraka, te su se stoga ispitivanja u početnoj fazi uvijek usmjeravala na količinu zraka koji prolazi kroz složajevе i prema njoj su kasnije određivani iznosi temperature i relativne vlage zraka.

Voćkarice (trešnjevina)

U svezi s voćkaricama postoji problem prikupljanja dovoljne količine građe za postupak parenja i sušenja. Primjerice, način nabavljanja trešnjevine je takav da se u određenom trenutku može prikupiti samo mala količina građe, pa se čeka da se skupi dovoljna količina za parionicu ili sušionicu. Parenjem se, među ostalim, nastoje ublažiti velike razlike u boji koje nastaju zbog različitih staništa na kojima su rasla stabla, različitoga ulaznog sadržaja vode (npr. za

parenje građe treba biti što sirovija tako da ju je prije parenja potrebno polijevati), velikog raspona boja sirovog drva (u trešnjevine od zelenkastih tonova preko žute do intenzivno crvene boje), što je velik problem ako tržište traži svjetlije tonove. Parenjem na temperaturama oko 96 °C moguće je postići jednoličnu, ali vrlo intenzivnu boju svih vrsta drva voćkarica.

3. Problematika načina rada u pojedinom poduzeću

Primjer problema koji nastaju tijekom obrade građe jesu i pukotine na hrastovini, koje najčešće nastaju oko 5 cm od čela piljenica (izvana su nevidljive), što je posljedica nepravilnog postupanja s građom prije sušenja (nepremazivanja čela).

Pravilan način postupanja s građom podrazumijeva kontrolu kvalitete počevši od provjere trupaca koji ulaze u pilanu, piljenica, te od ulazne kontrole kvalitete prije početka i za vrijeme sušenja.

Sporost režima jedna je od karakteristika kojom se proizvođači sušionica i kon-

trolne opreme na neki način zaštićuju od naknadnih reklamacija, te navode režime sušenja koji su vrlo dugotrajni zbog niskih radnih uvjeta u sušionici. U kvalitetnijih proizvođača uvijek postoji mogućnost finijeg udešavanja i tzv. slobodnog programiranja režima sušenja tako da uz određeno iskustvo postoji velika mogućnost samostalno, bržeg rada.

4. Tehnološki problemi utemeljeni na kvaliteti upotrijebljene opreme

Na tržištu postoje određeni cjenovni razredi za sušionice i kontrolnu opremu koji se kreću u rasponu od 800 DEM / m³ sušioničkog prostora za najjeftiniju varijantu do 2200 DEM / m³ za najskuplju. Jeftinija i nepreciznija oprema, osim lošije kvalitete izrade te prevelikog pojednostavnjenja i premale mogućnosti samostalne automatske kontrole, u konačnici uzrokuje velike greške, kvarove i, što je najgore, nužan je stalni nadzor i ručno prilagođavanje parametara režima sušenja. Najvažniji dio opreme sušionice jest dobra i kvalitetna izolacija sušioničkog prostora od okoline i mjerni dio automatike koji elektrooptičnom metodom određuje koliki je sadržaj vode u pojedinom uzorku u koji su postavljene sonde. Većina jeftinijih kontrolnih uređaja bazira se na svrstavanju vrsta drva u nekoliko osnovnih skupina prema volumnoj masi (stoga možemo očekivati neprecizan signal o izmjeri sadržaja vode, na temelju čega se kasnije određuju ostali uvjeti sušenja), a dok samo mali dio proizvođača u svojim laboratorijima na temelju iskustava i znanstvenih

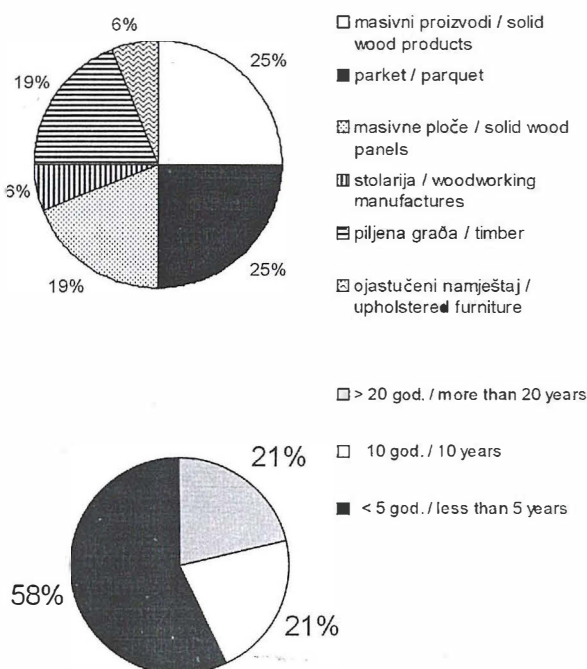
spoznaja određuju algoritme preračunavanja izmjerenog otpora za svaku vrstu drva posebno. Ako je taj signal korektan, proces zadovoljava osnovni preduvjet dobrog funkcioniranja.

Ostali dijelovi opreme također mogu biti različite kvalitete: materijali i dijelovi od kojih se izrađuju sustavi za navlaživanje, cirkulaciju zraka i zagrijavanje (npr. aluminij male čistoće i loših svojstava s obzirom na toplinsko istežanje vrlo brzo pridonosi raspadu zidova montažne sušionice).

Naravno, sva oprema koja se ugrađuje mora imati dobru servisnu potporu proizvođača (što u nas nije uvijek slučaj) i dobar tim za održavanje pogona u pojedinoj tvrtki koji će u kratkom vremenu moći ukloniti manje kvarove.

5. Analiza provedenih ispitivanja The analysis of performed testing

Potreba za dodatnim ispitivanjima i rješavanjima tehnoloških problema prema prikazu na slici 1. većinom se pojavila u tvrtkama koje se bave preradom drva samo u primarnom dijelu (piljena građa) ili proizvodnjom nekog proizvoda nižeg stupnja finalizacije (parket, masivne ploče). Ta je tvrdnja u skladu sa stanjem na području Hrvatske tijekom posljednjih 10 godina (od raspada bivše države). Velike tvrtke u društvenom vlasništvu koje su imale veće tržište podijelile su se (uz iznimke) na više malih. U vrijeme tih promjena na smanjeno tržište znatnije su ušle manje specijalizirane privatne tvrtke koje su se većinom razvijale na sličan način, od trgovanja trupcima, preko

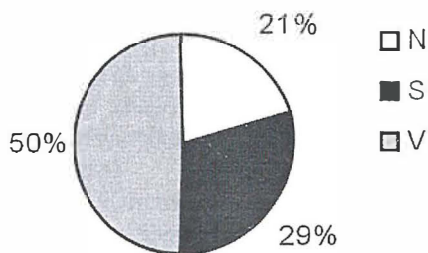


Slika 1:
Podjela i postotni udio tvrtki u kojima su provedena ispitivanja prema vrsti djelatnosti • Share of companies where testing has been performed according to the production type

Slika 2.
Podjela i postotni udio tvrtki u kojima su provedena ispitivanja prema starosti pogona • Share of companies where testing has been performed according to the age of drying technology

Slika 3.

Podjela i postotni udio tvrtki u kojima su provedena ispitivanja prema kvaliteti održavanja (N - niska kvaliteta održavanja, S - srednja kvaliteta održavanja, V - visoka kvaliteta održavanja) • Share of companies where testing has been performed according to the quality of maintenance (N - low maintenance quality, S - medium maintenance quality, V - high maintenance quality)



otvaranja pilanskih pogona, instaliranja energane i sušionice do manjeg pogona za proizvodnju nekoga jednostavnijeg poluproizvoda ili proizvoda.

Na slici 2. prikazana je struktura instaliranih sušionica prema starosti, iz čega je vidljivo da je samo 21 % sušionica u kojima je provedeno ispitivanje starije od 20 godina. Prema tom podatku moglo bi se zaključiti da je, glede starosti sušionica stanje u Hrvatskoj dobro, no nažalost to ne odgovara stvarnosti. Problem je u činjenici da je u velikim drvo-prerađivačkim sustavima razvijen hijerarhijski način odlučivanja i vlasništva, pa osoba koja je tehnolog sušenja nema pravo odlučivati o održavanju sušionica ni o potrebnim investicijama i sl. Tehnolog sušenja ima ograničen pristup informacijama izvan pogona i ne može samostalno kontaktirati sa znanstvenim institucijama i proizvođačima sušionica i opreme. Za razliku od takvih tvrtki, manje privatne tvrtke u jednoj osobi objedinjuju više različitih funkcija (jedan vlasnik) pa su takve osobe zainteresiranije za rješavanje problema koji se pojavljuju pri sušenju jer inače snose izravan financijski gubitak.

Na slici 3. prikazana je autorova subjektivna procjena stupnja održavanja sušionica, iz čega je vidljivo da je 50 % ispitivanih sušionica vrlo kvalitetno održavano (pojedinačno privatno vlasništvo i izravna odgovornost), 29 % srednje je kvalitetno održavano, a 21 % sušionica loše je održavano, što se podudara s podacima sa slike 2, na kojoj je jednak postotak sušionica starijih od 20 godina (amortizacijsko razdoblje sušionica je 10 do 15 godina).

6. Zaključak
6. Conclusion

Na osnovi svega navedenoga moguće je izvesti sljedeće zaključke.

1. Prema načinu nastanka na hrvatskom tržištu postoje dvije vrste tvrtki:

- privatne tvrtke pojedinačnog vlasništva i samostalnog nastanka

- privatizirane bivše tvrtke društvenog podrijetla.

2. Postoji izrazita razlika u kvaliteti sušenja u pojedinim tvrtkama, a s obzirom na:

- uloženi novac
- kvalitetu kupljenih sušionica i kontrolne opreme
- poznavanje problematike sušenja
- kvalificiranost osoba
- interes za unapređenje proizvodnje koji je usko povezan s financijskim mogućnostima.

7. Literatura
7. References

1. Boone, R.S., Kozlik, C.J., Bois, P.J. i Wengert, E.M. (1988): Dry kiln schedules for commercial woods: temperate and tropical. General Technical Report, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, No. FPL-GTR-57, 158 p.
2. Gorišek, Ž i sur. (1994): Sušenje lesa. Priročnik za pouk in delo. Zveza društev inženirjev in tehnikov lesarstva Slovenije. Lesarska založba.
3. Lempelius, J. (1979): Die Schnittholztrocknung. Robert Hildebrand Maschinenbau GmbH, Oberboihingen, 1, 1 - 240.
4. Pervan, S., Grbac, I. i Luketić, Lj. (1998): Ispitivanje konačnog sadržaja vode kao čimbenika kvalitete sušenja. Drvna Industrija, 49 (1), str. 31-40, Zagreb.
5. Pervan, S. (2000): Računalom vođeni proces sušenja drva - trendovi i stanje. Okrugli stol "Primjena računala u šumarstvu, preradi drva i proizvodnji namještaja", Ambianta 2000. Šumarski fakultet, Zagrebački velesajam, str. 7-13.
6. Pervan, S. (2000): Priručnik za tehničko sušenje drva. SAND, Zagreb.
7. Straže, A. (2000): Vpliv sušilnih parametrov na hitrost in intenzivnost obarvanja jesenovine i bukovine. Magistrsko delo. 74 str. Ljubljana.
8. Wengert, E.M. i Boone, R.S. (1993): Quality Drying in a Hardwood Lumber Pre-dryer. Guidebook - Checklist, General Technical Report FPL-IMP-GTR-3. U.S.D.A.
9. *** (1994): Određivanje kvalitete sušenja piljene građe. European Drying Group preporuke - probna verzija. 28 strana. Prijevod, neobjavljeno.