

**NEKI PROBLEMI ENERGETIKE  
U HRVATSKOJ DRVNOJ INDUSTRIJI  
SOME ENERGETIC PROBLEMS  
IN CROATIAN WOODWORKING INDUSTRY**

**Dr.sc. Stjepan Pervan**  
**Dr.sc. Mladen Brezović**  
**Dr.sc. Vladimir Jambreko**

Šumarski fakultet  
Sveučilište u Zagrebu

## **SAŽETAK**

U proteklom razdoblju od dvije godine suradnje sa privredom, u 10 različitih tvrtki koje se bave preradom drva, a imaju instalirane parionice, sušionice i energane, obavljena su, prema potrebi, različita mjerenja i rješavanja tehnoloških problema, prilikom kojih su uočeni neki problemi energetike u vezi sa procesom sušenja i parenja drva.

Prikazani primjeri karakteristični su za trenutnu problematiku energetike hidrotermičke obrade drva u Hrvatskoj.

Primjere je moguće podijeliti u tri skupine s obzirom na:

1. starost pogona – varira s obzirom na tradiciju prerade drva u Hrvatskoj od starih preko 40 godina do potpuno novih rješenja, a u odnosu na starost se javljaju i adekvatni problemi
2. tehnološka rješenja – problemi koji nastaju i na novijim pogonima su uvjetovani kvalitetom i vrijednošću investicije u energane i ostale pogone (manja početna investicija veći problemi i lošija konstrukcijska rješenja)
3. održavanje - jedan od najvećih problema i na starijim i novijim pogonima zbog loše financijske situacije pojedinih tvrtki i trenutne situacije na hrvatskom tržištu

Navedeni su problemi više ili manje riješivi ovisno o spremnosti za dodatnim angažmanom i ulaganjima u poboljšanje cjelokupnog stanja energetike u tvrtkama.

**Ključne riječi:** energetika, upravljanje i iskoristivost energije, ekologija

## **SUMMARY**

In the period of two years of co-operation with industry, in ten different woodworking companies which have kiln dryers and steam chambers installed along with power plants, according to the specific needs research and solving of technological problems were performed. During that time some problems were found concerning energy supply necessary for drying and steaming process of wood.

Examples shown in this paper are characteristic for present situation in hidrotermical processing of wood in Croatia.

Examples of problems can be divided in three groups according to the next topics:

1. oldness of technology – it is variable considering long tradition of woodworking in Croatia from over forty years old to totally new solutions, what determines the type and size of problems
2. technological solutions – problems, which turn up also on new installations, are conditioned with value of investments in power plants (lower starting investment cause bigger problems and construction solutions of lower quality)
3. maintenance - one of the biggest problems on old and new installations caused with bad financial situation of some companies and Croatian market situation

Mentioned problems are more or less solvable depending on readiness for additional efforts and investments in improving the general situation of energy supply in companies.

**Key words:** energy, technological solutions, managing and effectiveness of energy supply, ecology

## 1. Uvod

### 1. Introduction

Stanje u Hrvatskoj na području energetike hidrotermičke obrade drva moguće je shvatiti i prema primjerima navedenima u ovom radu, koji pokrivaju dulje vremensko razdoblje ispitivanja i rješavanja problema u drvnim pogonima koji imaju sušionice, parionice i energane. Trenutačna situacija pokazuje vrlo veliku tehnološku razliku između pojedinih tvrtki koje se bave preradom drva, što uvelike ovisi o količini uloženi sredstava i stručnosti osoba koje se bave hidrotermičkom obradom drva i problematikom u svezi s njome.

Uočene tehnološke probleme moguće je razmatrati sa raznih stajališta u ovisnosti da li se radi o sušionicama, parionicama, energanama, vođenju procesa ili samoj drvnoj sirovini.

### 2 Primjer 1: Starost pogona

#### 2 Example 1 Oldness of instalation



Slika 1. Primjer 40 godina stare intenzivno upotrebljavane sušionice

Figure 1 An example of forty years old kiln dryer



Slika 2. Zidana parionica, loše održavana sa velikim energetske gubicima

Figure 2 Steam chamber, made from bricks, poorly maintained with great energy losses



Slika 3. Sklop zidanih loše održavanih parionica

Figure 3 Group of steam chambers made from bricks, poorly maintained

### 3. Primjer 2: tehnološka rješenja

### 3. Example 2 Technological solutions

#### 3a Sušionice

#### 3a Kiln dryers



Slika 4. Razvod medija za zagrijavanje u sušionici, primjerna izvedba

Figure 4 Distribution of heating media in kiln dryer, exemplary solution



Slika 5. Stariji tip grijača nakon demontaže

Figure 5 Older type of heater after removal from dryer

**3b Parionice**  
**3b Steam chambers**



Slika 6. Otvor za ispuštanje viška pare iz parionice neadekvatno postavljen na visini 3 m  
Figure 6 The vent for removal of steam overflow built on height of 3 m



Slika 7. Loše konstrukcijsko rješenje proizvodnje pare kod indirektnog parenja  
Figure 7 Inadequate construction solution for steam production in indirect steaming process



Slika 8. Posljedica rješenja sa slike 7 – zaražena drvena konstrukcija sa koje se zaraza prenosi na parenu građu  
Figure 8 Consequence from solution on figure 7 – infected wood construction can cause infection on steamed wood

Figure 8 Consequence from solution on figure 7 – infected wood construction can cause infection on steamed wood



Slika 9. Grijači za indirektno parenja – izvedba od nehrđajućeg čelika  
Figure 9 Stainless steel heaters for indirect heating

**3c Energane**  
**3c Power plants**



Slika 10. Pužni transporter za dobavu piljevine iz silosa u peć – problematično rješenje  
Figure 10 Conveyor worm for sawdust delivery from silo to power plant – problematic solution

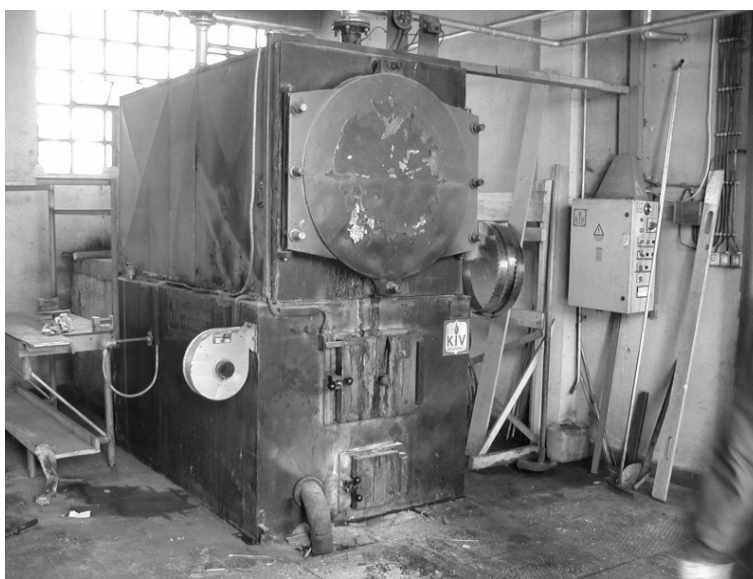


Slika 11. Tračni transporter za dobavu piljevine iz silosa u peć – skuplje ali bolje rješenje  
Figure 11 Belt conveyor for sawdust delivery from silo to power plant – more expensive but better solution



Slika 12. Peć manje snage – često rješenje u manjim drveno industrijskim pogonima (kasnije problem zbog premale snage)

Figure 12 Boiler of smaller heating power – often solution in smaller woodworking companies (in later use problems with lack of heating energy)



Slika 13. Peć manje snage, primjer lošeg održavanja

Figure 13 Boiler of smaller heating power, an example of poor maintenance

**4. Primjer 3: Održavanje**  
**4. Example 3: Maintenance**

**4a Sušionice**  
**4a Kiln dryers**



Slika 14. Loše nalijeganje brtvi na okvir vrata sušionice – miješanje vanjskog i unutarnjeg zraka, kondenzacija vlage iz zraka)

Figure 14 Kiln dryers door poor sealing – mixing of outer and inner air, condensation of moisture from air



Slika 15. Utjecaj topline na premaz zida sušionice kod lošeg brtvljenja

Figure 15 Influence of heat on kiln dryer wall coating – poor sealing

**4b Parionice**  
**4b Steam chambers**



Slika 16. Parionica – kombinacija željeza i nehrđajućeg čelika – kondenzacija vodene pare zbog lošeg brtvljenja vrata i propadanja okvira i konstrukcije vrata zbog agresivne kisele sredine

Figure 16 Steam chamber – combination of iron and stainless steel – condensation of steam caused with poor door sealing and degradation of doorframe and construction – acid environment



Slika 17. Oštećenje vrata parionice uslijed nepažljive manipulacije viličarom – gubitak toplinske energije  
Figure 17 Steam chamber damaged door caused by careless forklift truck manipulation – heat energy loss



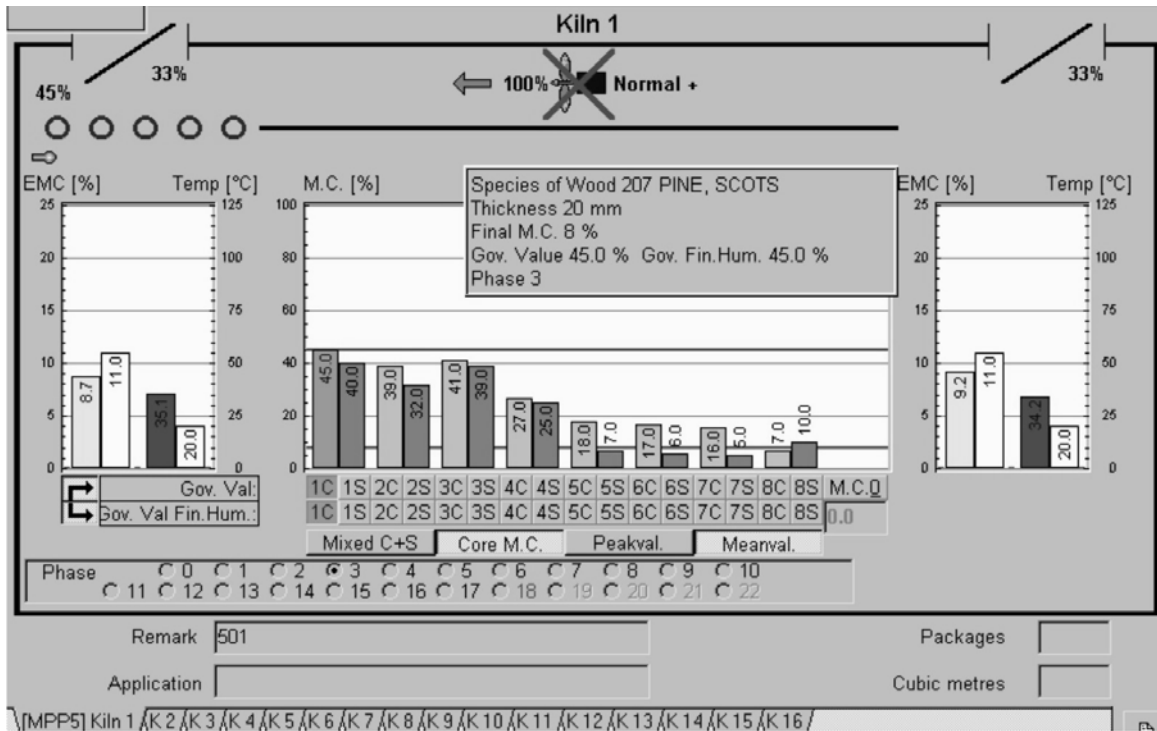
**5. Upravljanje energijom**  
**5. Energy management**



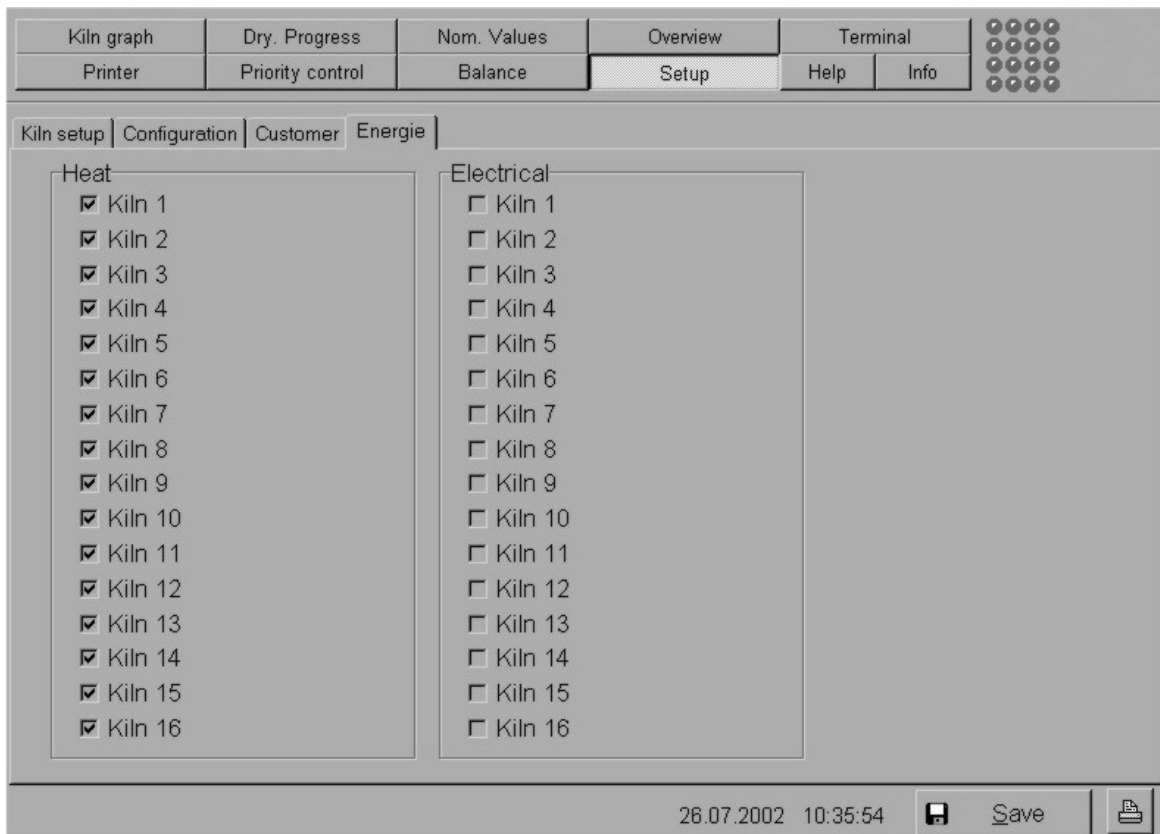
Slika 18. Ekran frekventnog pretvarača u elektroormaru sušionice – značajne uštede električne energije  
Figure 18 frequency converter display mounted at electrical installation housing – significant savings of electrical energy



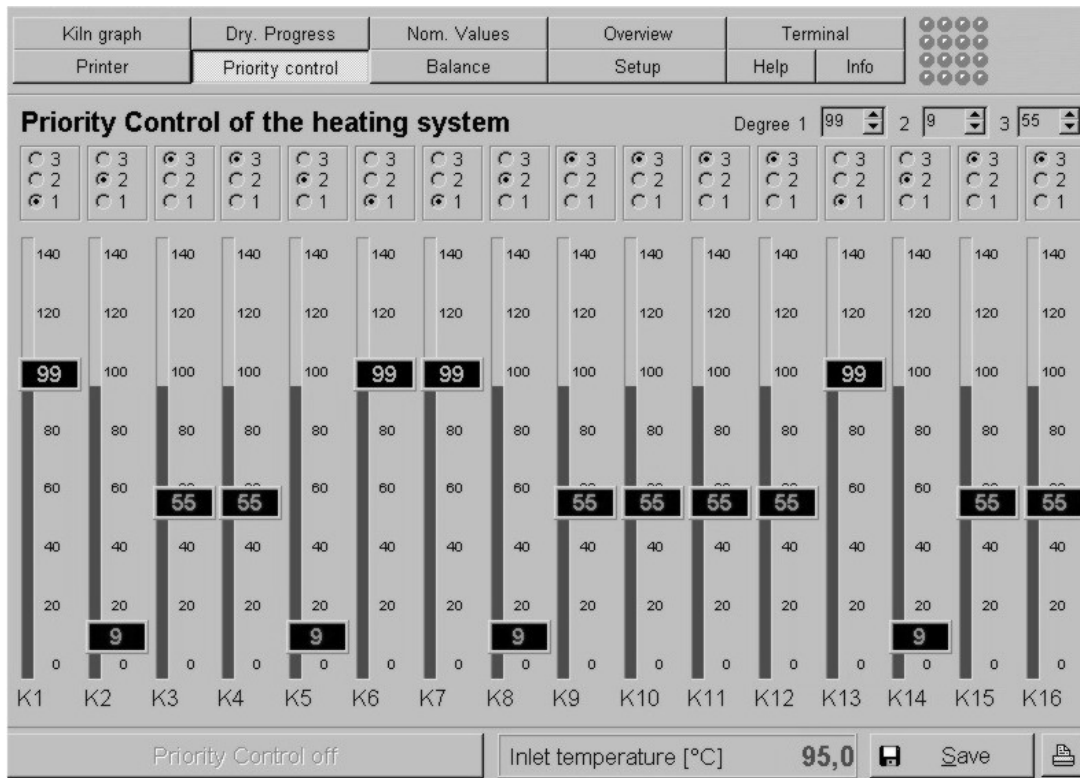
Slika 19 Frekventni pretvarači  
Figure 19. Frequency converters



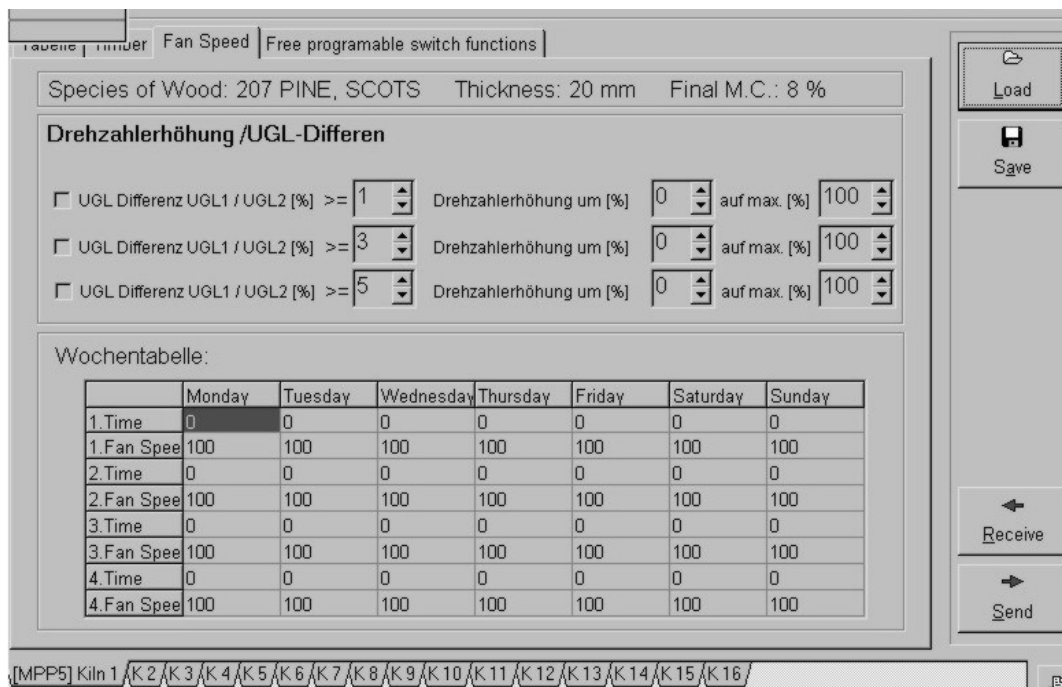
Slika 20. Upravljanje energijom u sušionicama putem računala  
 Figure 20 Computer supported energy management in kiln dryers



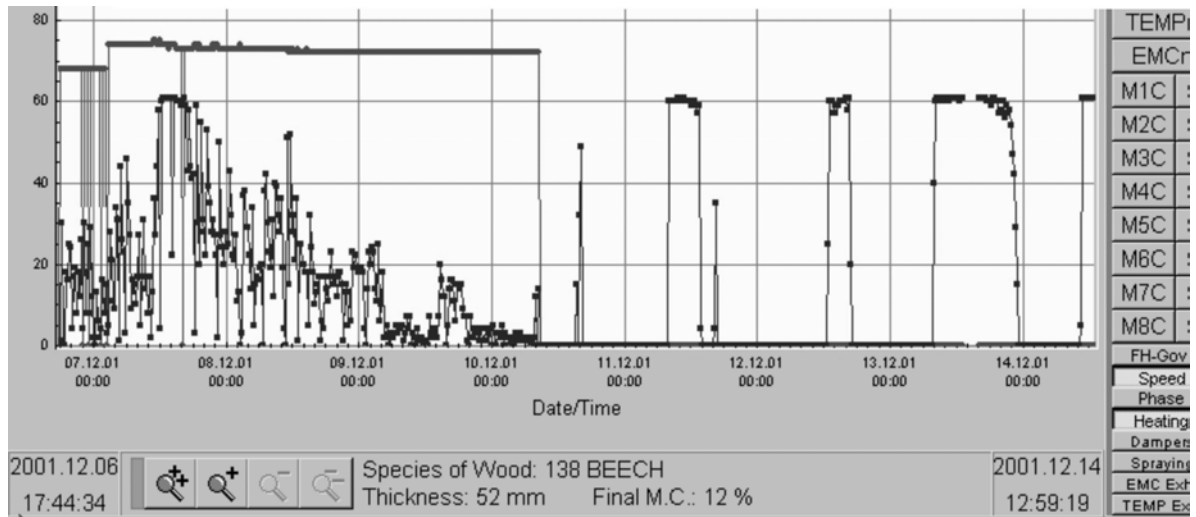
Slika 21. Uključivanje sušionice u rad  
 Figure 21 Kiln dryers work engagement



Slika 22. Raspodjela toplinske energije prema prioritetima sušenja  
 Figure 22 Distribution of heat energy according to drying priority



Slika 23. Slobodno programiranje brzine okretaja ventilatora u sušionicama prema fazi sušenja, dobu dana i tjednom radu  
 Figure 23 Free programmable ventilator speed regulation according to the drying phase, day and week time



Slika 24. Grafički prikaz stanja brzine vrtnje ventilatora i elektromagnetskih ventila grijanja – mogućnost određivanja vremena nastanka problema sa opremom

Figure 24 Graphical presentation of ventilator speed and heating system – possibility for determining the exact malfunction moment

## 6. Iskorištenje drvene sirovine

### 6. Exploitation of wood raw material



Slika 25. Usitnjavanje krupnog pilanskog ostatka za spaljivanje u kotlovnici

Figure 25 Chipping of sawmill rests for burning in power plant



Slika 26 Odvoz viška piljevine na deponij

Figure 26. Transportation of sufficient saw dust from factory to dump

## 7. Tehnološki problemi utemeljeni na kvaliteti upotrijebljene opreme 7. Technological problems based on quality of used equipment

Na tržištu postoje određeni cjenovni razredi za sušionice, parionice, kotlovnice i kontrolnu opremu. 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 svih parametara.

Naprimjer 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 dio opreme također može 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 istezanje vrlo brzo pridonosi odvajanju 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.

## 8. Karakteristične greške hidrotermičke obrade drva 8. Characteristic defects of hidrotermical processing of wood

Različite vrste grešaka prouzročenih neodgovarajućim režimom **tijekom sušenja** - diskoloracija hrastovine, bukovine, trešnjevine i orahovine uzrokovane npr. prevelikom količinom topline koja ulazi u sušionice zbog lošijeg konstrukcijskog rješenja.

Loša cirkulacija zraka - uzrokovana ne samo lošim načinom slaganja nego i preslabim ventilatorima za cirkulaciju zraka

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 ako ne postoji Klimatizirani skladišni prostor za koji je potrebno osigurati dodatnu energiju za grijanje).

Geške pri projektiranju sušionica (smještaj ventilatora, loše brtvljenje vrata i zidova sušionice koje uzrokuje gubitke topline)

Greške tijekom procesa parenja – postizanje krive boje trešnjevine i bukovine zbog vodene pare previsoke ili preniske temperature

## 9. Ekologija

### 9. Ecology

Kao najveći problem ostaje gospodarenje ostatkom od prerade drva koji se u Hrvatskoj u neadekvatnoj mjeri iskorištava, a vrlo često se niti ne zbrinjava na odgovarajući način.



Slika 27. Problem odlaganja viška piljevine – mogućnost samozapaljenja

Figure 27 Problem of deposition of sufficient saw dust – possibility of self ignition

## 9. Diskusija

### 9. Discussion

Potreba za dodatnim ispitivanjima i rješavanjima tehnoloških problema 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 otvaranja pilanskih pogona, instaliranja energane i sušionice do manjeg pogona za proizvodnju nekoga jednostavnijeg poluproizvoda ili proizvoda.

Prema starosnoj strukturi instaliranih pogona u prosjeku moglo bi se zaključiti da je, stanje u Hrvatskoj dobro, no nažalost to ne odgovara stvarnosti. Problem je u činjenici da je u velikim drvnoprerađivačkim sustavima razvijen hijerarhijski način odlučivanja i vlasništva, pa osoba koja je tehnolog sušenja nema

pravo odlučivati o održavanju instalacija zahidrotermičku obradu drva ni o potrebnim investicijama i sl. Tehnolog ima ograničen pristup informacijama izvan pogona i ne može samostalno kontaktirati sa znanstvenim institucijama i proizvođačima 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 hidrotermičkoj obradi drva jer inače snose izravan financijski gubitak.

## **Zaključak**

### **Conclusion**

Na osnovi svega navedenoga moguće je izvesti sljedeće zaključke.

1. Vlasnički odnosi:  
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, parenja i gospodarenja energijom i sirovinom u pojedinim tvrtkama, a s obzirom na:
  - uloženi novac
  - kvalitetu kupljene opreme
  - poznavanje problematike sušenja, parenja i energetike sa naglaskom na ekologiju
  - kvalificiranost osoblja i njegova suradnja sa znanostima
  - interes za unapređenje proizvodnje koji je usko povezan s financijskim mogućnostima.

## **Literatura**

### **References**

1. Gorišek, Ž i sur. (1994): Sušenje lesa. Priročnik za pouk in delo. Zveza društev inženirjev in tehnikov lesarstva Slovenije. Lesarska založba.
2. Lempelius, J. (1979): Die Schnittholz Trocknung. Robert Hildebrand Maschinenbau GmbH, Oberboihingen, 1, 1 - 240.
3. 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.
4. Pervan, S. (2000): Priručnik za tehničko sušenje drva. SAND, 272 str.
5. Pervan, S., Ištvančić, J. i Grbac, I. (2001): Najčešće teškoće u hrvatskoj sušioničkoj praksi. Drvna industrija, Vol 52, 3, str. 131 - 136.
6. Wengert, E.M. i Boone, R.S. (1993): Quality Drying in a Hardwood Lumber Predryer. Guidebook - Checklist, General Technical Report FPL-IMP-GTR-3. U.S.D.A.
7. \*\*\* (1994): Određivanje kvalitete sušenja piljene građe. European Drying Group preporuke - probna verzija. 28 strana. Prijevod.