

Analiza sposobnosti tehnoloških procesa u proizvodnji namještaja od punog drva

EFFICIENCY ANALYSIS OF WOOD-TECHNOLOGICAL PROCESSES IN SOLID-WOOD FURNITURE MANUFACTURE

Prof. dr. sc. Mladen Figurić
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 634*79

Prispjelo: 8. 11. 1994.
Prihvaćeno: 12. 01. 1995.

Prethodno pripoćenje

Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja sposobnosti drvnotehnoloških procesa u proizvodnji namještaja od punog drva glede održavanja projektirane razine kvalitete. U radu su prikazani rezultati ispitivanja u pet različitim pogona te su dane određene preporuke za smanjenje troškova dorade i škarta te za uspostavljanje sustava upravljanja kvalitetom na novi način.

Specially trained controllers who simultaneously carried out the survey used XR-control cards for measurement units control, and the np, p and single cross control grading cards.

On the basis of the survey we conclude that in wood processing, which is a typical export branch with low rate of profit, quality control has not been paid the needed attention. When new position on the market are sought, it is certain that great savings can be realised in the field of introducing quality management and control.

Insufficient attention has been paid to the costs due to errors in production processes.

Due to the increasing demands on the world wood products market, the costs of quality control are on a constant rise. Thus they will be a major item in the structure of total costs in a wood-processing enterprise.

The results of this research show, that in wood industries all activities will have to be directed to the reduction of the costs connected with final processing and waste material.

However, this primarily refers to the field of raw material preparation (cutting and drying), since the results have shown that in machine processing of the surveyed plants no excessive wastes were recorded, owing to the fact that the technological solutions enabled a high degree of precision in this production phase.

Summary

This paper shows the results of researching into the potential of different wood-technological processes in solid-wood furniture manufacture in terms of maintaining the planned quality level.

The first step is to do the deficiency classification as to the kinds or significance of the chosen plants, products, systems or units and quality characteristics. Then test results from five different plants are given with certain suggestions regarding the reduction of waste material and final processing costs, and the establishment of a quality control system in a new way. The chosen processes and products were from solid-wood furniture and chairs manufacture. A representative sample of wood-technological processes from characteristic production programmes has thus been achieved.

1. UVOD I PROBLEMATIKA

Za definiciju sposobnosti drvnotehnoloških procesa i proizvoda u ovom je radu prihvaćena definicija da je sposobnost procesa i proizvoda u izvršavanju kvalitete u procesu s danim činiteljima i u normalnim uvjetima koji su pod kontrolom.

Pod činiteljima se razumijevaju sirovine, strojevi ili oprema, kvalifikacijska struktura i sposobnost radnika, kvaliteta i preciznost mjerne opreme, kao i kvalifikacijska struktura i sposobnosti kontrolora. Promjene nekoga od tih činitelja, ili više njih, uzrokuje promjene sposobnosti procesa ili proizvoda.

Osnovni zadatak analize sposobnosti procesa i proizvoda bila je obradba i proučavanje procesa i proizvoda koji u normalnim uvjetima ne zadovoljavaju propisane tolerancije ili propise. Snimanja koja su provedena trebala su pokazati kakav je položaj izmjerenih ili atributivno ocijenjenih vrijednosti na karakteristikama kvalitete proizvoda iz procesa s obzirom na granice tolerancije ili propisa.

Na osnovi navedenih definicija i pristupa provedena je analiza sposobnosti nekih karakteristika drvnotehnoloških procesa i proizvoda u preradbi drva Hrvatske, kako bi se dobila opća slika stanja. Cilj snimanja i odgovarajućih analiza bilo je ustanovljenje stup-

nja i sposobnosti proizvodnje namještaja od punog drva jer su proizvodni programi drvne industrije Hrvatske najzanimljiviji i najkonkurentniji na svjetskom tržištu.

2. METODA RADA

Metoda rada u spomenutim istraživanjima sastojala se od ovih faza:

2.1. izbora karakterističnih pogona i procesa u proizvodnji namještaja od punog drva,

2.2. izbor metode snimanja podataka za proučavanje sposobnosti drvnotehnoloških procesa i proizvoda,

2.3. analiza i obradba snimljenih podataka.

Izabrani procesi i proizvodi primjenjivali su se u proizvodnji namještaja od punog drva i proizvodnji

stolica. Time je dobiven reprezentativan uzorak za drvnotehnološke procese u proizvodnji karakterističnih proizvodnih programa preradbe drva.

Kao metoda snimanja podataka prihvaćene su kontrolne karte, i to za kontrolu mjernih veličina -XR - kontrolna karta, a za atributivno ocjenjivanje np i p - kontrolne karte te je jednostruka križna kontrolna karta, a snimanje su obavili stručno obučeni snimatelji - kontrolori, i to gotovo istodobno u pet različitim pogona.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Snimanje podataka vršeno je na odabranim kontrolnim radnim mjestima A-F u pet proizvodnih pogona u dvije tvornice stolica, dvije tvornice namjenskih

Podaci kontrole kvalitete za p - kontrolnu kartu po danima
Quality control for p - control chart per day

Tablica 1.
Table 1.

Dani Days	Broj pregl. kom. No check pcs.	Neispravnosti Defects													
		A		B		C		D		E		F		Ukupno Total	
		kom. pcs.	%	kom. pcs.	%	kom. pcs.	%	kom. pcs.	%	kom. pcs.	%	kom. pcs.	%	kom. pcs.	%
1	200	3	1,5	5	2,5	4	2,0	14	7,0	1	0,5	1	0,5	28	13,0
2	180	2	1,1	4	2,2	3	1,66	11	6,1	-	-	-	-	20	11,1
3	190	2	1,05	4	2,1	3	1,57	12	6,3	-	-	-	-	21	11,1
4	150	-	-	2	1,3	1	0,6	8	5,3	-	-	-	-	11	6,5
5	180	2	1,1	3	1,6	2	1,1	11	6,1	-	-	-	-	18	9,8
6	175	1	0,6	3	1,7	2	1,1	9	5,1	-	-	-	-	15	7,9
7	190	2	1,05	4	2,1	1	0,5	13	6,8	-	-	-	-	20	10,5
8	195	2	1,02	4	2,05	1	0,5	12	6,1	1	0,5	-	-	20	9,1
9	200	2	1,0	4	2,0	3	1,5	15	7,5	1	0,5	1	0,5	26	12,0
10	185	2	1,08	3	1,6	1	0,5	13	7,02	-	-	-	-	19	9,6
	1845	18	0,9	36	1,95	21	1,15	118	6,33	3	0,15	2	0,10	198	10,7

Podaci kontrole kvalitete po danima za np - kontrolne karte
Quality control for np - control chart per day

Tablica 2.
Table 2.

Dani Days	Broj pregled. kom. No. checked pcs.	Broj neispravnih komada Number of defect pieces						Ukupno Total
		A	B	C	D	E	F	
1.	180	2	4	3	10	-	-	19
2	180	2	3	4	9	-	1	19
3	180	1	3	3	10	1	-	18
4	180	3	4	3	11	-	-	21
5	180	2	3	2	10	1	-	18
6	180	3	2	3	10	-	1	19
7	180	2	3	2	11	-	-	18
8	180	2	4	3	9	-	-	18
9	180	2	4	4	8	1	-	19
10	180	2	3	3	9	-	-	17
Ukupno Total	1800	21	33	30	97	3	2	186

Ključna kontrolna radna mjesta u proizvodnji
Key control posts in production process

Tablica 3.

Table 3.

	Kontrolno mjesto Control post	Greške koje se kontroliraju Controlled errors	Greške za "loše" (ne tolerira ju se) Not tolerated errors
A	sortirni stol iza blanjalice sort table behind the planer	na blanjanim elementima za sjedala: - greške građe,- greške od insekata,- greške od gljiva on planed elements for seats: - material errors,- insects errors,- fungi errors	neprava srž,kvrge,lisičavost,trulež,loše sljubnice non streight pith,knots,rottenness,bed bonding areas
B	ispred blanjalice in front of planer	greške sušenja drying errors	zakrivljenost,raspucalost curveness,cracks
C	sušionička paleta,prije strojne obradbe drying palette,before machine processing	greške savijanja bending errors	povećanje luka,vitoperost,lomovi u sredini luka,raspucanost čela bigger arch,warps,breaks in the middle of the arch,front craks
D	tokarski stroj turning machine	greške tokarenja turning errors	lomovi elemenata,zacijepljenost - čupavost element breaks,grafts
E	čeparica za obradbu čepova,bušilica cork machine,power drill	netočnost dimenzija dimension errors	zanačajna odstupanja dimenzija čepa significant cork dimension errors
F	skladište gotove robe final products warehouse	estetske greške na lakiranim površinama esthetic errors on lacquered areas	nadvisanje sljubnice kod sjedala seats bonding area overtoping

poluproizvoda za namještaj i stolice i jednoj tvornici komadnog namještaja.

3.1. Tvornica stolica (prvi pogon)

Analiza sposobnosti procesa i ispravnost proizvoda izvršena je p i np - kontrolnom kartom na proizvodu stolica 6408. U tablici 1. i 2. prikazani su rezultati snimanja, a u tablici 3. ključna radna mjesta i vrste grešaka. Kriteriji za dopuštene greške određivani su prema internim normama za provođenje kontrole kvalitete materijala, te točnosti i finoće mehaničke obradbe ili prema zahtjevima kupca.

Na osnovi rezultata snimanja ustanovljen je prosječan postotak škarta u proizvodnji promatranog proizvoda i na izabranim mjestima kontroliranja i iznosi 10,7%.

Kako su u radu identificirane i pojedine greške, one su rangirane kako je prikazano u tablici 4.

Rangiranje grešaka prema vrsti i mjestu kontroliranja
Error ranking as to kind and place of a control

Tablica 4.
Table 4.

strojna obradba machine processing	udio grešaka,% proportion of errors %
1. greške tokarenja turning errors	6,33
2. greške sušenja drying errors	1,92
3. greške savijanja bending errors	0,9
4. greške na materijalu material defects	1,1
5. netočnost dimenzija inaccuracy of dimensions	0,15
površinska obradba surface processing	%
1. greške na lakiranim površinama errors on varnished surfaces	0,1

Analizom je ustanovljeno da najveće neispravnosti nastaju na tokarskom stroju, zatim slijede radna mjesta na kojima nastaju greške sušenja i savijanja, na osnovi čega se može zaključiti da je osnovni problem u pripremi materijala prije obradbe.

Usporedno s p-kontrolnim kartama provedena je i kontrola np- kontrolnim kartama.

3.2. Tvornica stolica (drugi pogon)

U drugoj tvornici stolica obavljeno je snimanje na isti način kao i u prethodno opisanom primjeru, s tim da su analizirane ispravnosti ovaj put prema pojedinim mjestima stolice AW-391/S i stolice AW-196/MB. Rezultati istraživanja dani su samo za p- kontrolnu kartu.

a) Stolica AW-391/S

prosječni p = 7,71 % (za stolicu), a na pojedinim je mjestima p bio:

- masivno sjedište, p = 16,43%
- luk naslona, p = 11,43%
- naslon letvice, p = 1,43%
- noga, p = 5,95%
- poveznik, p = 3,33%

b) Stolica AW-196/MB

Prosječni p iznosio je 8,19% (za stolicu), a za pojedina mjesta p je bio ovakav:

- masivno sjedište, p = 15,48%
- luk naslona, p = 12,86%
- naslon letvice, p = 2,38%
- noga, p = 7,14%
- poveznik, p = 3,10%

3.3. Tvornica elemenata od punog drva (kooperant tvornice stolica), prvi pogon

Analizom 700 elemenata od punog drva koji se kooperacijski izrađuju za tvornicu stolica, i to za stolicu A-615, p- kontrolnom kartom ustanovljeno je da 57,2% elemenata ne odgovara zahtjevima kvalitete što ih je odredio kupac stolica. U tablici 5. dan je prikaz prema elementima:

Postotak p po elementima
percentage p for each element

Tablica 5.
Table 5.

Broj No.	Element	p (%)
1	prednja noga front leg	63
2	stražnja noga back leg	53
3	prednji nosač sjedišta front seat carrier	54
4	stražnji nosač sjedišta back seat carrier	55
5	nosač naslona bench carrier	61

3.4. Tvornica elemenata za stolice (drugi pogon)

U ovoj tvornici obavljeno je istodobno snimanje p - kontrolnom kartom i križnom kontrolnom kartom. Prosječni p iznosio je 17,99%, a učešće grešaka prema pojedinim vrstama prikazano je u tablici 6.

Udio pojedine vrste grešaka
Proportion per error type

Tablica 6.
Table 6.

Naziv greške Error type	Broj grešaka No. of errors	% zastupljenosti proportion
Tip A	470	47,87
Tip B	29	2,34
Tip C	211	17,00
Tip D	26	2,10
Tip E	29	2,34
Tip F	34	2,74
Tip G	10	0,81
Tip H	7	0,56
Tip I	401	32,31
Tip J	24	1,93
Σ	1241	100

3.5. Tvornica komadnog namještaja od punog drva

U istom su pogonu snimane mjerne veličine XR - kontrolnom kartom. Rezultati su dani u tablici 7.

Najveća su odstupanja ustanovljena na naslonu stolice, i to kod širine elemenata, a iznose 63,2% ukupnog broja izmjerenih elemenata. Također su ustanovljena odstupanja od dopuštenih granica i na sjedalu stolice - debljini, a iznose 43,2% ukupnog broja izmjerenih elemenata.

Iz tablice je vidljivo da se tokareni elementi - noga stolice, veznik naslona i veznik nožišta - kreću unutar granica odstupanja.

Manja odstupanja ustanovljena su na naslonu stolice, i to mjerenjem dubine, a iznose 9,6%, zatim na sjedalu stolice, za širinu 4% i dužinu 0,8% ukupnog broja elemenata.

4. UTJECAJ TROŠKOVA ŠKARTA NA POSLOVANJE

U svakoj tvornici provedena je i ekonomska analiza troškova škarta i dorade. Zbog ograničenosti prostora donosimo samo rezultate iz prve tvornice stolica, a prikazani su u tablicama 8. i 9.

Iz tablice 8. može se zaključiti sljedeće: u svim fazama obradbe najveći psototak škarta je onaj u obradbi elemenata i iznosi 556.213,57 kn, zatim škart sklopova 106.806,10 kn, i škart proizvoda - 2.372,42 kn.

Najveći gubitak zbog pojave škarta nastao je u fazi V.

Nakon toga provedena je analiza škarta obradbe po elementima u fazi V.

Tražeći eventualne uzroke obavljeno je istraživanje utjecaja postotka izvršenja normi na postotak škarta u svakoj tvornici posebno. Podaci iz jedne tvornice o izvršenju normi i postotku škarta za I. i II. kvartal dani su u tablici 10.

Rezultati dobiveni XR - kontrolnom kartom
Results obtained by XR - control chart

Tablica 7.
Table 7.

Element	Broj izmjer. No. of checked elements	Broj elemenata koji se kreću izvan kontrolnih granica No. of elements outside control limits					
		Debljina thickness		Širina width		dužina length	
		kom.pcs.	%	kom.pcs.	%	kom.pcs.	%
sjedalo stolice chair seat	125	54	43,2	5	4	1	0,8
naslon stolice chair bench	125	12	9,6	79	63,2	0	0
noga stolice chair leg	125	0	0	0	0	0	0
veznik naslona bench link	125	0	0	0	0	0	0
veznik nožišta leg link	125	0	0	0	0	0	0

Raspored troškova škarta i obrade po fazama rada
Costs of defects and repairs per work phase

Tablica 8.
Table 8.

Faza rada Work phase	Elementi - Elements		Sklopovi - Parts		Proizvodi - Products		Ukupno Total (kn)
	Škart obradbe Process waste (kn)	Škart materijala Material waste (kn)	Škart obradbe Process waste (kn)	Škart materijala Material waste (kn)	Škart materijala Material waste (kn)	Škart materijala Material waste (kn)	
I	5.877,41	1.940,38					7.817,80
II						2.372,42	2.372,42
III	33,79						33,79
IV	25.308,96		5.087,10				30.396,06
V	378.307,14		101.720,00	390,50			480.417,63
VI	113.262,72						113.262,75
VII	33.423,17						33.423,17
Ukupno Total	555.213,57	1.940,38	106.807,10	390,50		2.372,42	667.723,62

Troškovi rasta kod obrade po fazama rada
Costs of defects at repair per work phase

Tablica 9.
Table 9.

Redni bro No.	Faza rada Work phase	Škart obradbe process waste		Ukupno Total		Cijena po 1 kom. Price per piece	Ukupno za škarta obrade Total process waste
	Faza B	koin.	%	kom.	%	kn	kn
1	EL1	2367	22	2367	22	19.763,20	46.779,46
2	EL2	1680	9	1680	9	11.964,80	20.100,86
3	EL3	2399	8	2399	8	46.854,40	112.403,71
4	EL4	1934	13	1934	13	35.587,20	68.825,63
5	EL5	2165	3	2165	3	18.912,00	40.944,48
6	EL6	1691	11	1691	11	20.086,40	33.695,52
7	SK1	2950	8	2950	8	14.345,60	42.319,52
8	SK2	3125	40	3125	40	32.550,40	101.720,00

Tablica 10.
Table 10.

Radno mjesto Work place	x ₁	y ₁	x ₂	y ₂	k ₁	k ₂	k ₁ ²	k ₂ ²	k ₁ k ₂
1. klatna pila Swing saw	29	16	22	12	1,318	1,333	1,737	1,777	1,754
2. Kruž. pila I Circular saw I	30	14	27	11	1,111	1,273	1,234	1,621	1,414
3. Kruž. pila II Circular saw II	32	12	27	12	1,185	1,000	1,404	1,000	1,185
4. Ravnalica Plain	30	12	22	9	1,364	1,333	1,860	1,777	1,818
5. Fina klat. pila Fine swing saw	25	10	28	12	0,893	0,833	0,797	0,694	0,744
6. Tokar stroj I Turning machine	27	12	15	7	1,800	1,714	3,240	2,938	3,085
7. Tokar stroj II Turning machine	27	8	17	5	1,588	1,600	2,522	2,560	2,541
					9,259	9,086	12,794	12,367	12,544

x₁ - postotak prebačaja normi u prvom kvartalu,
norm exceed percentage in first quarter,
y₁ - postotak škarta u prvom kvartalu,
waste percentage in first quarter,
x₂ - postotak prebačaja normi u drugom kvartalu,
norm exceed percentage in second quarter,
y₂ - postotak "škarta" u drugom kvartalu
waste percentage in second quarter

$$k_1 = \frac{x_1}{x_2}$$

$$k_2 = \frac{y_1}{y_2}$$

$$k_1 = \frac{x_1}{x_2}$$

$$k_2 = \frac{y_1}{y_2}$$