

OVISNOST ŽLJEBLJIVOSTI O NEKIM MEHANIČKIM SVOJSTVIMA KARTONA

DEPENDENCE OF GROOVING ON MECHANICAL PROPERTIES OF CARDBOARD

Darko Babić, Grafički fakultet u Kiseljaku

Sažetak

Ispitivana su neka mehanička svojstva (prekidno rastezanje, savijanje, krutost, površinska upojnost) površinskih masa jednostrano premazanih 9 vrsta kartona i tražena njihova veza sa žljebljivošću. Nakon provedenih ispitivanja nije uočena znatnija veza između mehanički ispitivanih svojstava kartona i žljebljivosti. Istraživanje treba nastaviti traženjem veze između drugih mehaničkih svojstava kartona (ponajprije debljine i vlage) i njegove žljebljivosti.

Summary

Nine different cardboard types were coated on one side and certain mechanical characteristics (breaking tension, stiffness, surface absorbing) of their surface were tested in order to establish a possible connection with grooving. After the tests, we were unable to establish any obvious connection between the foresaid mechanical characteristics of the cardboard types and grooving. Any further research should try to establish a connection between other mechanical characteristics of cardboard (primarily thickness and humidity) and grooving.

Uvod

Kad se govori o ambalaži, potrebno je uvijek imati na umu da postoji cijeli niz zadaća i zahtjeva kojima ona mora udovoljiti. Osim

osnovne zadaće – zaštite proizvoda – postoje i drugi, ne manje važni zadaci, kao što su prenošenje informacija, transport proizvoda, skladištenje robe i reklamiranje te, nimalo manje važan uvjet, na koji se danas sve više pazi – estetski izgled. Taj uvjet kojemu mora udovoljiti ambalaža danas je, može se gotovo sigurno reći, drugi bitan zadatak ambalaže, odmah iza zaštite proizvoda. To je posebice zamjetno kod ambalaže u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, a nije nimalo manje važno ni u farmaceutskoj industriji. Naime, prvi kontakt nekog proizvoda u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji s kupcem uglavnom se ostvaruje putem ambalaže. Primjerice, kada prvi put kupujemo čaj, mlijeko, kavu, kakao, cimet, čokoladu, kekse, bombone, brašno, aspirin, šumeće vitaminske tablete, parfeme, šampone ili mnoštvo drugih proizvoda, njihovu ćemo kvalitetu vrlo često procjenjivati prema njihovoj ambalaži, kao što ćemo provjerenu marku i dokazanu kvalitetu prepoznavati po vrhunski dizajniranoj ambalaži. Ako je ambalaža neuredno izrađena, loše dizajnirana ili vrstom materijala i veličinom neodgovarajuća, kupac lako odustaje od proizvoda. Čak i kad se kupuje poznati proizvod u poznatoj ambalaži, a ona je oštećena, kupac će svakako nastojati kupiti proizvod u neoštećenoj ambalaži.

Kvalitetna ambalaža nije samo preduvjet izlaganja robe u trgovini. Važnost kvalitetne ambalaže očituje se već i tijekom tehnološkog procesa pakiranja robe u ambalažu. Suvremeni ambalažni strojevi, koji su u liniji najčešće posljednji i pakiraju proizvod u komercijalnu ambalažu, zahtijevaju visokokvalitetno izrađene

prireze ili gotove kutije kako bi mogli brzo (od nekoliko stotina do nekoliko tisuća zapakiranih proizvoda u satu) i kvalitetno obavljati pakiranje proizvoda bez zastoja. Najčešći uzrok zastoja u procesu pakiranja proizvoda jest žlijebljenje, koje se obavlja na štanci usporedno s štancanjem prireza iz otisnutih araka.

Žlijebljenje, dakle, omogućuje lakše oblikovanje kutije i pakiranje proizvoda u nju, ali i osigurava uredan izgled pakovine.

Žlijebljenje kao postupak ovisi o mnogim kontroliranim faktorima, ali i onima koji se mogu nepredviđeno mijenjati čak i tijekom samoga tehnološkog procesa (vlaga kartona, istrošenost kanala za žlijebljenje, brzina štancanja prireza, promjena kvalitete kartona i niz drugih parametara). Stoga je sve te parametre potrebno ispitati, utvrditi njihovu međusobnu ovisnost, ali i ovisnost o kvaliteti žljebova samog prireza.

Da bismo otkrili postoji li kakva funkcionalna veza između nekih mehaničkih svojstava kartona i kvalitete žljebova ili, kolokvijalno rečeno, žljebljivosti, proveli smo ispitivanje samo nekih svojstava kartona. Ostale parametre nismo mijenjali, pa je stoga ovo preliminarno istraživanje. Ispitali smo četiri osnovna svojstva kartona i pokušali ih dovesti u neku logičku vezu sa žljebljivošću.

Ispitali smo:

1. otpornost prema kidanju ili prekidno rastezanje,
2. otpornost prema savijanju ili određivanje broja dvostrukih savijanja,
3. krutost,
4. površinsku upojnost,
5. žljebljivost.

1. Opis postupaka kojima smo se služili

1.1. Otpornost prema kidanju ili prekidno rastezanje

Ispitivanje se provodi tako da se naprave papirne epruvete dimenzija 15 x 200 mm. Ispitivano je 10 uzoraka izrezanih uzdužno i 10 uzoraka izrezanih poprečno na smjer vlakana kartona. Mjerni je aparat pokazivao otpornost na kidanje (F) i rastezanje epruvete (njevino

produženje) prije pucanja ζ [%]. Ispitivanje je uspješno provedeno ako epruvete puknu u vremenu 20 ± 5 [s]. Uz pomoć navedenih podataka dobije se prekidna dužina (L) po formuli:

$$L = \frac{F \cdot 10^6}{x \cdot b} \quad [\text{m}].$$

F – otpornost prema kidanju [kp]

x – površinska masa kartona [g/m²]

b – širina trake [15 mm]



Slika 1. Aparat za kidanje papira



Slika 2. Detalj pričvršćivanja papirne epruvete na aparatu za kidanje papira

Kao krajnji rezultat izračunane su srednje vrijednosti $[\bar{x}]$. Standardna devijacija mjerenih veličina je σ .

1.2. Otpornost prema savijanju ili određivanje broja dvostrukih savijanja

Ispitivanje se provodi tako da se naprave epruvete dimenzija 15 x 140 mm. Napravljeno je 10 epruveta izrezanih u smjeru vlaknaca i 10 epruveta izrezanih okomito na smjer vlaknaca kartona. Na skali se odčita broj dvostrukih savijanja (jedno savijanje udesno i jedno ulijevo). U tom slučaju broj je bez oznake mjernih jedinica. Vrijednosti se kreću od nekoliko dvostrukih savijanja (kaže se da je karton otporan na savijanje – puca, do nekoliko tisuća, pri čemu se govori o savitljivom kartonu) do nekoliko tisuća.



Slika 3. Aparat za određivanje broja dvostrukih savijanja



Slika 4. Detalj fiksiranja epruvete na aparatu za određivanje dvostrukih savijanja

1.3. Određivanje krutosti

Ispitivanje je obavljeno prema Taberu. I za to su ispitivanje izrađene epruvete dimenzija 38 x 70 mm. Uzorci su rađeni od uzdužno i poprečno izrezanih epruveta s obzirom na smjer vlaknaca kartona. I kod ovog mjerenja rezul-

tati su dani brojevima bez oznaka mjernih jedinica. Ako je dobiven manji broj, karton je krući, a ako je dobiveni broj veći, riječ je o manje krutom kartonu. Uzorak je obuhvatio po 5 epruveta za svaki uzorak kartona i svaki smjer vlaknaca u kartonu.



Slika 5. Aparat za određivanje krutosti prema Taberu

1.4. Određivanje površinske upojnosti Cobbovom metodom

Tim je ispitivanjem određivana upojnost kartona u točno definiranim uvjetima. Temperatura vode iznosila je 20 ± 1 °C, a vodeni stupac na ispitivanoj epruveti (veličina uzorka 125 x 125 mm) bio je visine 10 mm. Za ovo ispitivanje izrađeni su uzorci od gornje i donje strane kartona, i to po 5 uzoraka od svakog kartona i sa svake strane kartona. Ispitivanje se radilo prema formuli:

$$C_{(t)} = \frac{m_2 - m_1}{p} \cdot 10000 \text{ [g/m}^2\text{]},$$

gdje je:

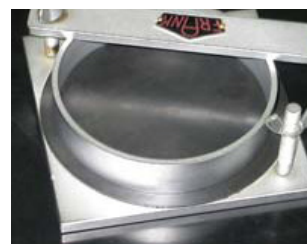
$C(t)$ – coob vrijednost [g/m²],

t – vrijeme djelovanja vode na površinu kartona [120 s],

m_2 – masa epruvete nakon djelovanja vode [g],

m_1 – masa epruvete prije djelovanja vode [g],

p – površina epruvete izložene djelovanju vode [100 cm²].



Slika 6. Aparat za ispitivanje površinske upojnosti metodom Cobb

1.5. Ispitivanje žljebljivosti

Ispitivanje žljebljivosti provedeno je na zaklopnoj štanci. Napravljene su epruvete 100 x 100 mm, a žlijebljenje je za svaki karton ispi

tivano po 10 puta u smjeru vlakana i 10 puta okomito na smjer vlakana. Kanali su izrađeni od prešpan kartona tako da su visine i širine kanala bile kako je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Visine i širine kanala izrađenih od prešpan kartona

Širina kanala [mm]							,3	,4	,5	,7	,9
Dubina kanala [mm]	,35	,40	,50	,60	,65	,70	,80	,00	,15	,70	,90

Linije za žlijebljenje proizvod su tvornice *Sandvik*, visine 23,6 mm. Montirane su u šperploču dimenzija 300 x 300 mm i debljine 16 mm, a duljina trake iznosila je 120 mm. U štancu je montirana

tako da je cijela epruveta žlijebljena po sredini, i to u cijeloj dužini (100 mm). Ocjenjivanje kvalitete provedeno je prema *Babićevoj metodi*. Ispitivani su kartoni dani u tablici 2.

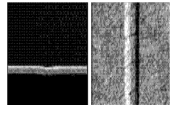
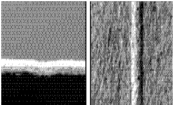
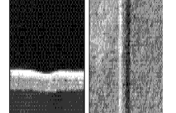
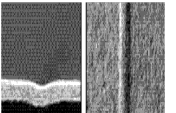
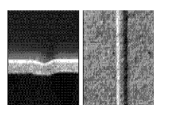
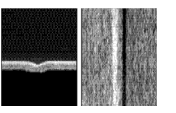

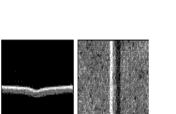
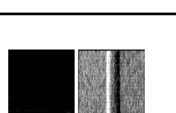

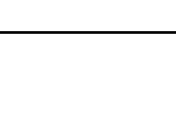
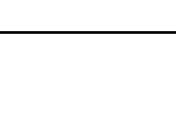
Tablica 2. Ispitivani kartoni

Redni broj kartona	Površinska masa kartona [g/m ²]	Opis	Naziv kartona
1.	230	jednostrano premazani	grafopak
2.	280	jednostrano premazani	belpak
3.	300	jednostrano premazani	grafopak
4.	315	jednostrano premazani	grafopak
5.	355	jednostrano premazani	grafopak
6.	380	jednostrano premazani	grafopak
7.	400	jednostrano premazani	grafopak
8.	450	jednostrano premazani	grafopak
9.	500	jednostrano premazani	grafopak

1.6. Babićeva metoda ocjene kvalitete žlijebljenja

Kako ne postoji standard kojim se ocjenjuje kvaliteta žlijeba, nego se često radi o atributivnoj procjeni samog radnika na stroju, a često je pogrešna, predložena je tablica koja određuje je li žlijeb dobar ili nije, na os-

novi cijelog niza istraživanja (tablica 3). Pomoću uspoređivanja slike žlijeba u tablici (definirani izgled) pretvara se izgled žlijeba u brojčane vrijednosti, pa je prema izgledu žlijeba moguće sugerirati koja je kvaliteta kanala pogodna za upotrebu.

Smjer vlakana u kartonu u odnosu na žlijebljenje		Atributivne vrijednosti izražene brojem	Opis žlijebjenja	Predloženi koraci za upotrebu
okomito	paralelno			
		0	Žlijeb neprepoznatljiv. Nije ni za kakvu upotrebu. Puknuti žlijeb.	Nije za uporabu.
		1	Žlijeb se gotovo ne prepoznaje, rubovi su obli. Ne preporučuje se uporaba takvog žlijeba za izradu kutije.	
		2	Žljebovi se prepoznaju, ali rubovi su nejasni. Dubina i širina žlijeba nisu izraženi. Nije za upotrebu.	
		3	Žljebovi se prepoznaju, ali rubovi nisu oštri. Dubina i širina žlijeba je neizražajna. Može se upotrijebiti za manje zahtjevne kutije koje se formiraju rukom, ali je bolje izbjeći i tu uporabu.	Uporaba ograničena.
		4	Žlijeb je raspoznatljiv i rubovi su izražajni. Može se upotrebljavati za manje naklade.	Upotrijebiti za manje i manje zahtjevne naklade.
		5	Žljebovi su visoke kvalitete, s izraženim formiranjem dubine i širine. Rubovi su oštri. Vlakna su i s vanjske i s unutrašnje strane žlijeba dobro oblikovana. Žljebovi se preporučuju za velike naklade i kutije visokih zahtjeva.	Preporučeno upotrijebiti za sve naklade i za naklade visokih estetskih zahtjeva.

2. Rezultati ispitivanja

2.1. Rezultati otpornosti prema kidanju ili prekidnom rastezanju

Rezultati kidanja ili prekidnog rastezanja dani su u tablici 4. Kako je ispitivano po 10 uzoraka svakog kartona za smjer vlakana paralelan sa smjerom kidanja i 10 uzoraka

svakog kartona za smjer vlakana okomit na smjer kidanja, znači da je napravljeno 20 proba od svake vrste kartona. Budući da je ispitivano 9 vrsta kartona, napravljeno je 180 proba. U tablici 4. dane su samo srednje vrijednosti rezultata za svaki karton i za svaki smjer vlakana u kartonu, i to prema opisu danom u odjeljku 2.1.

Tablica 4. Rezultati određivanja otpornosti prema kidanju ili prekidnog rastezanja kartona

Redni broj kartona	Površinska masa kartona [g/m ²]	Uzdužno		Poprečno		
		\bar{x} [kp]	σ [kp]	\bar{x} [kp]	σ [kp]	
1	230	F [kp]	23,4	1,5	7,2	0,6
		ζ [%]	2,2	0,3	3,0	0,7
		L [m]	6750	435,5	2100	179,2
2	280	F [kp]	21,0	1,1	8,0	0,2
		ζ [%]	1,4	0,1	4,0	0,4
		L [m]	5000	270,9	1900	43,2
3	300	F [kp]	23,8	0,8	11,0	0,3
		ζ [%]	1,4	0,1	4,0	0,2
		L [m]	5300	168,0	2600	69,3
4	315	F [kp]	26,6	0,6	7,7	0,2
		ζ [%]	2,2	0,1	3,0	0,4
		L [m]	5650	136,9	1650	47,0
5	355	F [kp]	27,9	4,4	9,1	0,3
		ζ [%]	2,0	0,6	3,6	0,5
		L [m]	5250	820,8	1700	47,8
6	380	F [kp]	>30		10,6	0,2
		ζ [%]	/		3,8	0,4
		L [m]	/		1850	30,1
7	400	F [kp]	>30		12,6	0,8
		ζ [%]	/		4,6	0,7
		L [m]	/		2100	131,2
8	450	F [kp]	>30		12,3	0,8
		ζ [%]	/		4,0	0,7
		L [m]	/		1850	120,5
9	500	F [kp]	>30		13,0	1,3
		ζ [%]	/		4,2	1,7
		L [m]	/		1700	178,0

2.2. Rezultati određivanja broja dvo-strukih savijanja

I za to je ispitivanje napravljeno 180 proba, a u tablici 5 dane su srednje vrijednosti mjerenja.

Također je prikazana standardna devijacija σ (prosječno odstupanje mjerenja od srednje vrijednosti).

Tablica 5. Rezultati određivanja broja dvostrukih savijanja

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m ²]	Uzdužno		Poprečno	
		\bar{x} [kp]	σ [kp]	\bar{x} [kp]	σ [kp]
1	230	175	40	10	4
2	280	1535	110	14	2
3	300	122	59	21	6
4	315	53	22	11	3
5	355	1050	504	12	3
6	380	1127	170	23	5
7	400	1022	161	39	18
8	450	1035	144	16	11
9	500	1011	102	22	14

2.3. Rezultati određivanja krutosti kartona

Ispitivano je također 180 uzoraka. U tablici 6 dane su srednje vrijednosti (\bar{x}) i standardna devijacija mjerenja (σ).

Tablica 5. Rezultati određivanja broja dvostrukih savijanja

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m ²]	Uzdužno		Poprečno	
		x[kp]	σ [kp]	x[kp]	σ [kp]
1	230	175	40	10	4
2	280	1535	110	14	2
3	300	122	59	21	6
4	315	53	22	11	3
5	355	1050	504	12	3
6	380	1127	170	23	5
7	400	1022	161	39	18
8	450	1035	144	16	11
9	500	1011	102	22	14

2.3. Rezultati određivanja krutosti kartona

Ispitivano je također 180 uzoraka. U tablici 6 dane su srednje vrijednosti (\bar{x}) i standardna devijacija mjerenja (σ).

Tablica 6. Rezultati određivanja krutosti kartona

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m ²]		Uzdužno	Poprečno	Uzdužno	Poprečno
			x	σ	x	σ
1	230	desno	610,7	12,8	553,3	9,8
		lijevo	840,0	28,3	673,3	12,3
2	280	desno	658,7	16,0	560,0	10,7
		lijevo	833,3	29,9	726,7	26,9
3	300	desno	672,0	10,1	594,7	9,2
		lijevo	924,0	13,5	753,3	31,8
4	315	desno	716,0	41,8	580,0	10,7
		lijevo	754,7	38,1	666,7	14,5
5	355	desno	752,0	35,3	677,3	16,7
		lijevo	890,7	42,7	636,0	21,6
6	380	desno	774,7	17,7	608,0	12,6
		lijevo	1034,7	37,4	793,3	32,7
7	400	desno	744,0	22,9	621,3	20,7
		lijevo	1081,3	23,3	881,3	39,6
8	450	desno	794,7	20,7	662,7	14,9
		lijevo	1161,3	67,4	826,7	45,1
9	500	desno	878,7	167,9	742,7	42,0
		lijevo	922,7	239,6	785,3	24,5

2.4. Rezultati određivanja površinske upojnosti kartona Cobbovom metodom

Obavljeno je ukupno 90 proba jer je ispitivano 5 epruveta za svaku stranu kartona. U tablicu 7 uvrštene su srednje vrijednosti mjerenja.

Tablica 7. Rezultati određivanja površinske upojnosti kartona Cobbovom metodom

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m ²]	Premazana strana		Nepremazana strana	
		x 120 [g/m ²]	σ	x 120 [g/m ²]	σ
1	230	55,45	2,81	139,09	17,17
2	280	85,50	6,17	103,92	5,15
3	300	44,39	12,57	63,03	5,19
4	315	51,10	6,27	100,78	62,05
5	355	37,14	9,21	91,56	18,31
6	380	43,26	12,18	48,73	6,59
7	400	40,21	37,40	50,87	6,53
8	450	93,74	37,59	130,99	23,97
9	500	40,22	5,53	82,89	11,68

2.5. Rezultati ocjenjivanja žljebljivosti Babićevom metodom

Rezultati su dobiveni tako da je svaki žljebljeni karton uspoređivan sa slikom iz tablice 3 i izgledu žlijeba dodijeljena je brojeva ocjena. Odčitano je 4950 rezultata jer je za svaki karton i za svaku veličinu kanala napravljeno po 5 uzoraka kanala u smjeru paralelnom

sa smjerom vlakanaca i po 5 uzoraka kanala u smjeru okomitom na smjer vlakanaca kartona. U tablici 8 prikazani su samo oni kanali koji su dobre kvalitete i oni koji su ocijenjeni maksimalnom ocjenom.

Tablica 8. Ocjene kvalitete kanala prema Babićevoj metodi

Tablica 8. Ocjene kvalitete kanala prema Babićevoj metodi

Dubina kanala [mm]	Širina kanala [mm]		1,3		1,4		1,5		1,7		1,9	
	Redni broj kartona	Površinska masa [g/m ²]										
0,6	1	230	5	5	5	5	5					
0,7								5	5	5	5	
0,6	2	280	5	5	5	5	5	5				
0,7								5	5	5	5	
0,5	3	300			5							
0,6			5	5		5	5		5			
0,65											5	
0,7								5	5			5
0,5	4	315				5						
0,6			5	5	5		5	5				
0,65									5			5
0,7										5		

0,5	5	355		5		5							
0,6			5		5		5	5	5		5		
0,7										5		5	
0,5	6	380		5		5		5					
0,6			5		5		5		5	5	5	5	
0,5	7	400		5		5		5		5		5	
0,6			5		5		5		5				
0,5	8	450	5	5	5			5	5	5			
0,6						5	5					5	5
0,5	9	500	5	5	5	5	5	5					

3. Analiza rezultata

Analiziranjem rezultata iz tablice 4, gdje su mjerenja otpornosti kidanja ili prekidnog rastezanja, potvrđena je poznata činjenica: otpornost prema kidanju u uzdužnom smjeru vlakana u kartonu veća je nego za kidanja poprečno na smjer vlakana. Za kartone veće površinske mase (od 380 do 500 g/m²) nije se mogla odrediti otpornost prema kidanju jer upotrijebljeni uređaj za ispitivanje ima maksimalno ispitno opterećenje od 30 [kp], a otpornost prema kidanju spomenutih kartona prelazi tu vrijednost. Standardne devijacije σ pokazuju da su odstupanja u mjerenju vrlo malena, pa su i rezultati prilično ujednačeni. Može se zaključiti da čvrstoća kartona raste s povećanjem površinske mase i da je veća u uzdužnome nego u poprečnom smjeru.

Pri određivanju broja dvostrukih savijanja, otpornost prema savijanju veća je u uzdužnome (što je očekivano) nego u poprečnom smjeru vlakana u kartonu. Rasipanje rezultata je veliko, što se može objasniti neujednačenom kvalitetom kartona. Homogenost mase nije dobro postignuta, pa i debljina oscilira. U tablici 5. vide se izrazito slabi rezultati za kartone 230, 300 i 315 g/m². Iako su rezultati za otpornost na kidanje u poprečnom smjeru očekivano slabiji od rezultata u uzdužnom smjeru, oni su vrlo slabi. Nikako se ne može zaključiti da otpornost prema savijanju ovisi o površinskoj masi kartona. Svi su rezultati dispergirani. Jedino se može zaključiti da postoji vrlo slaba ujednačenost rezultata za kartone veće površinske mase (380, 400, 450 i 500 g/m²). Krutost kartona prikazana je tablicom 6. Ni među tim rezultatima ne može se uočiti neka

zakovitost osim općepoznate činjenice: što je karton veće površinske mase (to znači deblji), krutost ima tendenciju rasta, iako vrijednosti znatno variraju. I pritom se može uočiti da je karton krući u uzdužnome nego u poprečnom smjeru svojih vlakana, ali ni u tome nema znatnijih razlika.

Ni nakon tog ispitivanja ne može se zaključiti ništa osim činjenice da je nepremazana strana upojnija od premazane, što je bilo i očekivano. S obzirom na tu činjenicu vrijednosti znatno variraju i ne mogu se dovesti u vezu ni s jednim ispitivanim parametrom.

Pri žlijebanju su dobiveni očekivani rezultati. Kod dubokih kanala, osim između 1 i 1,9 mm, gotovo je uvijek dolazilo do pucanja, a kod preplitkih kanala, onih između 0,35 i 0,4 mm, žlijebanje je bilo slabo. Najveći broj odgovarajuće kvalitetnih kanala postignut je pri dubini žlijeba između 0,5 i 0,7 mm, a širine kanala ovisile su o debljini kartona. Također se pokazalo da smjer vlakana pri žlijebanju, ako je odabran pravi odnos širine i dubine kanala za pojedini karton, nema nikakva učinka na kvalitetu kanala.

Zaključak

Iz provedenih mjerenja i analize tih mjerenja jednoznačno se zaključuje da se provedena mehanička ispitivanja i žlijebljivost kartona ne mogu dovesti u sustavnu vezu. Možda se može pretpostaviti da postoji neka vrlo upitna i slaba veza između krutosti i žlijebljivosti, što bi

mogao biti odgovor na pitanje sa samog početka istraživanja: postoji li veza između ispitivanih mehaničkih svojstava kartona i žlijebljenja?

Ovo istraživanje pokazuje da pri ispitivanju kvalitete žlijeba treba potražiti njegovu vezu sa vlažnosti kartona i debljinom kartona, a ne sa promatranim parametrima.

Literatura

1. Babić, D., V. Vančina-Kropar, B. Lajić (2003): „Relation of Board Box Strength and Grain Direction“, International Conference MATRIB 2003, Vela Luka HDMT, FSB Zagreb, Conference Proceedings, str. 1-6.

2. Stern, W. (1991): The packaging engineering handbook, Bord Products Publishing Co., Chicago.

3. Stričević, N. (1981): Suvremena ambalaža 1, Školska knjiga, Zagreb.

4. Stričević, N. (1983): Suvremena ambalaža 2, Školska knjiga, Zagreb.

5. Tolliver, H. (2003): Packaging trends, Am. Ink Maker, no. 3.

6. Wybenga, G. L., L. Roth (2002): The Packaging Design Book of Patterns, New York.

7. Encyclopedia of Packaging Technology, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.