

KARTONI: OD PROIZVODNJE DO KONAČNE PRIMJENE

PAPERBOARD: FROM THE PRODUCTION TO THE FINAL USE

Dario Petrić, Damir Vusić, Robert Geček

Stručni članak

Sažetak: U ovom radu prikazan je životni ciklus kartona kao sredstva ambalaže. Opisani su sirovi materijali, te pomoćni materijali kao dodaci koji uvelike utječu na kvalitetu gotovog kartona. Ambalaža predstavlja važan dio promocije proizvoda, zaštite proizvoda te informiranja kupaca. Različite vrste kartonske ambalaže, od jednostavnih do složenih kutija koje se površinski dorađuju, zahtijevaju određenu vrsnoću kartona, a podijeljene su prema sastavu i završnoj obradi. Kartonska ambalaža zauzima visoku poziciju na tržištu ambalaže u svim segmentima gospodarstva. Ona je revolucionizirala sigurnu distribuciju svih proizvoda, čista je i visoke kvalitete, te je karton kao materijal ekološki prihvatljiv i održiv za pozitivnu budućnost.

Ključne riječi: karton, celuloza, drvenjača, ambalaža, papirni stroj, ekologija

Professional paper

Abstract: This paper deals with the life-cycle of paperboard as a packaging material. It describes raw materials and supplementary materials which greatly influence on the quality of the final paperboard. Packaging is an important part of the product promotion, protection products and informing customers. Different types of paperboard packaging, from rigid boxes to folding boxes that built the surface demand certain paperboard qualities which are divided by their compound and final treatment. Paperboard packaging holds a high position on the packaging market in all areas of the economy since it revolutionized a safe distribution of all products, it is clean and high quality, and paperboard as a packaging material is ecologically acceptable and sustainable for the positive future.

Key words: paperboard, cellulose, mechanical pulp, packaging, paperboard machine, ecology

1. UVOD

Počeci čovječanstva nisu iziskivali potrebu za očuvanjem hrane jer se hrana konzumirala na licu mjesta. Ljudskim napretkom razvijala se i svijest o skladištenju hrane te zaštiti od vanjskih utjecaja. Hrana se počela spremati u primitivne spremnike izrađene od različitih materijala. Najstariji oblik savitljive ambalaže koji se koristio u tu svrhu bio je papir. Papir dobiven iz dudove kore u Kini upotrebljavao se već u 1. i 2. stoljeću prije Krista. Prve komercijalne kartonske kutije proizvedene su u Engleskoj 1860. godine. Potkraj 19. stoljeća upotreba papira i kartona kao materijala za ambalažu bivala je sve veća kako bi se zadovoljile potrebe sve većeg razvoja industrije. Proizvodnja papira i kartona je napredovala iz manualne, gdje se proizvodio arak po arak, u kontinuiranu proizvodnju visoke brzine gdje drvena pulpa zamjenjuje krpe kao sirovi materijal. Svjetska proizvodnja papira i kartona u posljednjih tridesetak godina prikazana je u tabeli 1.1. U cijelom svijetu bilježi se globalan porast proizvodnje ambalaže koja trenutačno i predstavlja najjači segment grafičke industrije. Veliki dio papira i kartona koristi se za izradu ambalaže (40% - 50%), što je po težini najviše korišteno sredstvo ambalaže. Papiri i kartoni su materijali dobiveni preplitanjem međusobno povezanih celuloznih vlakana.

Mogu se otiskivati i imaju fizička svojstva koja im omogućuju da se formiraju u složivu ambalažu.

Tabela 1.1. Svjetska proizvodnja papira i kartona [1]

Godina	Ukupna količina (milijuna tona)
1980.	171
1985.	193
1990.	238
1995.	276
1998.	300
1999.	315
2000.	324
...	
2008.	380

Postoji mnogo različitih tipova papira i kartona što pretežito ovisi o sastavu i obliku vlakana, na koji način je to vlakno dobiveno i obrađeno (pulping), te o samom načinu proizvodnje. Temeljna razlika između papira i kartona je u gramaturi, debljini, čvrstoći i građi. Karton može biti napravljen od više slojeva jednakog ili različitog sastava, koji se u mokrom stanju međusobno spajaju i čine čvrsti kompaktni materijal. Izrađuje se od vlakana kemijske celuloze, drvenjače, otpadnog papira, punila, keljiva i boja. Prema ISO standardu papir težine iznad 200 g/m² smatra se kartonom. Međutim, postoje

varijacije proizvoda te se negdje papir smatra kartonom i ispod 200 g/m². Kartonska ambalaža koristi se u širokom spektru jer zadovoljava nekoliko važnih zahtjeva za uspješno pakiranje proizvoda [2]:

- sadržava proizvod
- štiti proizvode od mehaničkih oštećenja
- čuva proizvod od propadanja
- informira kupca i potrošača
- pruža vizualni dojam kroz grafički i strukturni dizajn

Ovi zahtjevi potrebni su na svim razinama osnovne namjene ambalaže [2]: *primarna ili prodajna, sekundarna ili skupna, tercijarna ili transportna.*

U velikom broju svojih ambalažnih oblika kartoni zadovoljavaju nabrojane zahtjeve jer imaju vizualna i mehanička svojstva koja im omogućuju transformiranje u raznu strukturalnu ambalažu. Kada kartonska ambalaža odsluži svojoj svrsi, lako se može sklopiti i kompresirati prije nego se transportira na prikladno reciklažno mjesto.

2. IZBOR SIROVIH MATERIJALA

2.1. Uvod u sirove materijale

Izumom tiskarskog stroja počinje era modernog tiskarstva koja uzrokuje znatno povećanje potrošnje papira. Počinje se polako razvijati manufakturna proizvodnja papira, a kao sirovine koriste se pamuk, lan, konoplja i stare krpe. Nijemac Keller brušenjem drveta dobio je drvena vlakna koja su, pomiješana s krpama, davala sasvim dobru osnovnu sirovinu za izradu papira. Na ovaj način se zapravo dobila drvenjača kao osnovna sirovina za izradu papira koja se i danas koristi za izradu novinskih papira. Pravi tehnološki napredak za masovnu industrijsku proizvodnju papira i kartona, te upotreba drveta kao baze za osnovnu sirovinu, počeo je tek u prvoj polovici dvadesetog stoljeća. Izbor sirovine za proizvodnju papira svodi se na primarna vlakna (dobivena iz drveta nekim od postupaka razdvajanja vlakana) ili sekundarna, te na reciklirana vlakna (dobivaju se od otpadnih papira i kartona).

2.2. Drvo kao osnovni izvor sirovina

Šuma je danas jedan od najvećih isporučitelja sirovina cijelog čovječanstva. U razne svrhe se godišnje posiječe oko 1,5 milijarda metara kubičnih drva, a na to oko 13% otpada na industriju celuloze i papira [3]. Za izradu papira i kartona, odnosno celuloze i drvenjače, najčešće se koriste:

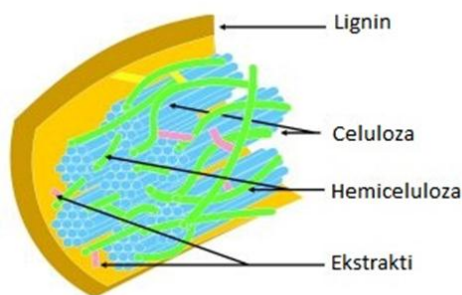
- *četinjari* - smreka, bor i jela
- *lišćari* - bukva, breza, topola i dr.

2.3. Kemijski sastav drva

Glavni sastojci drva prikazani su na slici 2.1. Čine ga celuloza, hemiceluloza, lignin i ekstrakcione tvari. Postotni udio različit je kod četinjara i lišćara, a i kemijski sastav nije jednolik unutar stabla. Gledajući općenito taj je sastav otprilike ovakav [2]:

- celuloza: kod četinjara oko 45 %, a kod lišćara 42%

- hemiceluloza: kod četinjara 24%, a kod lišćara 32%
- lignin: kod četinjara 27%, a kod lišćara 20%
- ekstrakti: kod četinjara 6%, a kod lišćara 4%



Slika 2.1. Kemijski sastav drva [2]

2.4. Celuloza

Celuloza predstavlja ugljikohidratni polimer sastavljen od jedinice anhidroglukoze i ima empirijsku formulu (C₆H₁₀O₅)_n. Celuloza je najčešći organski spoj koji nalazimo u prirodi. Zapravo je celuloza vlaknasta tvar od koje se sastoje stanične stijenke svake biljke. U drvetu je celuloza povezana s ligninom i drugim sastavnim dijelovima staničnih stijenki. Celulozno vlakno je vlakno dobiveno kemijskom razgradnjom različitih vrsta drveta ili jednogodišnjih biljaka (trstika, slama i druge). Kemijski čista celuloza sadrži 44.5% ugljika, 6.2% vodika i 49.3% kisika [2]. Celuloza je potpuno netopiva u vodi i u drugim običnim topilima. Čista celulozna vlakna su bijela, bez okusa i mirisa, mekana i fleksibilna.

2.5. Lignin

Lignin je polimer složene građe. Potpuno je drukčiji materijal od celuloze jer je tvrd i lomljiv. Njegova glavna uloga je povezivanje vlakana celuloze drveta, čime drvo postaje tvrdo i čvrsto. Sadržaj lignina daje papiru i kartonu zvuk, tvrdoću i krutost. Oni zbog lignina žute, a previsoki sadržaj lignina smanjuje čvrstoću lista. Pri visokim temperaturama lignin potpuno omekša pa se celulozna vlakna mogu odvojiti iz drveta bez oštećenja.

2.6. Hemiceluloza

To je tvar koja gradi primarnu i tercijarnu stijenku drveta. Njeni slojevi mogu bolje upijati vodu i bubriti nego celulozni slojevi. Služi kao tvar za povezivanje središnjeg sloja iz celuloze i lignina. Premali udio hemiceluloze uzrokuje rahle papire koji upijaju, a preveliki utječu na smanjenje i otpornost na cijepanje papira.

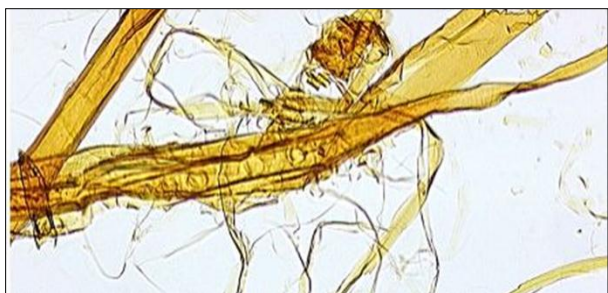
2.7. Ekstrakti

Postoji mnogo ekstraktivnih tvari koje su u drvu sadržane u malim količinama: eterična ulja, smola, kaučuk, škrob, šećer, bjelančevine, mineralne tvari i dr.

3. VRSTE SIROVIH MATERIJALA I NJIHOVA OBRADA

3.1. Drvenjača (mechanical pulp)

Pod "drvenjačom" podrazumijevamo mehaničko odvajanje drvene mase na vlakna. Tim procesom dobiju se visoki prihodi vlakna iz drva te se bilježi najveća iskoristivost drveta, čime se štede veliki prirodni resursi. Razlog tomu je što u drvenjači ostaje isti udio celuloze, hemiceluloze, lignina i ostalih ekstrakata kao u drvetu. Zbog prisutnosti lignina, vlakna drvenjače su čvrsta i tvrda. Ovime se dobije karton jake krutosti, limitirane snage, no niske gustoće i otpornosti. Dobivena drvenjača zadržava boju drveta i može se kemijski potpuno izbjeliti. Na slici 3.1. prikazana su vlakna drvenjače.



Slika 3.1. Vlakna drvenjače [2]

Postoje tri načina dobivanja mehaničke drvenjače [2]:

1. mehanički postupak
2. termomehanički postupak (tmp)
3. kemitermomehanički postupak (ctmp)

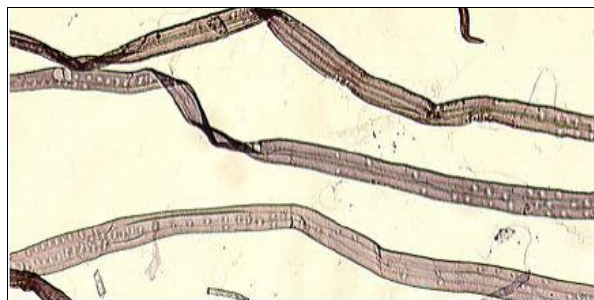
3.1.1. Bijeljenje mehaničke drvenjače

Cilj bijeljenja je povećati stupanj bjeline vlaknastog materijala koji je podvrgnut tom procesu. Glavni cilj bijeljenja mehaničke drvenjače je u tome da se uklone kromofore, tj. dio molekula koje su odgovorne za boju. Ovo je moguće iz razloga jer je struktura odgovorna za boju bolje osjetljiva na oksidaciju i redukciju. Vodikov peroksid najčešće je korišteno sredstvo za bijeljenje mehaničke drvenjače. Bjelina drvenjače dobivena ovim postupcima je samo privremena budući da je sadržaj lignina ostao nepromijenjen. Izlaganjem zraku i svjetlu proizvode se nove kromofore od preostalog lignina. Ovo je glavni razlog zašto papiri i kartoni žute s vremenom.

3.2. Kemijska celuloza (chemical pulp)

Dobivanje kemijske celuloze otkrio je Amerikanac Benjamin Chew Tilghman 1863., a Nijemac Alexander Mitscherlich primijenio je njegov patent 1876. [2] Kemijska celuloza u današnje vrijeme proizvodi se u velikim količinama iz drva i drugih biljnih sirovina. Iskuhavanjem u kotlu (digesteru), različitim kemikalijama uklanjaju se smole, lignin i druge nepotrebne tvari te se dobiva izrazito jak i elastični vlaknasti materijal – kemijska celuloza. Njena vlakna su fleksibilna i mekana zbog čega se proizvedeni karton

vrlo dobro presavija, gravira i štanca. Izbjeljena celuloza ima vrhunsku bjelinu i svjetlostalnost. Karton proizveden od takve celuloze ima veliku čistoću pa takva ambalaža najbolje čuva mirise i okuse. Postotak dobivenih vlakana je manji nego kod proizvodnje drvenjače (50% - 65%). Lignin i ostali nusprodukti mogu se iskoristiti kao unutarnji izvor energije. Kemijska celuloza može biti sulfitna ili sulfatna, a razlikuje se prema kemikalijama i vrstama postupaka upotrijebljenima u proizvodnji.



Slika 3.2. Vlakna kemijske celuloze [2]

3.2.1. Bijeljenje kemijske celuloze

Kemijska celuloza dobivena sulfitnim ili kraft postupkom sadrži mnogo manje lignina od mehaničke drvenjače (<5% u odnosu na 40%). Između procesa bijeljenja sulfitne i sulfatne celuloze nema razlike, ali alkalnim postupkom raščinjani materijali teže bijele. Konačni cilj kod bijeljenja kemijske celuloze je ukloniti preostali lignin, zbog čega se ovaj proces još naziva i delignifikacija. Kemijski dobivena celuloza smeđe je boje, a boja ovisi o načinu razvlaknjivanja i stupnjevima uklanjanja lignina (slika 3.3.).

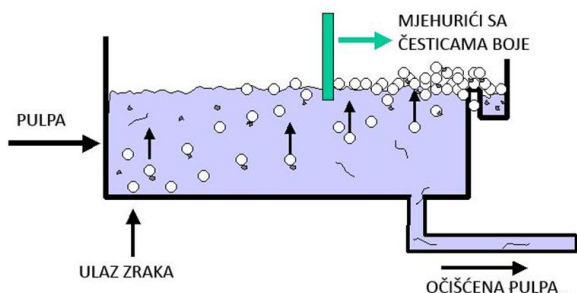


Slika 3.3. Celuloza - različiti stupnjevi delignifikacije [2]

3.3. Reciklirana vlakna (recycled pulp)

Ponovna upotreba starog papira za proizvodnju kartona, papira i ljepenke danas je ekonomski i ekološki opravdana jer se štede velike količine drva. Vrsnoća starog papira vrlo je različita pa tako i upotreba. Postoje sasvim čisti (rezani arci i iz kotura) pa do jako zaprljanih s 3% nečistoća. Procesom reciklaže i separacije iskoristi se puno vrsta otpadnog papira. Oko 80% prikupljenog starog papira može se koristiti za recikliranje, a oko 20% je otpad: žice, klamerice, spjalice, plastificirani materijali i ljepila koja je najteže ukloniti. Boje i lakovi moraju se ukloniti tijekom razvlaknjivanja, čišćenja i prosijavanja. Reciklaža počinje razvlaknjivanjem papira u vodi, a zatim slijedi grubo prosijavanje vlaknastog

materijala. Jedan od najvažnijih dijelova procesa je uklanjanje otisnute boje s papira, odnosno „deinking flotacija“ (slika 3.4.). Nakon uklanjanja boje slijedi čišćenje, fino prosijavanje, ispiranje te eventualno ugušćivanje i konzerviranje vlaknaste mase. Svojstva budućeg recikliranog papira ovisna su o gotovo svakom dijelu postupka prerade. Zato se tijekom čitavog postupka kontroliraju uzorci i prate se svojstva vlaknastog materijala da bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta koja je uvjet za izradu papira i kartona [2].



Slika 3.4. Deinking flotacija [2]

Radi zaštite okoliša, ali i velike vrijednosti, papirni otpad se skuplja za ponovnu preradu u papir i karton. Tako se smanjuje sječa drveća i uništavanje šuma za proizvodnju primarnih vlakana. Višekratna upotreba i primjena otpadnog papira šteti druge sirovine, potrošnju svježe vode i energije te značajno pojeftinjuje proizvodnju novog papira i kartona.

3.4. Poluceluloza i polutvorenina

Vlakanca poluceluloze karakterizira sličnost s kemijskom celulozom, a po sastavu je to zapravo drvenjača. Ovaj vlaknasti materijal upotrebljava se uglavnom za izradu papira za valovitu ljepenu, kojoj daje potrebna svojstva čvrstoće, tvrdoću i žilavost, što je povoljno za izradu transportne složive ambalaže. Polutvorenina je vlaknasti materijal za izradu kartona, koja se dobije preradom pamuka, lana, starih krpa jute i lika, tj. otpada iz tekstilne industrije. Kartoni izrađeni iz osnovnog vlaknastog materijala polutvorenine upotrebljavaju se kod svih grafičkih proizvoda koji zahtijevaju veliku čvrstoću i otpornost na habanje.

4. POMOĆNI MATERIJALI ZA PROIZVODNJU KARTONA

4.1. Mineralna punila

Punila su slabo topivi anorganski pigmenti bijele boje. Punila se kartonu dodaju zbog povećanja gramature (čime se smanjuje udio primarnih vlakana), porasta opaciteta i stupnja bjeline, mekoće i podatnosti lista za tisak, povećavanja glatкости površine, a zbog svog nehigroskopskog karaktera punila dijelom utječu i na dimenzionalnu stabilnost kartona. Glavni cilj je poboljšanje tiskovnih svojstava kartona. Punila dijelimo prema kemijskom sastavu [4]. Od anorganskih spojeva to

su silikati (kaolin-aluminijev silikat, talk-magnezijev silikat), sulfati (gips-kalcijev sulfat, blanefix–barijev sulfat), karbonati (kreda, vapnenac–kalcijev karbonat, magnezit–magnezijev karbonat) i oksidi (kvarc–silicijev dioksid, cinkov oksid).

4.2. Veziva (keljiva)

Neke vrste papira i kartona moraju imati svojstvo da boja, tinta i slično ne prodire u strukturu nego da se osuši na površini lista. Regulirana upojnost papira postiže se keljenjem, odnosno postupkom zatvaranja vlaknaca, cjevčica. Keljiva su hidrofolbni dodaci papiru i kartonu, najčešće prirodne ili umjetne smole koje se dodaju u masi ili površinski u obliku premaza sa svrhom da papiru i kartonu smanje upojnost i poroznost i da površinu lista učine homogenijom. To su tvari koje čvrsto međusobno povezuju vlakna i druge tvari u kompaktnu, čvrstu strukturu. Keljiva su sastavni dio građe te pružaju potrebnu vodootpornost materijalu. U proizvodnji se koriste sljedeća keljiva [4]:

kolofonij, sojin protein, škrob (kukuruzni i pšenični), aluminijev sulfat, sintetička veziva, parafin, umjetne smole, vosak (za otpornost na vlagu i sprečavanje probijanje mirisa) i dr.

4.3. Bojila i optička bjelila

U proizvodnji papira i kartona bojenje je složen proces pošto se radi o biljnom vlaknu na čije obojenje utječu fizikalni procesi poput mljevenja, te dodaci različitih tvari-keljiva i punila. Papiru i kartonu koji nije sasvim bijel dodaje se ton. Bijeljeni papir je žućkastog tona, a do bijelog tona mu nedostaje crvene, plave i ljubičaste boje. Ako se dodaju ove boje potiskuje se žućkasta boja i papir se doima bjelijim. Bojila su isključivo sintetska i mogu biti kisela, lužnata, supstancivna i organski pigmenti. Papiri i kartoni kao gotovi materijali nisu samo bijeli već mogu biti i obojeni različitim bojama. Boje koje se upotrebljavaju su tekućine u raznim nijansama. Pod terminom "optička bjelila" (OBA-optical brightening agents i FWA-fluorescent whitening agents) podrazumijevaju se bojila koja apsorbiraju svjetlo u ultraljubičastom i ljubičastom (340-370nm) dijelu elektromagnetskog spektra i ponovno emitiraju svjetlo u plavom dijelu spektra (420-470nm) pa time potiskuju žutilo. Do dodatne emisije plavog svjetla dolazi zbog toga jer se oku nevidljivo svjetlo pretvara u vidljivo svjetlo kraćih valnih duljina. Ovi aditivi često se koriste s ciljem poboljšanja izgleda boje kartona, uzrokujući bijeli efekt, čime karton izgleda manje žuti povećavajući sveukupnu količinu reflektiranog plavog svjetla. Bjelila se koriste u mnogim kartonima, posebice visokosajajima, čiji je rezultat visoka pojava fluorescencije pod UV osvjetljenjem. Bjelina kartona često se mjeri pri valnoj duljini od 457nm, što je unutar fluorescentnog opsega bjelila.

5. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KARTONA

5.1. Priprema vlakana

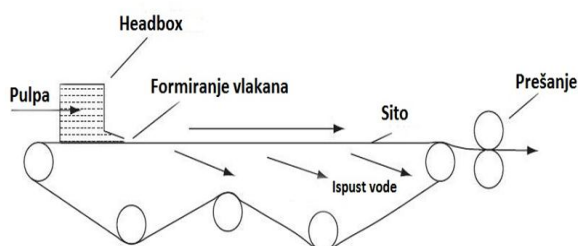
Za pripremu papirne mase kao osnovne sirovine za izradu različitih vrsta kartona koriste se i prije spomenuti vlaknasti materijali: celuloza, drvenjača, polutvorevina i reciklirani papir. U procesu pripreme pulpe za određene vrste kartona prema recepturi miješaju se i različite vrste te udjeli vlaknastog materijala. Materijali dolaze u tvornicu kartona dehidrirani u balama, ili se transportiraju u određenim formatima (celuloza) ako je tvornica izvan lokacije za izradu vlaknastog materijala. Ako su tvornice jedna uz drugu, tada se vlaknasti materijal transportira u tekućem stanju, pumpama. Da bi se mogao proizvesti karton standardne, strogo određene kvalitete, treba pripremiti odgovarajuću masu (pulpu). Postupak pripreme papirne mase podrazumijeva radne procese koji su neophodni za pripremu svih sirovina, te miješanje u homogenu masu određene gustoće. Takva je masa potom spremna za natok na stroj za proizvodnju kartona. Glavni radni procesi u fazi pripreme mase [4]:

1. dispergiranje u vodi pomoću hidrapulpera
2. mljevenje vlaknastih sirovina do stupnja koji odgovara namjeni kartona
3. miješanje različitih vlaknastih materijala (zavisno od vrste kartona)
4. dodatak mineralnih punila u količini i kvaliteti prilagođenoj kvaliteti
5. dodatak bojila za nijansiranje ili bojenje kartona (OBA)
6. dodatak veziva za reguliranje upojnosti kartona

Ovako predobrađena vlakna miješaju se u spremnicima s određenom količinom punila, veziva i drugih dodataka poput optičkih bjelila, te se razrjeđuju na potrebnu gustoću pulpe, ovisno o željenoj gramaturi kartona. Konzistentnost (omjer vlakna i vode) se na kraju fino podešava prije nego se pumpama dovodi na natok stroja za proizvodnju kartona.

5.2. Stroj za proizvodnju kartona

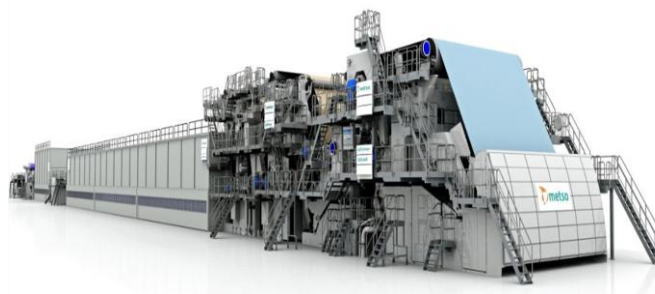
Većina današnjih strojeva za proizvodnju papira i kartona temelji se na principu Fourdrinier stroja (slika 5.1.), koji koristi dugo beskonačno sito za proizvodnju kontinuirane papirne i kartonske trake. Fourdrinier stroj je bio prvi stroj koji je proizvodio kontinuiranu papirnu traku. Prije se papir proizvodio pomoću individualnih sita, što je bio dug i mukotrpan posao.



Slika 5.1. Prikaz Fourdrinier koncepta [5]

Moderni strojevi za proizvodnju papira i kartona su divovska postrojenja veličine od 100 do više od 300 metara duljine (slika 5.2.). To su strojevi širine 0,5 - 12 metara. Ovaj podatak ujedno govori i o širini koluta papira i kartona koji izlazi iz stroja. Veličina strojeva zavisi od kapaciteta stroja. Sve radnje stroja praćene su računalno - od ulaska vlaknastog materijala, preko miješanja raznih dodataka, kontrole parametara, do upravljanja robotiziranim alatima i strojevima. Većinom se sastoji od sljedećih ključnih dijelova i postupaka:

1. dio za formiranje slojeva kartona
2. dio za prešanje
3. dio za sušenje
4. površinsko keljenje
5. kalandriranje (glačanje)
6. premazivanje
7. kalandriranje i poliranje
8. namotavanje i rezanje role
9. mjerenje i kontrola
10. strojno glačanje (MG ili Yankee cilindar)



Slika 5.2. Metso - stroj za proizvodnju kartona [6]

6. SVOJSTVA KARTONA

Svojstva kartona koja ovise o potrebama tiska, o njegovoj pretvorbi u kutije, njegovom korištenju za ambalažu, distribuciju, pohranu i zaštitu proizvoda mogu se identificirati i precizno izmjeriti. Sva svojstva ovise o vrsti sirovog materijala, kao npr. o vrsti i količini vlakna i drugih pomoćnih materijala te o samom procesu proizvodnje. Ova svojstva kartona odnose se na opća, optička i mehanička svojstva [4]:

- a) Opća svojstva odnose se na gramaturu, debljinu, smjer vlakana, postotak vlage i dr.
- b) Optička svojstva odnose se na boju, bjelinu, opacitet, sjaj te ukupni vizualni dojam i potrebe procesa poput tiskanja koji jako utječu na optički izgled ambalaže.
- c) Mehanička svojstva se odnose na krutost, otpornost prema cijepanju, otpornost prema kidanju, kao i na opću zaštitu proizvoda i potrošača te efikasnost svih procesa uključenih u proizvodnju ambalaže.

Svojstva kartona mogu se mijenjati, pa se tako kontrolira kvaliteta ulaznog materijala, tj. operacija u fazi pripreme kartona za tisk. Ispitivanje svih spomenutih svojstava i održivost tih svojstava su vrlo bitni u grafičkoj proizvodnji [4]. Pri tome valja istaknuti neke ključne točke:

- kretanja materijala u tiskarskim strojevima i strojevima za pakiranje ambalaže
- operacije poput dovođenja, vođenja, pozicioniranja, odvođenja i sl.
- realizacija obrade materijala, odnosno dobivanja otiska

Karton za ambalažnu svrhu mora imati sljedeće karakteristike: otpornost na mehanička opterećenja, otpornost na klimatske uvjete, barijerna svojstva, vizualne karakteristike te mogućnost upotrebe za pakiranje hrane [7].

7. VRSTE KARTONA ZA SLOŽIVE KUTIJE

Kartoni su papiri većih gramatura i nešto drukčijeg načina izrade od samog papira. Monolitni kartoni mogu biti izrađeni od iste mase, a složeni od više različitih masa te mogu imati do 9 slojeva. Izrađuju se na strojevima s kombiniranim ravnim i okruglim sitima spajanjem mokrih traka prije procesa sušenja bez upotrebe ljepila. Svaka vrsta kartona može se definirati pomoću dva slova ili dva slova i jednog broja [8].

Prvo slovo opisuje **način površinske obrade**:

- A = vruće premazani
- G = premazani mineralnim punilom
- U = nepremazani

Drugo slovo predstavlja **glavni sastav**:

- Z = izbijeljena kemijska celuloza
- N = neizbijeljena kemijska celuloza
- C = mehanička drvenjača
- T = sekundarna vlakna s bijelom, krem ili smeđom poledinom
- D = sekundarna vlakna sa sivom poledinom

Brojka označava **boju poledine** (osim za D razred):

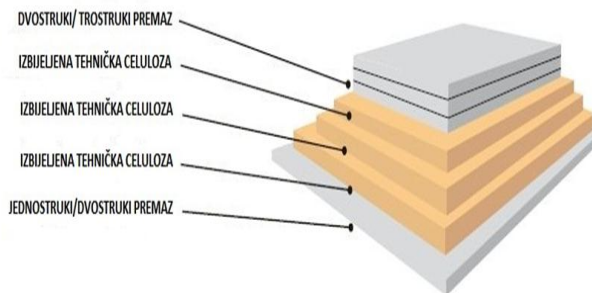
- 1 = bijela
- 2 = krem
- 3 = smeđa

Kod D razreda brojka označava **specifični volumen kartona**:

- 1 = $\geq 1.45 \text{ cm}^3/\text{g}$
- 2 = $< 1.45 \text{ cm}^3/\text{g}, > 1,30 \text{ cm}^3/\text{g}$
- 3 = $\leq 1.3 \text{ cm}^3/\text{g}$

7.1. Gz/Sbb/Sbs karton

Ovaj karton je sastavljen isključivo od izbijeljene kemijske celuloze (slika 7.1.). Obično ima dvostruki, čak i trostruki premaz na gornjoj strani temeljen na mineralnim ili sintetičkim punilima. S donje strane ima jednostruki ili dvostruki premaz. Ako nema premaz, nosi oznaku UZ. SBB ima izvrsna tiskovna svojstva, strukturni dizajn i izvrsne karakteristike za reljefni tisak te je kao takav idealan za proizvode gdje je bitno očuvanje arome, okusa i higijene. Koristi se za ambalažu parfema, kozmetike, čokolade, lijekova, cigareta i smrznute hrane.



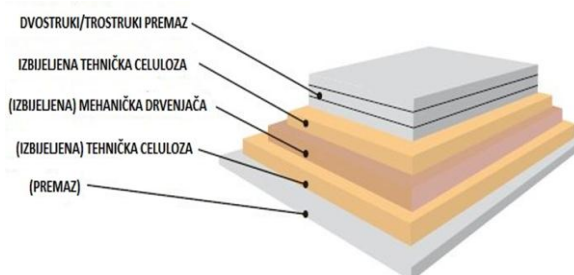
Slika 7.1. Sastav sbs kartona [8]

7.2. Sub/Sus karton

To je karton izrađen od isključivo neizbijeljene kemijske celuloze. Budući da su ova vlakna smeđa, da bi se postigla bijela površina koristi se dvostruki ili trostruki premaz, ponekad u kombinaciji s izbijeljenom tehničkom celulozom. U nekim slučajevima poledina se također premazuje. Drvenjača i reciklirana vlakna nekad mogu djelomično zamijeniti kemijsku celulozu. Ovaj tip kartona koristi se kod svih tipova ambalaže gdje su bitna jaka mehanička i mokromočna svojstva. Primjer su kutije za nošenje boca i limenki budući da je vrlo jak i izdržljiv, i može se napraviti tako da je vodootporan, što je nužno tijekom pakiranja. Karton se može primijeniti i za smrznutu hranu, deterđent, žitarice, cipele i dr.

7.3. Fbb/Gc/Uc karton

To je tzv. karton za složive kutije čiji srednji sloj čini mehanička drvenjača zatvorena između slojeva izbijeljene kemijske celuloze (slika 7.2.). Drvenjača može biti brušena, termomehanička ili kemitermomehanička. Gornji sloj čini izbijeljena kemijska celuloza s jednostrukim ili dvostrukim premazom, dok donji sloj može biti izbijeljena ili neizbijeljena kemijska celuloza.



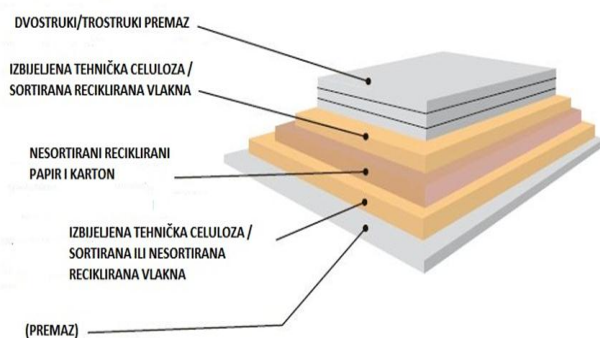
Slika 7.2. Sastav fbb kartona [8]

Kod GC2 kartona poledina je obično krem boje. Razlog tome je što je donji sloj izbijeljene kemijske celuloze proziran te se vidi boja srednjih slojeva mehaničke drvenjače. Ako se ti slojevi blago kemijski obrade, drvenjača postane svjetlija u boji te karton postaje bjeliji. Također, donji sloj može biti deblji u konstrukciji ili premazan te se dobije karton s bijelom poledinom (GC1). Kombinacija unutarnjih slojeva od mehaničke drvenjače

i vanjskih od kemijske celuloze stvara visokokvalitetni karton s izvrsnim svojstvima krutosti i dimenzionalne stabilnosti. Pošto je ovaj karton izrađen od primarnih vlakana, ima visoku čistoću te kao takav zadovoljava kriterije ambalaže za hranu i aromatične proizvode. Ima široku primjenu u farmaceutskoj, kozmetičkoj i duhanskoj industriji, kao i za ambalažu pića, igračaka i ostalih mnogobrojnih proizvoda.

7.4. Wlc/Gd/Gt

Ovaj tip kartona sastoji se od srednjih slojeva recikliranog starog papira i/ili kartona (slika 7.3.). Gornji sloj obično se sastoji od izbjeljene kemijske celuloze ili sortiranih bijelih vlakana. Donji sloj može se također sastojati iz tih istih vlakana ili od nesortiranih recikliranih vlakana. Površina je obično dvaput ili triput premazana mineralnim punilima te je i uobičajen jedan premaz na poledini. Poledina kartona može biti siva (GD), bijela, krem ili smeđa (GT). Sveukupni sadržaj recikliranih vlakana varira 80%-100%, ovisno o proizvođaču i kvaliteti kartona. Ovaj karton ima vrlo široku primjenu u prehrambenoj, kozmetičkoj i kemijskoj industriji, kao i za pakiranje igračaka, kutija za obuću i mnoge druge.



Slika 7.3. Sastav wlc kartona [8]

8. KOMERCIJALNA KARTONSKA AMBALAŽA - SLOŽIVE KUTIJE

Složive komercijalne kutije su male ili srednje veličine, izrađene od kartona spomenutih u prijašnjem poglavlju, gramature 200 – 600 g/m² (slika 8.1.). Složive kutije stvorile su industriju ambalaže kakvu danas poznajemo, počevši u kasnom 19. stoljeću. Predstavljaju značajni udio u prodajnim sektoru te se mogu pronaći gotovo svugdje. Kartonske kutije zadovoljavaju ambalažne zahtjeve, jeftine su, pružaju dobar vizualni dojam te se prilagođavaju ovisno o proizvodu, načinu distribucije i potrebama potrošača. Složive kutije isporučuju se u spljoštenom otisnutom ili neotisnutom obliku. Pošto su spljoštene, imaju veliku prednost u distribuciji i skladištenju jer se njima štedi velika količina mjesta u odnosu na nesložive kutije koje se proizvode spremne za korištenje prilikom proizvodnje [9].



Slika 8.1. Komercijalne složive kutije [9]

Prilikom punjenja proizvodom kutija se uspravi, puni i zatvara ručno, strojno ili kombinacijom oba postupka. Složive kutije obično se tiskaju s vanjske strane tekstom, ilustracijom i dekorativnim dizajnom, no mogu se tiskati i s unutarnje strane za proizvode specijalne svrhe. Koristi se i lakiranje, čime se poboljšava vizualni dojam i zaštićuje se otisak. Tisak daje informaciju o proizvodu, njegovom sigurnom korištenju kao i vizualni dojam prilikom kupnje. Koriste se razni doradni postupci poput plastifikacije, metalizacije, vrući tisak folijom, preganje, Brailleovo-pismo, prozorčići i mnogi drugi. Strukturni dizajn većine složivih kutija temelji se na pravokutnom ili četverokutnom dizajnu, ovisno o proizvodu, načinu njegovog pakiranja, metodi distribucije i o načinu korištenja. S pravokutnim kutijama lakše je raditi, posebno kada se proizvod mora pakirati velikom brzinom. Mogući su i drugi oblici da bi se zadovoljila specifična svojstva proizvoda te da bi se poboljšao vizualni dojam, poput okruglih, eliptičnih, trokutnih, piramidalnih, kupolastih i dr. Svi ovi oblici mogući su u proizvodnji zbog fundamentalnih svojstava kartona opisanih u prethodnim poglavljima.

9. EKOLOŠKI POGLED NA KARTONSKU AMBALAŽU

Pošto su evidentna svagdanja suočavanja s promjenama u klimatskim uvjetima, važno je dotaknuti se ekološke strane proizvodnje i korištenja kartona kao sredstva ambalaže. Papirna i kartonska ambalaža može se promatrati s dva gledišta što se tiče brige o okolišu. Prvo, kao bitan dio papirne industrije predmet su interesa koji se odnose na kompletnu papirnu industriju. Drugo, predmet su interesa koji se odnose na svu ambalažu. Globalno, pod time se podrazumijeva:

- Pritisak na resurse zbog povećane potražnje za papirom i kartonom.
- Drvo kao glavni izvor sirovina potječe iz šuma.
- Utjecaj na okoliš zbog korištenja puno energije i svježe vode.
- Onečišćenja prilikom proizvodnje, posebno kod procesa odvajanja vlakana i izbjeljivanja.

- Ambalaža se smatra otpadom jednom kad odsluži svojoj svrsi te predstavlja problem za okoliš.

Povećana potražnja za papirnom i kartonskom ambalažom rezultat je rasta svjetske populacije zajedno s povećanjem ukupne potrošnje kao i rasta standarda. Vodeći princip za današnje moderno društvo, kada se procjene naše sadašnje i buduće potrebe, jest da se osigura upravljanje resursima na ekološki održivi način. Održivi razvoj je onaj koji susreće trenutne ljudske potrebe za resursima, a da ne ugrožava potrebe budućih generacija. Prema tome, papir i karton ne bi smjeli biti onečišćivači u proizvodnji, korištenju i odlaganju i ne bi smjeli crpiti nezamjenjive resurse.

9.1. Šume

Stvarnost je ta da šume nestaju zbog ljudskog nesavjesnog iskorištavanja. One su glavni izvor sirovina za proizvodnju papira i kartona. Postalo je popularno isticati da je papirna industrija glavni krivac za nestajanje šuma što je potpuno netočno. Većina drveta u papirnoj industriji dolazi iz industrijski razvijenih zemalja gdje je zabilježen porast područja pokrivenih šumom u periodu 1990.-1999., i to od 54 milijuna hektara, što je otprilike površina Francuske. U Europi i Americi zabilježen je porast šuma u odnosu na posječene šume u razmjeru više od 40%. Većina tvornica diljem svijeta imaju interes za šume, te je u njihovoj politici poslovanja da upravljaju tim šumama na održiv i ekološki prihvatljiv način. U njihovom je interesu da čuvaju svoja ulaganja i osiguraju sirovi materijal, a to se može postići samo kroz održivi razvoj šuma.

9.2. Energija

Energija se koristi prilikom separacije vlakana, izbjeljivanja, proizvodnje te kod korištenja papirne i kartonske ambalaže. Energija pokriva oko 25% troškova u proizvodnji. Izvor energije kao i njena potrebna količina ovise o načinu proizvodnje, tiskanju, doradi, ambalaži, distribuciji i njenoj lokaciji. Kod kemijske separacije vlakana, kemikalije se koriste za odvajanje nevlaknastih supstanci iz drva. Odvojeni materijal se koristi kao gorivo za proizvodnju električne energije i vodene pare, potrebne za proizvodnju. Stoga je drvo izvor energije i kao materijal i kao pogonsko gorivo. Ovaj izvor energije, tzv. biomasa, je obnovljiv i održiv. U Europi i Americi se više od 50% papira i kartona proizvodi iz energije na bazi biomase. Kod mehaničke separacije vlakana i recikliranja koristi se električna energija. Većina tih tvornica proizvodi svoju energiju i paru. Izvor energije za ove procese u većini slučajeva je fosilno gorivo u obliku prirodnog plina. Štednja energije u proizvodnji papira i kartona veliko je područje za razvoj na koji svakako treba obratiti pozornost. Potrošnja energije po toni papira ili kartona u stalnom je padu, te se neprestano razvijaju i primjenjuju novi izvori energije, napredniji sistemi za štednju i obnavljanje energije za proizvodnju.

9.3. Voda

Prije desetak godina u prosjeku se koristilo 35 m³ vode za proizvodnju jedne tone kartona, što je za trećinu manje u odnosu na prijašnje godine. Međutim, bitno je napomenuti da se proizvodnja u istom razdoblju povećala čak 36%. Neki proizvodi zahtijevaju manju potrošnju vode, trend je i dalje padajući, te danas treba manje od 15 m³ vode za jednu tonu. Voda se koristi u gotovo cijelom procesu proizvodnje papira i kartona. Koristi se kod kemijskog i mehaničkog razvlaknjivanja, izbjeljivanja, pranja i oplemenjivanja vlakana. Voda se koristi i kod recikliranja vlakana, posebno u procesu flotacije. Također, voda ima ključnu ulogu prilikom proizvodnje na stroju. Nakon korištenja, voda korištena u procesu obrađuje se s ciljem zadovoljavanja regulativa i povratka u rijeke, jezera i prirodne tokove. Kao što je već spomenuto, trend je korištenje manje vode. Voda se reciklira i obnavlja. Koriste se zatvoreni vodeni sistemi u kojima se reciklira sva procesna voda te se tako smanjuje potreba za korištenjem svježe vode. Poboljšani procesi u obradi vode, kao i prestanak upotrebe elementarnog klora, rezultirali su sveukupnim smanjenjem korištenja vode.

9.4. Kemikalije

Kemikalije korištene u proizvodnji čine 3% ukupnog sirovog materijala. Daljnjih 9% čine minerali korišteni kao punila i kao premaz. Aluminijev sulfat korišten kao vezivo prirodnog je podrijetla, isto kao i škrob. Većina kemikalija koje se koriste prilikom razvlaknjivanja obnavljaju se i ponovno koriste u procesu. Većina ostalih materijala korištenih u proizvodnji pažljivo se odabire, pri čemu se pazi na okoliš, zdravlje i sigurnost, i moraju biti prikladni za ambalažu u prehrambenoj industriji.

9.5. Otpadna ambalaža i njena minimalizacija

Iako se neki dio ambalaže odvaja iz otpada prikupljanjem, ponovnim korištenjem i recikliranjem, podaci govore da prije ili kasnije sve završi u prirodi. To se vidi na mjestima gdje ljudi žive i rade, i to zbog činjenice da su ljudi navikli ambalažu baciti s ostalim otpadom. Da bi se kvalitetno minimalizirala otpadna papirna i kartonska ambalaža, trebali bi obratiti pozornost na sljedeće principe:

- Dizajn same ambalaže može optimizirati količinu potrebnog materijala istodobno zadržavajući snagu.
- Smanjiti gramaturu materijala, ali pritom imati na umu da zaštita proizvoda nije ugrožena. Moguće je uštediti na materijalu tako da se reducira količina primarnog materijala i poveća se snaga ambalaže u distribuciji i obratno.
- Promijeniti specifikaciju materijala. Neki papiri i kartoni nude istu snagu s uštedom na materijalu od 20%, npr. kraft karton, valoviti karton, korištenje primarnih vlakana i dr.

10. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme kada smo suočeni sa svagdanjim izvještajima o negativnim ekološkim promjenama, održiva budućnost postala je globalna tema za vlade, proizvođače i potrošače. Sve vrste proizvoda imaju neki negativni utjecaj na okoliš. Ambalaža nije izuzetak. Kada se iskoristi proizvod koji ambalaža sadrži, ona se odbacuje pa njen utjecaj na ekologiju ponekad može biti prilično vidljiv. Tu dolazimo do ključnog pitanja: jesu li kartoni prijatelji okolišu? Odgovor je pozitivan. Što se tiče utjecaja na okoliš i na klimatske promjene, ne postoji bolja ambalaža od kartonske. Ona se temelji na drvu, što je jedini obnovljivi sirovi materijal i dolazi iz održivih certificiranih šuma. Karton se može reciklirati i pretvoriti u novi karton i novu ambalažu, ili se može spaliti i iskoristiti kao biogorivo u ponovnoj proizvodnji. Nije katastrofa ako kartonska ambalaža završi u prirodnom okolišu jer se jednostavno razgradi pomoću mikroorganizama, što nije slučaj kod ostalih vrsta ambalaže. Trebamo biti svjesni glavnih dobrobiti kartonske ambalaže, a to je da štite puno važnije resurse prilikom pakiranja, skladištenja, distribucije, prodaje i potrošnje, naročito hrane. Zatvorena ekološka petlja šuma daje nam sirovi materijal za kartonsku ambalažu, dok istodobno stari karton i papir imaju važnu ulogu u recikliranom sistemu modernog održivog društva.

11. LITERATURA

- [1] Kiwan, M.: Paper and Paperboard Packaging Technology, Blackwell Publishing, London, 2005.
- [2] Horvatić. S.: Grafika – Papiri i Kartoni, Grafička škola u Zagrebu, Zagreb, 2009.
- [3] <http://www.storaenso.com> (Dostupno: travanj 2011.)
- [4] Golubović, A.: Svojstva i ispitivanje papira, Grafički fakultet, Zagreb, 1993.
- [5] <http://www.iggesund.com> (Dostupno: travanj 2011.)
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Paper_machine (Dostupno: lipanj 2011.)
- [7] Kosić, T.: Osnove grafičkih materijala i tiskarskih tehnika, Zagreb, 2008.
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Packaging_and_labelli (Dostupno: lipanj 2011.)
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Folding_carton (Dostupno: lipanj 2011.)

Kontakt autora:

Dario Petrić (bivši student)

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33, 42000 Varaždin
098/412 710, 042/816-085
petric.d@gmail.com

Dr. sc. Damir Vusić, v. pred.

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33, 42000 Varaždin
Tel.: 042 493 334
dvusic@velv.hr

Robert Geček, dipl.ing., vanjski suradnik

Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33, 42000 Varaždin
098/268-862
graphing-ivanec@vz.t-com.hr