Postupak proizvodnje papirnatih vrećica

Grnović, Saša

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:649757

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository



Sveučilište
Sjever

DIPLOMSKI RAD br. 38/ARZO/2022

Postupak proizvodnje papirnatih vrećica

Saša Grnović, 12241779

Koprivnica, srpanj 2022.

Sveučilište
Sjever

Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša

DIPLOMSKI RAD br. 38/ARZO/2022

Postupak proizvodnje papirnatih vrećica

Student

Saša Grnović, 12241779

Mentor

Prof. dr. sc. Božo Smoljan

Koprivnica, srpanj 2022.

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Koprivnica
Trg dr. Žarka Dolinara 1, HR–48000 Koprivnica

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša

STUDIJ: diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša

PRISTUPNIK: Saša Grnović | MATIČNI BROJ: 12241779

DATUM: 24.05.2022. | KOLEGIJ: Ambalaža i tehnologija pakiranja

NASLOV RADA: Postupak proizvodnje papirnatih vrećica

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: Manufacturing process of paper bags

MENTOR: dr.sc. Božo Smoljan | ZVANJE: redoviti profesor u tr. zv.

ČLANOVI POVJERENSTVA:
1. Izv. prof. dr. sc. Dean Valdec - predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek - član
3. Prof. dr. sc. Božo Smoljan - mentor
4. Izv. prof. dr. sc. Bojan Šarkanj - zamjenski član
5.

Zadatak diplomskog rada

BROJ: 38/ARZO/2022

OPIS:

Napuštanjem povratne ambalaže te povećanjem korištenja nepovratne ambalaže u Republici Hrvatskoj se kontinuirano generira neravnoteža i ugroženost okoliša. Posebno je to prisutno u postupanju s plastičnim ambalažnim otpadom. Intenzivnijom proizvodnjom i uporabom papirnate ambalaže, između ostalog papirnatih vrećica, značajno se može ublažiti zagađenje okoliša. U Hrvatskoj nedostaju postrojenja za proizvodnju papirnatih vrećica.
U radu će se opisati svojstva i primjena papira u proizvodnji ambalaže. Osim toga prikazat će se postupci proizvodnje papirnatih vrećica.
Ovom temom želi se prikazati značaj i mogućnost proizvodnje papirnatih vrečica u modernom društvu.

U radu je potrebno:
- Definirati vrste papira;
- Opisati svojstva papira;
- Definirati osnovne postupke proizvodnje papira i papirnate ambalaže;
- Proanalizirati prednosti i nedostatke proizvodnje i primjene papirnate ambalaže;
- Za konkretan primjer papirnatih vrećica detaljno opisati postupak proizvodnje.

ZADATAK URUČEN: 25.5.2022. | POTPIS MENTORA:

SVEUČILIŠTE SJEVER

Sažetak

Porastom svijesti o zaštiti okoliša i očuvanju izvora energije, čovječanstvo se susreće s brojnim izazovima. Među najvažnijim izazovima je upravljanje ambalažom. Plastična ambalaža predstavlja velik problem za gospodarenje, prije svega ima negativan utjecaj na biljni i životinjski svijet. Tendencija je na svjetskoj razini, smanjenje upotrebe plastike u ambalažnoj industriji. Kao najadekvatnija alternativa plastičnoj ambalaži, prije svega plastičnim vrećicama, pokazala se papirnata ambalaža. Papir kao materijal je ekološki prihvatljiv, a njegova primjena je zastupljena u svim segmentima ambalažne industrije.

Ovom temom želi se prikazati značaj i mogućnost proizvodnje papirnatih vrećica u modernom društvu. U ovom radu je prikazan razvoj papirne industrije kroz povijest. Opisana su svojstva papirnate ambalaže, te načini ispitivanja. Definirani su postupci proizvodnje papira i papirnate ambalaže. Istražene su prednosti i nedostatci upotrebe papirnate ambalaže. Opisani su procesi koji prate recikliranje papirnate ambalaže. Prikazani su statistički podaci Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja vezani za tržište ambalažom u Republici Hrvatskoj. U radu je detaljno opisan postupak proizvodnje papirnatih vrećica. Opisani su svi dijelovi strojeva za proizvodnju papirnate vrećice, te njihov princip rada. Postrojenja za proizvodnju papirnate ambalaže u Republici Hrvatskoj su još uvijek deficitarna, premda je njihova aktivnost u značajnom porastu. Razvojem postrojenja za proizvodnju papirnate ambalaže, prije svega papirnatih vrećica, bitno se smanjuje pritisak na okoliš. Postrojenja za proizvodnju papirnate ambalaže u potpunosti su automatizirana, s kapacitetom proizvodnje i preko 100 000 vrećica u jednom danu.

Ključne riječi: papir, papirnata ambalaža, papirnata vrećica, karton, ljepenka, recikliranje

Abstract

With the growing awareness of environmental protection and conservation of energy sources, humanity is faced with numerous challenges. Among the most important of those challenges is packaging management. Plastic packaging represents an especially big problem for management. Above all, it has a negative impact on plant and animal life. The tendency at the world level is to reduce the use of plastic in the packaging industry. Paper packaging has proven to be the most adequate alternative to plastic packaging, primarily in plastic bags. Paper as a material is environmentally friendly, and its application is represented in all segments of the packaging industry.

The aim of this paper is to demonstrate the importance as well as the various possibilities of paper bag production in modern society. Paper industry development throughout history is also presented in the paper. Properties of paper packaging and their testing methods are described in detail. Procedures involving paper production and paper packaging are described, as well as the advantages and disadvantages of using paper. Processes involved in the recycling of paper packaging are described. Statistical data from the Ministry of Economy and Sustainable Development related to the packaging market in the Republic of Croatia are explored. Production process of paper bags, parts of the machines needed for their work and their overall working principle are explained. Paper packaging plants in the Republic of Croatia are still in deficit, although their activity is increasing significantly. The development of facilities to produce paper packaging, most importantly paper bags, significantly reduces the pressure on the environment. Paper packaging production plants are fully automated, with a production capacity of over 100 000 bags in one day.

Keywords: paper, paper packaging, paper bag, cardboard, carton, recycling

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Papir 2
2.1. Povijest papira 2
2.1.1. Povijest papirne industrije u Republici Hrvatskoj 4
3. Sirovine za proizvodnju papira 5
3.1. Osnovne sirovine za proizvodnju papira 5
3.2. Pomoćne sirovine za proizvodnju papira 8
4. Proces proizvodnje papira 10
4.1. Priprema vlaknaste mase 10
4.1.1. Mljevenje 10
4.1.2. Primješavanje dodataka 13
4.1.3. Pročišćavanje vlaknaste mase 13
4.2. Papirni stroj 13
4.2.1. Sekcija za stvaranje papirne trake 14
4.2.2. Sekcija za prešanje papirne trake 16
4.2.3. Sekcija za sušenje papirne trake 17
4.3. Dorada papira 17
4.3.1. Satiniranje papirne trake 17
4.3.2. Rezanje papirne trake 18
5. Svojstva papira 19
5.1. Opća svojstva papira 19
5.1.1. Debljina papira 19
5.1.2. Gramatura papira 20
5.1.3. Gustoća papira 21
5.1.4. Smjer vlakanaca 21
5.1.5. Upojnost papira 22
5.2. Mehanička svojstva papira 22
5.2.1. Otpornost prema kidanju 22
5.2.2. Otpornost prema savijanju 23
5.3. Optička svojstva papira 23
6. Papirnata ambalaža 24
6.1. Papir kao ambalažni materijal 24
6.2. Karton 25
6.3. Ljepenka 26
6.3.1. Valovita ljepenka 26

7. Recikliranje papirnate ambalaže 28
7.1. Prikupljanje i sortiranje papira 28
7.2. Razvlaknjivanje 28
7.3. Pročišćavanje 29
7.4. Prosijavanje 29
7.5. Odbojavanje (deinking flotacija) 29
7.6. Ispiranje 30
8. Gospodarenje papirnatom ambalažom u Republici Hrvatskoj 31
9. Postupak proizvodnje papirnatih vrećica u Muraplast d.o.o. 34
9.1. Puštanje role papira u stroj 36
9.2. Početno formiranje vrećice 37
9.3. Finalno formiranje tijela vrećice 40
9.4. Formiranje dna vrećice 42
9.5. Formiranje ručki na papirnatoj vrećici 48
9.6. Formiranje ojačanja papirnate vrećice 53
10. Zaključak 55
11. Literatura 58

1. Uvod

Gledano s povijesnog stajališta, možemo reći da je papir nastao oko 100. godine u drevnoj Kini. Nastao je kao proizvod sirovina i otpadaka biljnog podrijetla.

Ubrzo su uočene značajne prednosti pred do tada korištenim materijalima; papirusom i pergamentom. Papir, kao materijal odlikovao se jeftinom i brzom proizvodnjom, te vrlo lakim oblikovanjem, te kao najvažnijom stavkom, kao odlična podloga za pisanje i crtanje. Pojačana potražnja za papirom počinje u 15. stoljeću, pronalaskom tiska. Do tada su glavne sirovine za proizvodnju papira bile svilene čahure, dudove kore, konoplja te laneni otpaci.

Porastom proizvodnje raste i potreba za razvojem novih tehnologija proizvodnje, te pronalaskom novih, adekvatnijih i dostupnijih sirovina. Tijekom stoljeća postojale su razne metode izrade papira koje su koristila drvo kao izvor sirovine. Ipak masovnija, industrijska proizvodnja počinje u prvoj polovici 20. stoljeća. U tom vremenu, ustvari papir dobiva svoju punu vrijednost, te uporabnu svrhu. U tom periodu se papir počinje koristiti, osim za svrhe pisanja i crtanja, kao jedan od ambalažnih materijala.

Masovnijom proizvodnjom plastike, prije svega LDPE vrećica, upotreba papirnate ambalaže se smanjuje. Ipak porastom svijesti o potrebi očuvanja okoliša i životne sredine, tendencija je zamijeniti plastičnu ambalažu prihvatljivijim i za okoliš povoljnijim materijalima. Tu u punom smislu svoju vrijednost dobiva upotreba papirnate ambalaže; prije svega upotreba papirnatih vrećica, koje su s ekološkog aspekta daleko prihvatljivije od LDPE vrećica.

2. Papir

U standardnom Hrvatskom jeziku definicija koja opisuje papir glasi: "*materijal na kojem se piše, tiska, crta i sl., načinjen od tanko razvučene i osušene mase biljnih vlakanaca, većinom drvene celulozne mase ili mase od pamučnih krpa"*[1].

Sam naziv materijala, papir, potječe od grčke riječi papyrus, koja označava istoimenu biljku.

Pronalazak papira možemo nazvati prijelomnim trenutkom u razvoju ljudske civilizacije. Otkrićem papira, omogućeno je zapisivanje podataka te komunikacija s pravilnim i točnim informacijama.

Prvotna uloga papira je bila za pisanje. Razvojem civilizacije osim za pisanje papir dobiva mnogostruke uloge. Njegova, možda najvažnija, uloga je u obliku vrijednosnih papira i novčanica. Bez obzira na razvoj tehnologije, tu ulogu je gotovo pa nemoguće zamijeniti. Nadalje papir se koristi za tiskanje knjiga i časopisa. Međutim danas iznimno važnu ulogu igra u ambalažnoj industriji. Gotovo da ne postoji grana gospodarstva gdje papir nije sastavni dio ili samog proizvoda ili u funkciji ambalaže. Papirnata ambalaža postaje vrlo poželjna u toku modernog društva. Mnogi su razlozi takvog statusa papira u današnjici, ali primarni razlog je ekološka prihvatljivost.

2.1. Povijest papira

Povijesni pregled razvoja papira se može opisati u tri faze; prva faza je vezana za otkriće papira i naziva se kineska faza, druga je vezana više na širenje papira, te neke promjene u njegovoj proizvodnji. Ta faza se naziva arapska faza. Treća faza je suvremena faza, koja traje do danas.

Kineska faza predstavlja otkriće papira. Prvotno je je najveću ulogu u proizvodnji papira igrao dudov svilac. Njegove čahure su bivale samljevene, te se raznim postupcima dolazilo do papira. Osim samljevenih čahura dudova svilca, proizvodila su se vlakna iz bambusove trske, a dodavala se i tkanina. Ta kombinacija materijala se mljela te, te zalijevala, većinom, vapnom.

Kada bi smjesa postala dobro izmiješana, a svi materijali sjedinjeni, vadila se te ostavljala na sitima, gdje se uklanjala voda, a smjesa postajala tvrđa i nalik papiru. Osim toga takav papir je prolazio razne postupke, vrlo slične današnjima, poput prešanja i glačanja.

Arapska faza je započela 751. godine [2]. Sukobi Kineza i Arapa u Središnjoj Aziji su ustvari zaslužni za širenje papira po svijetu. Arapi su od kineskih zarobljenika doznali tajnu proizvodnje papira. Ubrzo su otvorili vlastite radionice u gradovima poput Bagdada i Samarkanda, u današnjem Iraku i Uzbekistanu. U narednim stoljećima, u sklopu svojih osvajanja, papir su donijeli u Europu. Prvotno je papir donese na područje današnje Španjolske gdje je i otvorena prva proizvodnja papira u Europi. Prva radionica papira u Europi bila je otvorena u XII. st. u gradu Xàtiva u Valenciji.[2] Kasnije se proizvodnja papira vrlo brzo proširila cijelom Europom. Kao najstariji pisani dokument iz te faze spominje se zlatna bula bizantskog cara Konstantina.

Razvojem civilizacije i pojavom masovnijeg obrazovanje, te otvaranjem škola i sveučilišta, papir dodatno dobiva na značaju. Ipak najmasovnija proizvodnja papira počinje otkrićem tiskarskog stroja. Izum tiskarskoga stroja pripisuje se Nijemcu Johannesu Gutenbergu koji je u Mainzu u Njemačkoj godine 1455. otisnuo prvu tiskanu knjigu na svijetu, Bibliju [2,3].

Suvremena faza proizvodnje počinje u 18. stoljeću. U suvremenoj fazi su postignuta ključna otkrića koja su zaslužna za papir kakav imamo danas. Najvažnija otkrića su da se papir može proizvesti od drva kao osnovne sirovine. Za to otkriće je zaslužan Jakob Christian Schäffer. Drugo važno otkriće, je rješavanje problema mljevenja drva, a za to otkriće je zaslužan Friedrich Keller. Papirni stroj se prvi put spominje oko 1800-te godine, te je na njemu počela prva proizvodnja papira. Zanimljivo je da je taj papirni stroj bio preteča današnjeg papirnog stroja s dugim sitom. S vremenom su usavršavane i pojednostavljivane metode proizvodnje. Jedno od daljnjih važnih usavršavanja je dodavanje keljiva u proizvodnju papira. Tehničko usavršavanje papira je provedeno dodavanjem keljiva, te patentiranjem valjaka za prešanje i sušenje papirne trake. Skupni elektromotorni pogon papirnoga stroja prva je 1919. primijenila tvrtka Westinghouse Electric Co [2,3].



Slika 2.1. Gutenbergov tiskarski stroj

Izvor:(CENBAUER, Melita. *Počeci tiskarstva u slavenskih naroda*. 2011.)

2.1.1. Povijest papirne industrije u Republici Hrvatskoj

Prvi dokumenti pisani na papiru u današnjoj Republici Hrvatskoj vezani su za područje Dalmacije. Trogirski evanđelistar je najstariji rukopis pisan na papiru, a njegovo pisanje datira u sredinu 13-og stoljeća. Početak papirne industrije u Republici Hrvatskoj datira krajem 17-og stoljeća. Prva proizvodnja papira vezana je za područje zapadne Hrvatske. Do tada je papir stizao iz Italije, ali količine nisu bile dovoljne, pa se krenulo u vlastitu proizvodnju. Prvi mlin za papir se spominje krajem 17-og stoljeća u Žužumberku. Anton Nikel je se spominje kao čovjek koji je papirni mlin preuredio od mlina za žito. Tadašnji mlin je imao učinak od oko 450 000 araka godišnje. Ta količina mase je mogla podmiriti tadašnje potrebe cijele Hrvatske. Taj mlin je kasnije preuzela obitelj Kleinmayer, te od njega je napravljena manufaktura. Mlin je radio do sedamdesetih godina 19-og stoljeća.

Prva industrijska proizvodnja papira u Hrvatskoj se spominje sredinom 19-og stoljeća kada je Andrija Ljudevit Adamić osmislio i izgradio mlin za papir u Rijeci. To poduzeće ubrzo kreće s nabavkom triju strojeva, te zapošljava 300-tinjak radnika.

3. Sirovine za proizvodnju papira

Sirovine za proizvodnju papira možemo podijeliti u osnovne sirovine za proizvodnju papira i pomoćne sirovine za proizvodnju papira [5].

Pod osnovnim sirovinama se podrazumijevaju:

- Drvenjača
- Celuloza
- Reciklirani papir
- Poluceluloza
- Polutvorevina

Pomoćnim sirovinama podrazumijevaju se:

- Keljiva ili smole
- Punila
- Bojila

3.1. Osnovne sirovine za proizvodnju papira

Drvenjačom se naziva sirovina koja se dobije brušenjem oblice drveta.[6] Proces proizvodnje drvenjače se zasniva na mehaničkom razdvajanju drvene mase na vlakna. Postoji bijela i smeđa drvenjača. Bijela drvenjača se dobiva brušenjem sirovine uz pomoć vode, dok se smeđa dobiva brušenjem uz obradu vodenom parom. Bijela drvenjača se može dobiti od smeđe na način da se bijeli uz pomoć natrijevog peroksida. Papir koji sadrži drvenjaču se razlikuje od papira koji nema drvnu masu. Dvije glavne razlike su cijena i kvaliteta. Papir dobiven uz primjese drvenjače je mnogo jeftiniji, ali i puno manje kvalitete. Vlakna koja nastaju brušenjem drvenjače su vrlo kratka i teško se povezuju, pa je za proizvodnju čvršćeg papira s primjesom drvenjače potrebno dodati drvnu celulozu. Dodatak celuloze je do 20 % u odnosu na ukupnu masu drvenjače.

Sam proces proizvodnje drvenjače možemo podijeliti u nekoliko faza:

- Skladištenje sirovine
- Odkoravanje
- Brušenje
- Odvajanje



Slika 3.1. Drvenjača

Izvor (MEDVED, Matea. *Pogoni za proizvodnju papira*. 2018.)

Skladištenje sirovine predstavlja vrlo važan segment u procesu proizvodnje drvenjače. Prije same obrade drva, poželjno je da trupac odleži neko vrijeme (idealno vrijeme je 6 mjeseci). Razlog tome je izlučivanje smole kod crnogoričnog drveta. Smola se nakon sječe stabala izlučuje još neko određeno vrijeme, te bi mogla uzrokovati probleme tijekom proizvodnje. Kod skladištenja sirovine za proizvodnju drvenjače moguća su dva načina, tzv. suhi i mokri način. Kod suhog načina trupci su posloženi tako da između njih neometano može strujati zrak. Na taj način se sprečava pojava gljivica, plijesni i lišajeva koji su nepoželjni u papirnoj industriji. Drugi način je potapanje trupaca u vodu s istim ciljem kao i kod suhog skladištenja.

Odkoravanje, kao sljedeći proces, ima funkciju skidanja kore s trupaca. Kora uzrokuje puno manju bjelinu drvenjače.

Nakon odkoravanja slijedi brušenje trupaca. Brušenje se odvija preko preše i brusnog kamena. Brušenjem trupaca nastaje drvenjača.

Odvajanjem mase se iz drvenjače nastoje izdvojiti krupnije čestice. Proces odvajanja se uglavnom provodi kroz dvije faze; grubo i fino odvajanje [6].

Za proizvodnju papira upotrebljava se takozvana tehnička celuloza, koja osim čiste celuloze sadrži manji ili veći udjel hemiceluloze i lignina [2,7].

Celuloza predstavlja tvar bijele boje, koja nema ni okus ni miris, te nije topljiva u vodi. Zavisno od bilje sadržaj celuloze može varirati od 30 – 95 %. U industriji proizvodnje papira je nezamjenjiva. Celuloza se dobiva iz crnogoričnih i bjelogoričnih trupaca. Masa se usitni, a pomoću kemikalija na određenoj temperaturi se uklanjaju zaostale smole i lignin. Najčešće se do celuloze dolazi sulfatnim postupkom.

Reciklirani papir predstavlja vrlo važan aspekt u proizvodnji papira, budući da se papir može reciklirati do sedam puta bez gubitka na kvaliteti. Prije svega proces recikliranja papira počinje u kućanstvu ili u uredu. Da bi se papir mogao reciklirati potrebno ga je pravilno odvojiti, sakupiti i odložiti na odgovarajuće mjesto. Sam proces recikliranja započinje razvlaknjivanjem papira u vodi, nakon kojeg slijedi grubo prosijavanje materijala u vodi [8]. Jedan od najvažnijih procesa u recikliranju starog papira je uklanjanje otisnute boje na papiru. Nakon uklanjanja boje slijede čišćenje mase, te fino prosijavanje. Svojstva recikliranog papira uvelike ovise o svakom koraku recikliranja, te se u svakom koraku prate i uzorkuju svojstva vlaknastog materijala kako bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta koja je uvjet za izradu papira.[8]

Polucelulozom smatramo podvrstu celuloze koja je kemijski obrađena. Postupak obrade naziva se polu - kemijski ili neutralo sulfitni polu - kemijski postupak obrade [9]. Poluceluloza ima iskoristivost oko 80 % u odnosu na suhu sječku drva, a prakticira se kod obrade tvrdog bjelogoričnog drva. U polucelulozi zaostaje veliki udio lignina pa se koristi uglavnom kod proizvodnje valovite ljepenke, kao srednjeg valovitog sloja.

Polutvorevina je vlaknasta sirovina za izradu papira, a koja se dobiva iz tekstilnih vlakana. Polutvorevina kao sirovina se najčešće dobiva iz otpada u tekstilnoj industriji. Polutvorevinu se može smatrati kao sekundarnu sirovinu. Prije samog procesa u proizvodnji papira, tekstilna vlakna prolaze obradu kako bi im se poboljšala svojstva; prije nego se koriste u proizvodnji, vlakna se sortiraju, čiste i izbjeljuju [9].

3.2. Pomoćne sirovine za proizvodnju papira

Pomoćnim sirovinama za proizvodnju papira smatraju se keljiva (smole), punila i bojila.[9] Keljiva se u proizvodnji papira koriste kao bi se spriječilo prodiranje tekućine u papir. Zbog hidrofobnosti, keljiva popunjavaju pore, te ih zatvaraju, dok se svrha keljiva vidi tek izlaskom papira iz papirnog stroja [10]. Dodavanje keljiva može biti u dvije faze proizvodnje papira. Keljivo se može dodati za vrijeme mljevenja sirovina za papirnu masu ili se može dodati kod prolaza suhe papirne trake na kraju proizvodnog lanca.

Prema količini utrošenog keljiva papir možemo podijeliti u tri skupine:

- Punokeljeni papir (pisaći papir, fotografski papir itd.)
- Polukeljeni papir (papir za duboki tisak , obični tiskovni papir)
- Nekeljeni papir (novinski papir, cigaretni papir, filtarski papir)

Keljiva se dodaju u rasponu od 0,5 – 3% u odnosu na suhu celuloznu masu, a njih udio ovisi o sirovini i vrsti papira koji se proizvodi. Najčešće se upotrebljavaju keljiva na bazi prirodnih smola [11].



Slika 3.2. Keljivo

Izvor (https://www.researchgate.net/figure/Un-bloc-de-colophane-pour-archet-de-violon_fig13_320619327 26.6.2022.)

Punila su nezaobilazni dio u procesu proizvodnje papira. Cilj dodavanja punila su poboljšana svojstva papira, prije svega fizikalna i optička [10]. Punila papiru daju mekoću, glatkoću, svjetloću i što je posebno važno poboljšavaju mogućnost prijema tiska [12]. Danas je u grafičkoj industriji punilo nezaobilazan element. U proizvodnji papira se koriste uglavnom mineralna punila. Upotreba mineralnih punila ima i ekonomsku prednost, budući da su mineralne tvari jeftinije od vlakana za proizvodnju papira, te vlakna mogu djelomično nadomjestiti punilima. Ipak sadržaj punila ne smije biti prevelik jer prevelikim dodatkom punila papir gubi na svojoj čvrstoći.

Bojila se koriste u proizvodnji papira kako bi se već kod same proizvodnje proizveo papir određene boje [10]. Kod proizvodnje se razlikuju dvije vrste bojanja papira; bojanje površinskog sloja papira i bojanje vlaknaste mase. Prilikom bojanja vlaknaste mase je veća potrošnja bojila, ali je i njegova upotreba šira od upotrebe bojanja površinskog sloja. Kod bojanja površinskog sloja papira problem predstavlja što bi papir po cijeloj svojoj površini trebao imati jednaku sposobnost upijanja kako bi se izbjegli neželjeni prijelazi, dok se kod bojanja mase taj problem izbjegava. Na kvalitetu obojenja papira utječu razni čimbenici, među kojima su najvažniji vrsta sirovine za proizvodnju papira i stupanj usitnjenosti vlaknaste mase [12].

4. Proces proizvodnje papira

Sam proces proizvodnje papira počinje rušenjem stabala, te njihovim skladištenjem, te primarnom obradom. Nakon toga slijede procesi pripreme vlaknaste mase, primješavanje dodataka, ispiranje vlaknaste mase te njezin ulazak u papirni stroj gdje na kraju nastaje papirna traka kao gotov proizvod [12].

4.1. Priprema vlaknaste mase

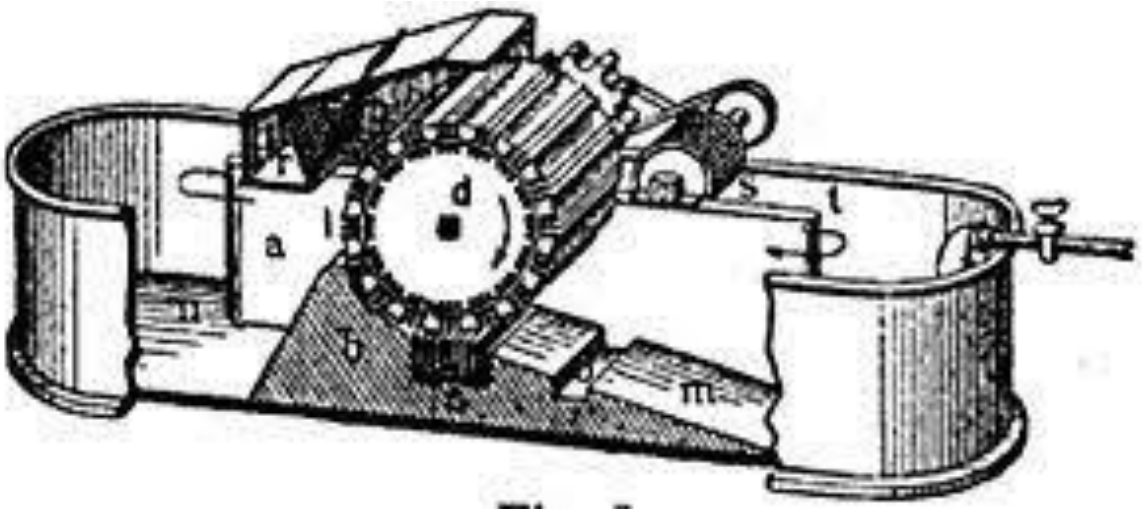
Pod pripremom vlaknaste mase se podrazumijeva promjena stanja i oblika osnovnih sirovina za proizvodnju papira, u oblik koji je prikladan za stvaranje papirne trake u daljnjim procesima proizvodnje [12]. Celuloza, kao osnovna sirovina za proizvodnju papira, može se nalaziti u čvrstom stanju ili u obliku vodene suspenzije. Ukoliko je u čvrstom stanju, što je češći slučaj, da bi se mogla prevesti u gotov proizvod potrebno ju je pretvoriti u suspenziju. Proces prevođenja iz čvrstog u tekuće stanje se provodi pomoću miješalica. Svrha tog procesa je razbijanje vlakanaca kako bi se njima lakše rukovalo u daljnjim procesima proizvodnje papira. Ukoliko se takva masa dovodi u papirni stroj, dobije se papir vrlo niske kvalitete na kojem je gotovo nemoguće tiskati, takav papir ima vrlo malu čvrstoću [12]. Tako proizveden papir može služiti gotovo isključivo kao filter. Kako bi dobili kvalitetnu sirovinu za daljnju proizvodnju papira, takva masa prolazi kroz daljnje postupke.

4.1.1. Mljevenje

Mljevenje predstavlja niz mehaničkih radnji kojima se vlakanca čupaju, trgaju i gnječe, te im se na taj način bitno mijenjaju fizikalna svojstva. Tako usitnjena vlakanca postaju hidrofilna te pod utjecajem vode ona bubre, postaju podatna i savitljiva. Zbog navedenih promjena na njihovoj površini, nakon sušenja, vlakanca imaju bolju sposobnost povezivanja u kompaktnu cjelinu.

Time se pokazalo da fizikalna svojstva uvelike ovise o načinu mljevenja i njegovom trajanju. Razlikujemo tri vrste mlinova ma mljevenje vlaknaste mase; koritasti mlin, konusni mlin i pločasti mlin [12].

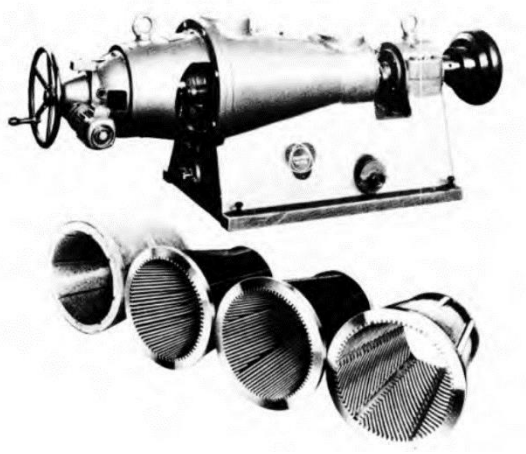
Koritasti mlin je zastario način mljevenja vlaknaste mase, te je danas uglavnom u upotrebi konusni ili pločasti mlin. Koritasti mlin radi na principu korita koje u sredini ima pregradu koja omogućava kruženje mase kroz korito. Na jednoj strani korita je smješten valjak na kojem se nalaze poprečni uski i oštri noževi. Valjak se nalazi iznad kućišta na kojem se također nalaze noževi. Razmak između valjka i kućišta je podesiv. O razmaku ovisi koliko će čestice biti usitnjene.



Slika 4.1. Koritasti mlin

Izvor: (http://runeberg.org/salmonsen/2/18/0900.html 26.6.2022.)

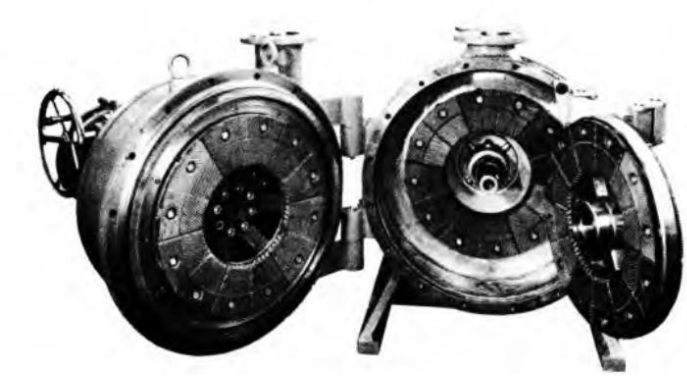
Konusni mlin, kao što mu i sam naziv govori sastoji se od konusnog kućišta i pripadajućeg rotora [13]. Na kućištu i rotoru se nalaze vrlo oštri noževi, o čijoj razmaknutosti i širini ovisi usitnjenost mase.



Slika 4.2. Konusni mlin

Izvor: (https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/papir.pdf 26.6.2022)

Pločasti mlin se ponekad naziva i diskasti mlin. U mlinu se nalaze ploče koje sadrže oštre noževe za mljevenje mase. Pločaste mlinove možemo podijeliti na mlinove s dvjema i trima pločama. Ukoliko je mlin s dvjema pločama onda je jedna statična dok se druga rotira, dok je kod mlina s trima pločama, srednja ploča rotirajuća dok su druge dvije statične [14]. Pločasti i konusni mlinovi proizvode masu boljih svojstava, koja se lakše obrađuje na papirnom stroju.



Slika 4.3. Pločasti mlin

Izvor: (https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/papir.pdf 26.6.2022)

4.1.2. Primješavanje dodataka

Proces primješavanja dodataka je proces koji se odvija paralelno s procesom mljevenja. Pod primješavanjem dodataka podrazumijevamo dodavanje pomoćnih sirovina za proizvodnju papira. Kao što je već navedeno u dodatke svrstavamo u tri osnovne skupine: keljiva, punila i bojila.

4.1.3. Pročišćavanje vlaknaste mase

Po završetku procesa mljevenja, te nakon dodavanja dodataka, vlaknasta masa se ispušta u strojnu kadu. Obujam strojne kade zavisi kod radnog kapaciteta papirnog stroja. Prosječan zapremina kade mora biti dovoljna za pola sata rada papirnog stroja [12]. O čistoći vlaknaste mase direktno ovisi sama kvaliteta papira kao i rad papirnog stroja. Vlaknasta masa može sadržavati sitne čestice koje se smatraju nečistoćama. Prijašnji način pročišćavanja vlaknaste mase odnosio se na tzv. pjeskolov, tj. veliki žlijeb koji je služio za skupljanje većih čestica nečistoća koje su se odvajale od vlaknaste mase. Danas se ipak koristi sofisticiraniji način pročišćavanja temeljen na djelovanju centrifugalne sile.

4.2. Papirni stroj

Sam proces proizvodnje papira, tj. papirne trake započinje dovođenjem unaprijed pripremljene smjese vlakana, keljiva, bojila i punila, u spremnike. Takva smjesa je osnova za proizvodnju različitih vrsta papira. Masa koja dolazi u spremnik u prosijeku ima do 5 % suhe tvari [12]. Za daljnji strojni proces takvu je masu potrebno dodatno razrijediti do maksimalno 1.5 % suhe tvari. Tek tada se papirna, vlaknasta masa dovodni na papirni stroj.

Papirni stroj možemo podijeliti na tri dijela ili sekcije. Prvi dio je stvaranje papirne trake, drugi dio je za prešanje papirne trake i treći dio za sušenje papirne trake.

4.2.1. Sekcija za stvaranje papirne trake

Ova sekcija je vrlo važna u formiranju papirne trake, te o kvaliteti procesa cijeđenja mase ovisi kvaliteta papirne trake i funkcionalnost drugih sekcija u proizvodnji papira.

U sekciji za stvaranje papirne trake razlikujemo papirni stroj s dugim sitom i papirni stroj s valjkastim sitom [12]. Kod druge dvije sekcije nema razlike među strojevima, dakle strojevima za prešanje i sušenje papirne trake.

4.2.1.1. Papirni stroj s dugim sitom

Sam razvoj papirnog stroja s dugim sitom datira u 19. stoljeće. Usavršavanjem je kroz vrijeme postao primarno korišten stroj u industriji proizvodnje papira.

Sekcija za stvaranje papirne trake sastoji se od dva dijela; od natoka i beskonačnog dugog sita [12].

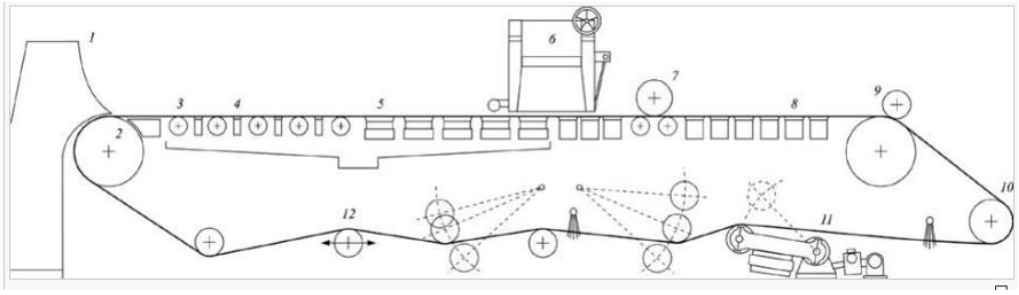
Papirna masa se, nakon što prođe proces pročišćavanja, pomoću crpke dovodi u natok. Natok predstavlja korito kroz koje masa prolazi do sita. Uloga natočnog korita je ravnomjerna raspodjela mase po situ kako bi se dobila jednolična masa i kako bi se izbjegle nakupine vlakanaca, te ostali nepoželjni efekti. Natok je konstruiran tako da se ne može lako začepiti ili zaprljati. Također je važno da konstrukcija natoka osigurava mogućnost reguliranja istjecanja papirne mase, kako bi se istjecanje prilagodilo brzini putovanja sita. Kako bi se spriječilo nakupljanje vlakanaca na istom mjestu, u natoku se osigurava fino turbulentno strujanje.

Dugo sito, ustvari predstavlja sustav za uklanjanje suvišne vode iz vlaknaste mase [12]. Sita su, najčešće, proizvedena od metala, međutim u posljednje vrijeme su i sintetska vlakna učestala u proizvodnji sita.

Sito svojim kretanjem pokreće većinu valjaka koji se stoga moraju vrlo lako okretati. Ti valjci se nazivaju registar valjci. Ti registar valjci ili noseći valjci, prvotno su bili postavljani s namjerom da pridržavaju sito.

Međutim kasnije spoznaje su pokazale da upravo ti registar valjci uklanjaju najveću količinu vode iz vlaknaste papirne mase, stvaranjem podtlaka. U modernijim papirnim strojevima registar valjci su zamijenjeni tzv. strugačima za vodu [12]. Ploha strugala je blago ukošena u odnosu na sito te sa svojim izbočenim dijelom struže s donje strane sita te uklanja vodu. Strugala su efikasnija od valjaka u vidi uklanjanja vode, kao i u vidu ravnomjernijeg formiranja papirne trake.

Nakon prelaska mase preko registar valjaka ili u novije vrijeme strugala, papirna traka je već djelomično stvorena, te sito prelazi preko vakuum komora čija je vrha daljnje uklanjanje vode. Uz usisne komore, s gornje strane sita, smješten je sitasti valjak. Njegova je svrha poravnavanje gornje strane papirne smjese, izglađivanje neravnina, istiskivanje mjehurića zraka, te u konačni formiranje čvršće i kompaktnije smjese. Na kraju sita papirna masa je dovoljno čvrsta i kompaktna da se može prenositi dalje. Na kraju sita se nalazi veliki pogonski valjak, koji za razliku od registar valjaka ima vlastiti elektromotor, te ga ne pokreće djelovanje sita. Pogonski valjak je priključen na usisni valjak čija je svrha dodatna odvodnja. Budući da se papirna traka, pri dolasku na sito sastoji od samo oko 1% suhe tvari, sva uklonjena voda sadrži znatne količine celuloze i dodataka, ona se povratnim kanalima šalje natrag za dodatno razrjeđivanje vlaknaste mase.



Slika 4.4. Papirni stroj s dugim sitom

(*1 – natočno korito, 2 – prsni valjak, 3 – registar valjci, 4 – odvajači vode, 5 – vakuumski odvajači vode, 6 – sekundarno natočno korito, 7 – pritisni valjak, 8 – vakuum komore, 9 – preša, 10 – pogonski valjak, 11 – zatezač sita, 12 – upravljači valjak*.)

Izvor : (POŽAR, Hrvoje, et al. Tehnička enciklopedija. *Zagreb: Grafički zavod Hrvatske*, 1987)

4.2.1.2. Papirni stroj s valjkastim sitom

Papirni stroj s valjkastim sitom se kod proizvodnje papirne trake bitno razlikuje od stroja s dugim sitom. Naime, stroj s valjkastim sitom nema natok nego se papirna masa pomoću crpki dovodi direktno u valjkasti spremnik. U spremniku se nalazi valjak koji je oblikovan pomoću, uglavnom, metalnih žica te ima funkciju sita. Valjak je djelomično uronjen u papirnu masu. Budući da se valjak rotira, on hvata određenu količinu papirne mase čije se grublje čestice zaustavljaju na plaštu valjka dok se voda cijedi u unutrašnjost valjka. Dovoljno čvrsta papirna masa se odvaja na najvišoj točki plašta te se dalje odvodi u druge sekcije papirnog stroja. Papirni stroj s valjkastim sitom je vrlo ograničen zbog malih brzina proizvodnje i nije prikladan za velika postrojenja. Ipak ima veliku prednost pri proizvodnji višeslojnih papira i kartona. Budući da se sekcija za stvaranje papirne trake može sastojati od više valjaka, na svakome valjku može biti smjesa drugačijeg sastava, pa se i sama, već formirana traka može sastojati od više slojeva, te kao takva nastaviti put u druge sekcije stroja.

4.2.2. Sekcija za prešanje papirne trake

Prelazak papirne trake s dugog ili valjkastog sita u sekciju za prešanje je najosjetljiviji dio ove proizvodnje, budući da je lom papirne trake vrlo moguć. Kako bi se izbjegao lom papirne trake, nju u prelasku hvata usisni valjak priključen na vakuum. On sprečava lom trake, a ujedno i ublažava njezin prelazak na beskonačnu traku koja dalje nosi papirnu masu. Ta traka je uglavnom primarno bila izrađena od vune, dok se danas koristi kombinacija vune i sintetskih vlakana. Osim što pridržava papirnu traku ona i upija dio vode koji se još uvijek nalazi u papirnoj traci [12]. Osim vode na beskonačnu traku se iz papirne prenose i keljiva, te bojila i punila pa je traku potrebno neprestano čistiti. Preša za papirnu traku se sastoji od dvaju valjaka kroz koje papirna traka prolazi. Valjci trebaju biti tako podešeni da se voda istiskuje, ali da se, koliko god je moguće, ne mijenja struktura papira. Ipak prešanjem papira se mijenjaju svojstva poput sposobnosti upijanja vode i propusnosti na zrak.

4.2.3. Sekcija za sušenje papirne trake

Nakon izlaska iz sekcije za prešanje papirna traka još uvijek sadrži određenu količinu vode koju je nemoguće ukloniti putem prešanja ili prelaskom preko sita. Tu vodu je moguće ukloniti jedino sušenjem. Sušenje se može provesti na više načina od kojih je najučestaliji direktan dodir papirne trake s nekim zagrijanim tijelom. Postoje još i sušenje konvekcijom ili zračenjem, ali su ti postupci manje zastupljeni. Sekcija za sušenje papirne trake sastoji se od niza zagrijanih i rotirajućih valjaka. Prolaskom između valjaka, obje strane papirne trake su naizmjence u dodiru sa zagrijanim valjcima. Zagrijavanjem papirne trake dio vode se prenosi na traku koja nosi papirnu traku, ujedno ta traka sprečava nabor papirne trake. Važno je da se iz sekcije za sušenje konstantno odvodi para koja nastaje zagrijavanjem papirne trake, tj. njezinim dodirom sa zagrijanim valjcima. Sama djelotvornost sušenja papirne trake ovisi o mnogo čimbenika. Ovisi o veličini, broju i zagrijanosti valjaka, temperaturi okoliša u trenutku sušenja, te brzini putovanja papirne trake.

4.3. Dorada papira

Nakon završetka procesa sušenja papirne trake, proces proizvodnje u papirnom stroju završava te se papirna traka namotava u velike koture. Nakon što se namota, koture je potrebno ostaviti da odstoji neko vrijeme, na hladnijoj temperaturi. To se radi kako bi se napon između vlakanaca ublažio, a papirna traka stabilizirala. Nakon što papir odstoji na papirnoj traci se vrši dorada. Dorada papira uključuje prematanje papira u novi kotur, njegovo rezanje, te kontrola mogućih nepravilnosti na njegovoj površini. Dva osnovna procesa dorade papira su satiniranje i rezanje.

4.3.1. Satiniranje papirne trake

Satiniranje postupak dorade papira nakon kojeg se povećava glatkoća i sjaj površine. Prije svega satiniranje se vrši na papiru koji služi za pisanje ili tisak.

Postupak satiniranja se odvija na superkalanderu. Kalander se sastoji od 8 do 12 ili više valjaka koji su smješteni jedan iznad drugog [12]. Naizmjenično valjci su napravljeni od čelika i prešanog papira koji ima čeličnu jezgru. Papirna trak prolazi između valjaka, budući da je čelik puno tvrđi od papira, čelični se valjak utiskuje, zajedno s papirnom trakom, u valjak načinjen od papira. Na taj način nastaje veliko trenje kojem je izvrgnuta i papirna traka. Pod utjecajem trenja i tlaka koji nastaje trenjem, površina papira postaje glatka i sjajna. Osim o samom trenju, na satiniranje utjecaj ima i temperatura, te vlažnost papirne trake. Najbolje rezultate satiniranja se postiže ukoliko je papirna traka ovlažena do udjela 8%, a čelični valjci zagrijani na temperaturu od 100 do 150°C. Osim pozitivnih učinaka satiniranja postoje i negativni učinci. Naime satiniranjem papir postaje manje otporan na kidanje, a smanjuje se i stupanj keljivosti [12].

4.3.2. Rezanje papirne trake

Papirna traka proizvedena na papirnom stroju je vrlo široka i kao takva vrlo teško upotrebljiva u daljnjoj proizvodnji papirnate ambalaže. Satiniranje se provodi na papirnoj traci u istoj širini u kakvoj je izašla iz papirnog stroja. Bez obzira na to jeli papir satiniran ili ne, mora proći kroz proces rezanja kao završni proces proizvodnje papira. Proces rezanja papirne trake provodi se na stroju za uzdužno rezanje papirne trake. Sustav za rezanje papirne trake sastoji se od valjaka, koji osiguravaju ravnomjeran prolazak papirne trake bez stvaranja nabora, te podesivih noževa koji traku režu. Noževi se podešavaju zavisno od željene širine papirne trake. Nakon rezanja papirna traka se namata na koture i spremna je za isporuku. Osim širine i namatanja u koture papirna se traka može rezati i poprečno u listove. Za rezanje u listove koriste se sofisticirani strojevi za rezanje koji automatski odmataju kotur režu traku uzduž i poprijeko, u zavisnosti od željenog formata.

5. Svojstva papira

Svojstva papira možemo podijeliti u više skupina s obzirom na namjenu. Možemo ih podijeliti na opća svojstva, mehanička svojstva te optička svojstva. Sva ta svojstva se proučavaju te ispituju kako bi se odredila kvaliteta papira za daljnje procese poput proizvodnje ambalažnog materijala, tiska itd.

5.1. Opća svojstva papira

Ispitivanje općih svojstava daje informaciju krajnjem kupcu papira odgovara li proizvedeni papir njegovim potrebama za direktnu upotrebu papira ili proizvodnju nekog drugog proizvoda. U opća svojstva se ubrajaju debljina papira, gramatura, gustoća, smjer vlakanaca, te upojnost papira [15]. Na opća svojstva papira se može djelomično utjecati kod proizvodnje papira.

5.1.1. Debljina papira

Debljina papira predstavlja udaljenost između dviju paralelnih strana ispitivanog lista. Debljina papira se određuje mjerenjem na mikrometru. Uzorak se postavlja između dviju paralelnih mjernih ploha [15]. Debljina se izražava u milimetrima s preciznošću od 0.001 mm. Mjerenja se provode prema standardu Tappi T 411 ili ISO 53:2011 [15]. Ukoliko se ispituju uzorci čija je debljina veća od 0.04 mm, mjerenje se vrši na pojedinačnim listovima. Ukoliko je debljina ispitivanog uzorka manja od 0.04 mm, mjerenje se vrši na snopu od uglavnom pet listova.

Uređaj kojim se ispituje debljina papira zove se elektronički ručni mikrometar.



Slika 5.1. Elektronički ručni mikrometar

Izvor: (http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%20br%202.pdf 16.6.2022.)

5.1.2. Gramatura papira

Gramatura papira se ponekad naziva i površinska masa ili masa jedinične površine [15]. Gramatura predstavlja masu jednog kvadratnog metra papira, kartona ili ljepenke, a izražena je u gramima.

U međunarodnom sustavu kao jedinica za gramaturu se koriste g/m². Gramaturu se može najpreciznije odrediti vaganjem (gravimetrijski). Uzima se određen broj pripremljenih uzoraka koji su izrezani na dimenzije 10 x 10 cm, te se nakon vaganja uzima njihova aritmetička sredina. Ispitivanja se vrše prema standardima ISO 536 i Tappi T 410 [15].

Formula kojom se računa gramatura glasi:

$$gramatura = \frac{masa\ papira\ g}{površina\ papira\ cm^2} \cdot 10000$$

Vaganje se vrši najčešće na analitičkoj vagi koji je vrlo precizna, dok rijetko u upotrebi može biti i kvadratna vaga koja je puno manje precizna.





Slika 5.2. Analitička vaga Slika 5.3. Kvadratna vaga

Izvor : (http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%20br%202.pdf 16.6.2022.)

5.1.3. Gustoća papira

Gustoća papira ili prostorna masa predstavlja masu jednog centimetra kubnog u ispitivanom uzorku. Izračunava se kao omjer gramature i debljine, a izražava se u g/cm³. Formula kojom izražavamo gustoću papira glasi:

$$gustoća = \frac{gramatura\ g/m^2}{debljina\ mm \cdot 1000}$$

5.1.4. Smjer vlakanaca

Smjer vlakanaca je važno svojstvo, kako za mehanička svojstva i ispitivanje, tako i s vizualnog gledišta. Postoje uzdužni i poprečni smjer vlakanaca. Uzdužni predstavlja smjer putovanja papirne trake dok je poprečni njemu okomit smjer. Najjednostavnija metoda ispitivanja toka vlakanaca je da se izrežu dvije trake iz jednog arka, te se sastave na donjem kraju [15]. Zatim se puste da se gornji krajevi zbog same težine provjese [15]. Ako je traka rezana u poprečnom smjeru tada se jače provjesi.

5.1.5. Upojnost papira

Upojnost papira predstavlja sposobnost papira da prihvati tj. upije vodu. Upojnost papira se dijeli na kapilarnu i površinsku upojnost. Kapilarna upojnost se odnosi na papire koji imaju homogenu strukturu [15]. Kapilarna upojnost je svojstvo papira da upija tekućinu okomito. Kapilarna upojnost se ispituje metodom prema Klemm-u. Površinska upojnost se određuje prema Cobbu. To je jednostavna metoda koja se dobije vaganjem uzorka nakon pritiska vodenog stupca od oko 1 minute. Površinska upojnost se izračunava sljedećom formulom:

$$površinska\ upojnost = \frac{masa\ nakon\ upijanja\ vode\ (g) - masa\ prije\ upijanja\ vode\ (g)}{površina\ papira\ izložena\ djelovanju\ vode\ (cm^2)} \cdot 10000$$

5.2. Mehanička svojstva papira

Svrha ispitivanja mehaničkih svojstava je utvrđivanje čvrstoće papira, te određivanje njegove mogućnosti obrade pri izradi gotovih proizvoda, poput papirnate ambalaže. Prije svega na mehanička svojstva papira utječu sirovine od kojih je papir proizveden, te sam način proizvodnje papira. Osim dva osnovna čimbenika postoji i niz drugih vanjskih čimbenika koji utječu na mehanička svojstava. Tu se prije svega misli na utjecaj klime, tj. vlage u zraku. Najvažnija mehanička svojstva su otpornost prema kidanju i otpornost prema savijanju.

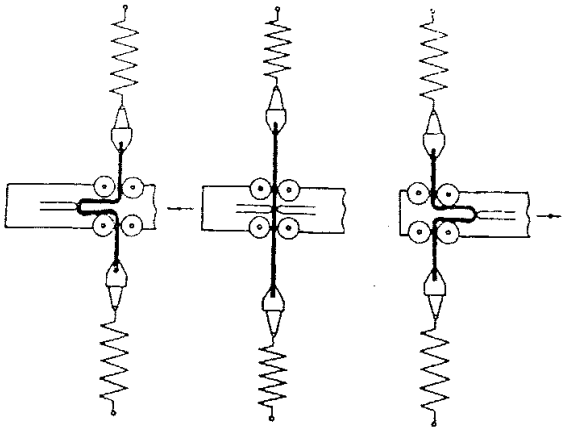
5.2.1. Otpornost prema kidanju

Otpornost prema kidanju vrši se na uređaju koji se zove kidalica. Važno je da se uzorci prije ispitivanja, zavisno od vrste papira koji se ispituje, drže u optimalnim uvjetima između 12 i 24 sata [16]. Optimalni uvjeti podrazumijevaju temperaturu zraka od 24°C, te relativnu vlažnost zraka od 50 %.Uzorci papira koji se podvrgavaju ispitivanju, režu se iz arka uzdužno i poprečno, na širinu od 15 mm.

Dužina trake mora biti 180 cm. Samo ispitivanje je vrlo jednostavno i podrazumijeva pričvršćivanje papirne trake na hvataljke u kidalici. Hvataljke se udaljavaju i na taj način traka puca.

5.2.2. Otpornost prema savijanju

Otpornost prema savijanju predstavlja sposobnost papira da se više puta savije na istom mjestu, a da ne dođe do pucanja. Pri ovom ispitivanju velik utjecaj ima vlažnost papira te dužina vlakanaca. Kako bi se mjerenje provelo papirna traka mora biti napeta. Što su vlakanca dulja papir ima veću otpornost. Otpornost je također veća u uzdužnom smjeru papirne trake, te kod papira koji imaju veću gramaturu [16].



Slika 5.4. Određivanje broja dvostrukih savijanja

Izvor: (http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%204.pdf 16.6.2022.)

5.3. Optička svojstva papira

Optička svojstva papira, kod proizvodnje papirnate ambalaže su manje važna od mehaničkih i općih svojstava. Međutim u zavisnosti od krajnjeg proizvoda za koji je papir namijenjen mogu imati važnu ulogu.

Što se tiče svjetlosnih zraka, one se u odnosu na papir apsorbiraju, reflektiraju ili ih papir propušta. Kada svjetlost dolazi na papir dio se svjetlosti odbija dok dio prodire u kompleksnu strukturu lista. Nakon refleksije i loma svjetlost stiže na površinu koju ljudsko oko percipira kao bijelu mat površinu [17]. Najvažnija optička svojstva su svjetlina, bjelina, transparentnost, opacitet i sjaj.

6. Papirnata ambalaža

Papirnata ambalaža u današnjici gotovo nezamjenjiva. Uz određene nedostatke postoji daleko više prednosti za njezino korištenje. Osim male težine i niske cijene, gledano s ekološkog aspekta, njezina mogućnost recikliranja daje veliku prednost pred drugim ambalažnim materijalima. Papirnatu ambalažu možemo podijeliti u tri skupine, a to su papir, karton i ljepenka.

6.1. Papir kao ambalažni materijal

Papir kao ambalažni materijal najčešće se koristi kao sekundarna ambalaža, a ponekad i kao primarna. Kao sekundarna ambalaža je najučestalija papirnata vrećica koja ima široko korištenje u svim segmentima prometa gotovim proizvodima. Kao primarna ambalaža se najčešće koristi kod pekarskih proizvoda. Papir kao primarna ambalaža rijetko dolazi samostalno, ali u kombinaciji s drugim materijalima je gotovo neizbježan, kao dio višeslojne ambalaže. Kao dio višeslojne ambalaže papir se premazuje, impregnira ili laminira, s ciljem poboljšanja barijernih svojstava [18].

U ambalažni papir ubraja se nekoliko vrsta papira:

- Šrenc papir koji je sivkasto smeđe boje. To je najlošija vrsta ambalažnog papira. Gramatura mu iznosi oko 90 g/m². On se najčešće koristi kao papir za zamatanje. Ima vrlo loša mehanička svojstva.

- Fluting papir je papir koji se proizvodi iz poluceluloze. Odlikuje ga velika čvrstoća u odnosu na druge ambalažne papire. Za primjenu i obradu potrebno ga je tretirati vlagom i temperaturom kako bi se dobilo na elastičnosti.
- Kraft papir se proizvodi od dugih četinjastih vlakana sulfatne celuloze [18]. Najčešće se upotrebljava u proizvodnji papirnatih vreća. Odlikuju ga vrlo dobra mehanička svojstva.
- Natronski papir je vrlo sličan kraft papiru, ali je nešto manje gramature. On je najučestaliji papir za proizvodnju papirnatih vrećica.



Slika 6.1. Proizvod od natronskog papira

Izvor: (KRUŠVAR, Darko. *Proizvodnja kartonske ambalaže u poduzeću Karton-pak doo.*)

6.2. Karton

Karton i papir se razlikuju ne nekoliko važnih stavki. Prije svega razlika je u gramaturi, gdje se pod papir ubraja proizvod do težine od 15 g/m², dok se kartonom smatra proizvod od 150 do 450 g/m².

Osim gramature razlikuju se i po načinu proizvodnje. Karton se proizvodi od mokrih listova koji se beskonačnom trakom prenose na sušenje i prešanje [19]. Vanjski slojevi kartona su najčešće proizvedeni od recikliranih vlakana, jače čvrstoće. Unutarnji sloj je najčešće proizveden od recikliranih vlakana, ali manje čvrstoće. Nakon proizvodnje karton je moguće doradit metodama poput kalandriranja ili premazivanja.

6.3. Ljepenka

Ljepenka je ustvari višeslojni karton, čiji su svi slojevi jednake kvalitete [19]. Razlika ljepenke, u odnosu na papir i karton, je veća čvrstoća i gramatura, te vrlo mala savitljivost. Ljepenka se dijeli na punu i valovitu ljepenku. Puna ljepenka je ravna, dok su slojevi njezinih komponenata lijepljeni. Kod valovite ljepenke sastav je određen različitim vrstama papira koje se razlikuju po svom sastavu. Sastav ovisi o namjeni konačnog proizvoda.

6.3.1. Valovita ljepenka

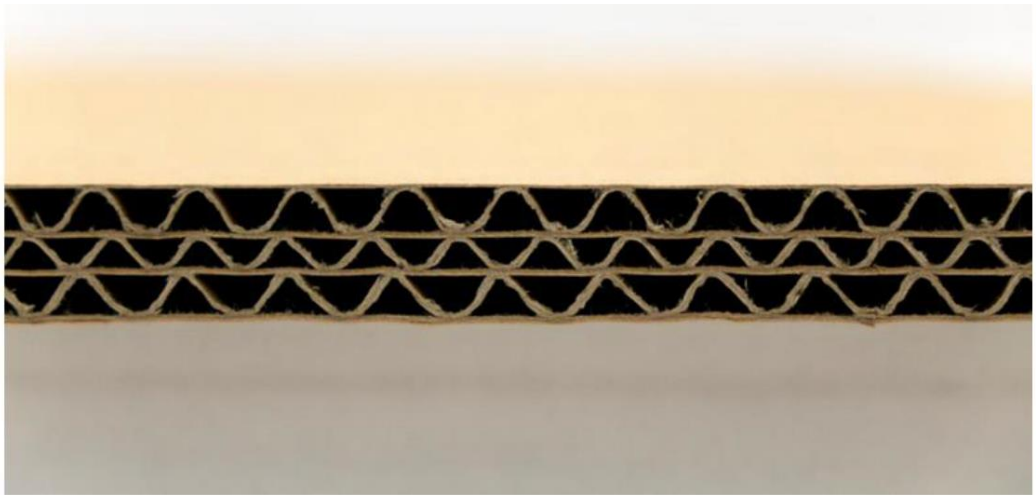
Valovita ljepenka je vrlo učestali ambalažni materijal. Najčešće se koristi kao sekundarna ambalaža. Ljepenka se odlikuje dobrim mehaničkim i optičkim svojstvima. Ljepenka se sastoji od više slojeva papira, pa prema tome razlikujemo dvoslojnu, troslojnu, peteroslojnu itd. U zavisnosti od vrsta slojeva razlikuju se ravni i valoviti slojevi. Gornji i donji sloj su ravni i najčešće izrađeni od papira ili kartona veće gramature. Unutarnji ravni sloj je najčešće izrađen kao i vanjski gornji i donji sloj.

Unutarnji valoviti slojevi najčešće su izrađeni od nebijeljene poluceluloze, nebijeljene drvenjače ili od recikliranog papira [19]. Važno je napomenuti da se kod proizvodnje ljepenke koristi papir koji se naziva fluting. Proizvodnja valovite ljepenke odvija se na strojevima koji se nazivaju sloteri. Papirna traka načinjena od flutinga se zagrijava i vlaži kako bi dobila određenu elastičnost. Val na ljepenki se dobije na način

da dovoljno elastični fluting prolazi između dvaju užlijebljenih valjaka [19]. Žlijebovi ulaze jedan u drugog te oblikuju papir. Na taj način nastaje nekoliko tipova vala:

- A val koji se sastoji od 120 valova po metru.
- B val koji se sastoji od 167 valova po metru.
- C val koji se sastoji od 140 valova po metru.
- E val koji se sastoji od 295 valova po metru.

Nakon što se na sloterima proizvede papir valovitog oblika on se lijepi, naizmjenično, s ravnim slojevima te na taj način nastaje višeslojna ljepenka.



Slika 6.2. Sedmeroslojna valovita ljepenka.

Izvor: (KRUŠVAR, Darko. *Proizvodnja kartonske ambalaže u poduzeću Karton-pak doo.*)

7. Recikliranje papirnate ambalaže

Nakon upotrebe papirnata ambalaža, ukoliko je pravilno odložena završava svoj ciklus i spremna je za postupak recikliranja. Industrijska reciklaža otpadnog papira obuhvaća više postupaka od kojih su najvažniji prikupljanje i sortiranje starog papira, razvlaknjivanje, pročišćavanje, odbojavanje (deinking flotacija), čišćenje, fino prosijavanje, ispiranje, te eventualno ugušćivanje i konzerviranje [20]. Čitav postupak recikliranja papira je potrebno pomno pratiti kako bi reciklirani papir imao što bolja svojstva. Papir je moguće reciklirati do sedam puta. Svakim recikliranjem novonastali reciklirani papir ima lošija svojstva.

7.1. Prikupljanje i sortiranje papira

Papir se prema pravilniku o Gospodarenju otpadom odlaže u za to predviđene spremnike te je to prvi korak ka njegovoj reciklaži. Pri odlaganju starog papira i kartona u spremnike važno je da se u iste spremnike za papir ne ubacuju druge neodgovarajuće vrste otpada [21].

Ukoliko je papir pravilno sortiran on se balira, te ga se odvozi na daljnju preradu.

Najveća količina papira za recikliranje dolazi od pravnih osoba poput trgovačkih centara, tiskara itd. Rastom svijesti o važnosti recikliranja i samim tim brizi o zaštiti okoliša raste i količina papira iz kućanstva, te na razini Europske unije to iznosi oko 40 %.

7.2. Razvlaknjivanje

Svrha ovog postupka je dobivanje pojedinačnih vlakana iz složene strukture papira. Prilikom postupka razvlaknjivanja očekivano je i odvajanje tiskarske boje od vlakana. Razvlaknjivanje otpadnog papira odvija se preko pulpera. Vodi koja uz rotaciju propelera razvlaknjuje papir u vlakanca dodaju se kemikalije, a sam postupak se

kontrolira s obzirom na konzistenciju pulpe, pH vrijednost, temperaturu, te vrijeme razvlaknjivanja [20].

Kod samog procesa razvlaknjivanja najčešće se koristi suvišna voda u procesu proizvodnje papira.

7.3. Pročišćavanje

Pročišćavanjem se uklanjaju nečistoće poput pijeska, smole, ljepila i dr. Pročišćavanje se vrši centrifugalnim pročistačima. Ovim procesom uklanjaju se čestice koje su vidljive golim okom. Čestice se uklanjaju kako bi reciklirani papir dobio bolja fizikalna i optička svojstva.

7.4. Prosijavanje

Postupkom prosijavanja se uklanjaju ostale čestice koje su veće od papirnih vlakanaca.

Ukoliko se neželjene čestice razgrade do veličine vlakanaca ili manje, mogu dospjeti u reciklirani papir. Prosijavanje se odvija prolaskom kroz pulpe kroz sita koja se podešavaju. Sita je potrebno konstantno pročišćavati, budući da se vlakna uslijed prolaska vode zadržavaju na situ, te mogu stvoriti nepoželjan efekt grudica, koje mogu završiti u recikliranom papiru.

7.5. Odbojavanje (deinking flotacija)

Procesom odbojavanja se nastoji ukloniti sva preostala boja vezana za vlakanca. Ovaj proces je temeljen na mjehurićima zraka na koje se hvataju čestice bojila, te mjehurići odlaze prema površini. Na površini se uslijed procesa stvara pjena mjehurića, koja se redovno mora otklanjati.

7.6. Ispiranje

Ispiranje je mehanički proces kojim se iz razvodnjene pulpe odvaja boja, punila i ostale čestice nečistoće [20]. Kvaliteta i efikasnost ovisi o veličini čestica. Ukoliko su čestice sitnije, ispiranje je efikasnije. Postoji nekoliko načina ispiranja od s bočnim sitima, do ispiranja ekstraktorima s konusnim sitima.



Slika 7.1. Prikupljeni papir spreman za recikliranje.

Izvor: (ŠOKMAN, Maja. *Recikliranje papira*. 2016.)

8. Gospodarenje papirnatom ambalažom u Republici Hrvatskoj

Porastom svjetske potražnje, prije svega za hranom, ali i drugim proizvodima proporcionalno se razvija i raste ambalažna industrija. Proizvodnja ambalaže a svjetskoj razini raste svaku godinu. Prema Direktivi Europske unije napravljen je plan za svaku vrstu ambalažnog materijala i njegovu stopu recikliranja prikazanog u tablici 1.

Tablica 8.1. Plan recikliranja ambalažnog materijala propisani EU Direktivom 2018/852 [21].

	2008.	**2025.**	**2030.**
UKUPNA AMBALAŽA	55% - 80%	65%	70%
PLASTIČNA AMBALAŽA	22,5%	50%	55%
DRVENA AMBALAŽA	15%	25%	30%
ŽELJEZNA AMBALAŽA	50%	70%	80%
ALUMINIJSKA AMBALAŽA	50 %	50%	60%
STAKLENA AMBALAŽA	60%	70%	75%
PAPIRNA/KARTONSKA AMBALAŽA	60%	75%	85%

Izvor: (http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e_ambala%C5%BEni%20otpad_2019_WEB.PDF 25.6.2022.)

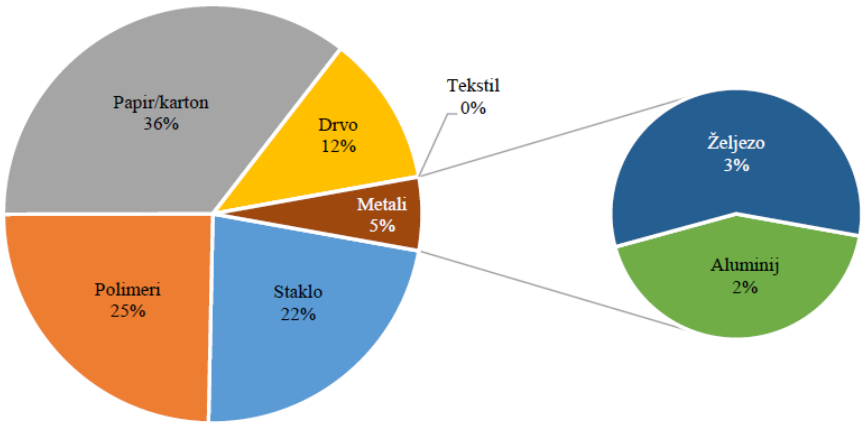
U tablici 1. možemo vidjeti da je papirnata ambalaža na samom vrhu po postotku planirane reciklaže. U prilog tome planu recikliranja ide i briga o zaštiti okoliša i životne sredine, budući da se za recikliranje papira troši znatno manje sirovine i energenata.

Tablica 8.2. Usporedba potrošnje resursa tone recikliranog i djevičanskog papira [22].

ZA PROIZVODNJU 1 TONE PAPIRA IZ PRIRODNIH RESURSA POTREBNO JE:	ZA PROIZVODNJU 1 TONE RECIKLIRANOG PAPIRA POTREBNO JE:
4 stabla	**niti jedno stablo**
200.000 litara vode	**160 litara vode**
4600 kWh energije	**2400 kWh energije**

Izvor: (ŠOKMAN, Maja. *Recikliranje papira*. 2016.)

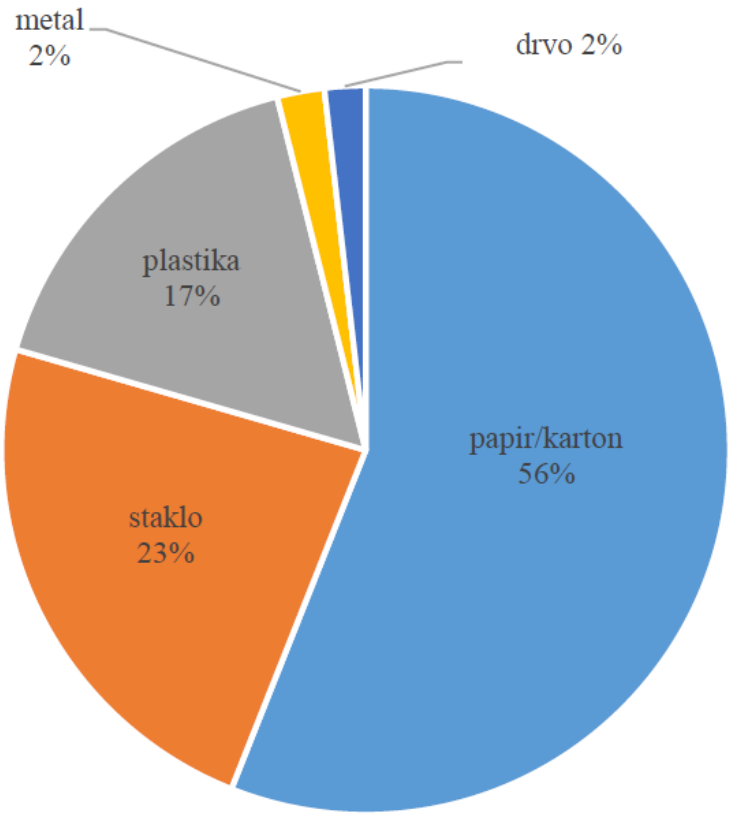
Prema podacima zaprimljenim od FZOEU koji upravlja sustavom gospodarenja ambalažnog otpada, tijekom 2020. godine na tržište Republike Hrvatske stavljeno je 267.234 t ambalaže (uključujući i novonabavljenu višekratnu tj. povratnu ambalažu) [23].



Slika 8.1. Ambalaža stavljena na tržište RH 2020.

Izvor:
(http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvjesce_ambalazni_2020_WEB_final.pdf 25.6.2022.)

Sa slike 8.1. može se zaključiti da papirnata ambalaža, u ukupnom prometu sudjeluje s 36 %, što iznosi oko 96 tona papirnate ambalaže. Papirnata ambalaža nije povratna ambalaža, te se na nju ne odnose podaci vezani za povratnu ambalažu.



Slika 8.2. Sakupljena ambalaža prema vrsti matrijala 2020.

Izvor:
(http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvjesce_ambalazni_2020_WEB_final.pdf 25.6.2022.)

Prema statistici FZOEU-a u 2020 je sakupljeno 152 160 tona ambalažnog otpada. Sakupljena količina predstavlja oko 55 % od ukupne količine stavljene na tržište. Sa slike se može vidjeti da je od sveg ambalažnog materijala najviše sakupljeno papirnate ambalaže. Sakupljeno je 56% od ukupne količine što izosi oko 85 tona.

9. Postupak proizvodnje papirnatih vrećica u Muraplast d.o.o.

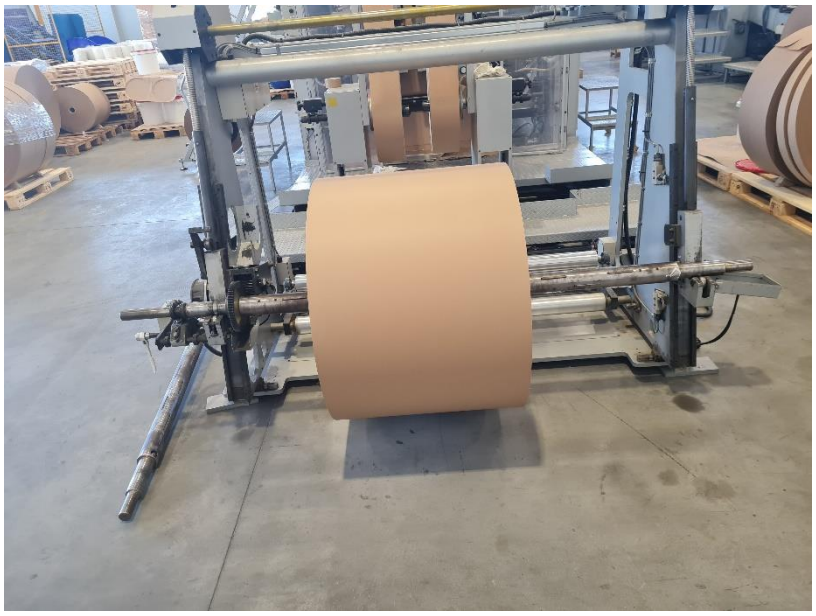
O Muraplastu

Praktični dio vezan za proizvodnju papirnatih vrećica odrađen je u Muraplast d.o.o.

Muraplast d.o.o. je poduzeće koje se primarno bavilo proizvodnjom plastičnih prerađevina. Poslovanje poduzeća seže u 1989. godinu, gdje su proizvodni kapaciteti bili daleko manji nego što su to danas. Širenjem proizvodnje, s posebnim osjećajem za tržište, Muraplast d.o.o. se razvio u vodećeg proizvođača polietilenskih filmova i papirnatih vrećica u regiji. Linije za proizvodnju papirnatih vrećica s radom su započele 2015. godine, s tendencijom brzog rasta. Trenutno Muraplast d.o.o., u ponudi papirnate ambalaže, nudi papir u roli koji može biti s tiskom ili bez, papirnate vrećice s ravnom ili pletenom ručkom, te papirnate vrećice bez ručke. Sve papirne proizvode je moguće tiskati u tehnici fleksotiska vodenim bojama, a koriste do osam boja. Papirnate vrećice se proizvode, uglavnom, iz smeđeg ili bijelog kraft papira.

Muraplast d.o.o. raspolaže s preko 20 000 tona godišnjeg preradbenog kapaciteta u sektoru plastike, te 12 000 tona u sektoru papira. Proizvodnja se odvija u četiri proizvodne hale s ukupnom površinom preko 20 000 m². Svi proizvodni kapaciteti su smješteni u Kotoribi, Međimurska županija. Muraplast trenutno broji više od 300 zaposlenika.

Sam proces proizvodnje počinje stavljanjem role papira na osovinu. Prije samog procesa izrade papirnatih vrećica, ukoliko to kupac zahtijeva, u tehnici fleksotiska radi se otisak na papiru. Iz tiska rola papira izlazi namotana na tuljak na način da otisnuta strana bude s vanjske strane role, te je spremna za daljnje procese proizvodnje. Prije same proizvodnje, strojar konfekcije papira usklađuje vrstu papira, format, vrstu ljepila, ručke, ojačanja, dužinu rezanja s radnim nalogom.

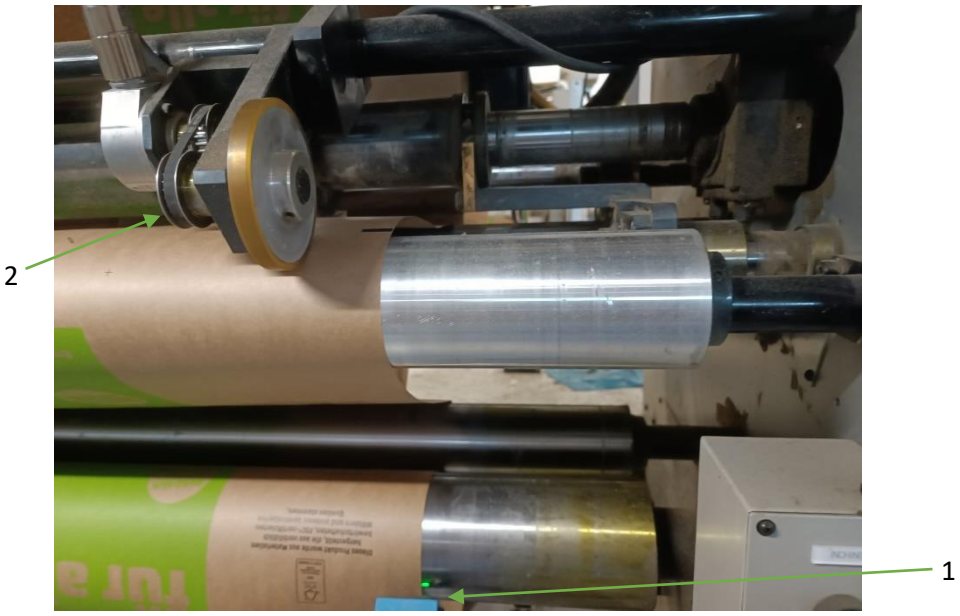


Slika 9.1. Puštanje role papira u proizvodnju

Izvor [Autor]

9.1. Puštanje role papira u stroj

Kada se rola papira stavi na osovinu, potrebno ju je provjeriti kako ne bi zbog fizičkih oštećenja na roli došlo do pucanja papira unutar stroja ili pogreške u proizvodnji. Nakon provjere stroj se pušta u pogon. Prije nego sama proizvodnja krene, potrebno je povezati traku papira iz prethodne role i novu rolu koja ulazi u proizvodnju. Kod povezivanja treba voditi računa o mjestu povezivanja dviju traka. Ukoliko trake nisu pravilno povezane, senzori za čitanje markera javljat će grešku, te proizvodnja neće teći svojim slijedom, a finalni proizvod neće odgovarati dimenzijama iz radnog naloga. Nakon pravilnog povezivanja traka papira, stroj za proizvodnju papirnatih vrećica se pušta u pogon. Dva pogonska valjka na prednjem dijelu stroja povlače traku prema dijelu stroja za formiranje vrećice. Papirna traka dolazi na tri zatezna valjka koji održavaju potrebnu napetost papira. Na jednom od valjaka, prije formiranja tube iz trake papira, nalazi se enkoder – uređaj je povezan sa vučnim valjcima koji su smješteni na stroju neposredno nakon formiranja tube od papira. Na valjku ispred enkodera nalazi se senzor za čitanje markera. Funkcija senzora je usklađivanje noža za rezanje i dužine vrećice.



Slika 9.2. Početna faza proizvodnje papirnate vrećice.

(*1 – senzor za čitanje markera; 2 – enkoder*)

Izvor [Autor]

9.2. Početno formiranje vrećice

Nakon što traka prođe zatezne valjke i valjke za usmjeravanje, a prije nego se formira tuba iz trake papira, papir se spušta kosinom na početne valjke za formiranje tijela vrećice i falde (tube). Na kosini se nalazi senzor (opruga) koja reagira zaustavljanjem stroja ukoliko dođe do pucanja ili oštećenja papirne trake. Traka prolazi kroz prve valjke za formiranje tube, te metalnu pločicu koja služi za usmjeravanje i poravnanje papira kod dolaska na platu. Šipke smještene pored prvih valjaka također služe poravnanju i boljem nalijeganju papira na platu za formiranje tube, odnosno tijela vrećice.

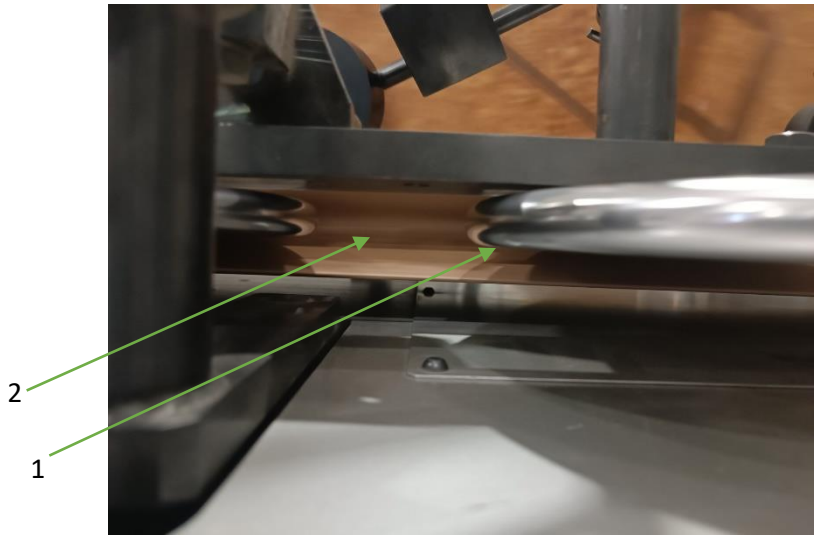


Slika 9.3. Početno formiranje vrećice

(*1 – pločica L – profila; 2 – šipka za formiranje bočnog preklopa vrećice; 3 – aluminijski kotač*)

Izvor [Autor]

Nakon početnog formiranja tube prikazanog na slici, djelomično formirana traka prolazi ispod manjeg aluminijskog disk-valjku (obostrano), a između dviju plata za formiranje tube, gdje ujedno započinje formiranje bočnog preklopa vrećice (falde).



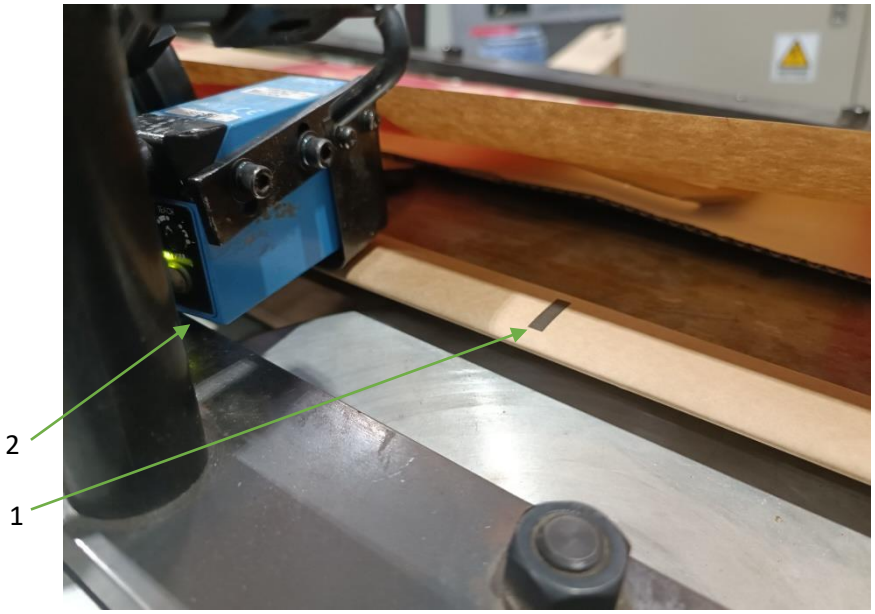
Slika 9.4. Formiranje falde na vrećici

(*1 – platoi za formiranje falde; 2 – falda*)

Nakon prolaska malog aluminijskog disk-valjka traka papira prolazi nizom takvih disk-valjaka različitih širina i debljina do konačnog formiranja tube. Tuba i bočni utori (falde) na kraju plate za formiranje dobivaju točnu dimenziju koja je zadana u radnom nalogu. Ovisno o formatu vrećice, za ovakvu vrstu strojeva postoje 3 različite dimenzije plata. Usporedno s bočnim disk-valjcima smješten je niz manjih valjaka koji drže traku papira na metalnoj plati, služe poravnanju i vođenju papirne trake.

Na samom kraju plate za formiranje tijela vrećice (tube) nalazi se aplikator za longitudinalno lijepljenje i konačno formiranje papirne trake u tubu. Za takvu vrstu lijepljenja koristi se vruće ljepilo na poliolefinskoj bazi. Ljepilo koje dolazi u granulama, stavlja se u kotao i zagrijava na 160°C, te grijanim cijevima prolazi do aplikatora koji kroz tanku diznu ispušta određenu količinu ljepila, dovoljnu da čvrsto zalijepi krajeve papirne trake i formira traku u tubu. Nakon lijepljenja djelomično formirana vrećica dolazi do vučnih valjaka koji takvu vrećicu prenose do glavnog dijela stroja gdje će vrećica biti u potpunosti formirana.

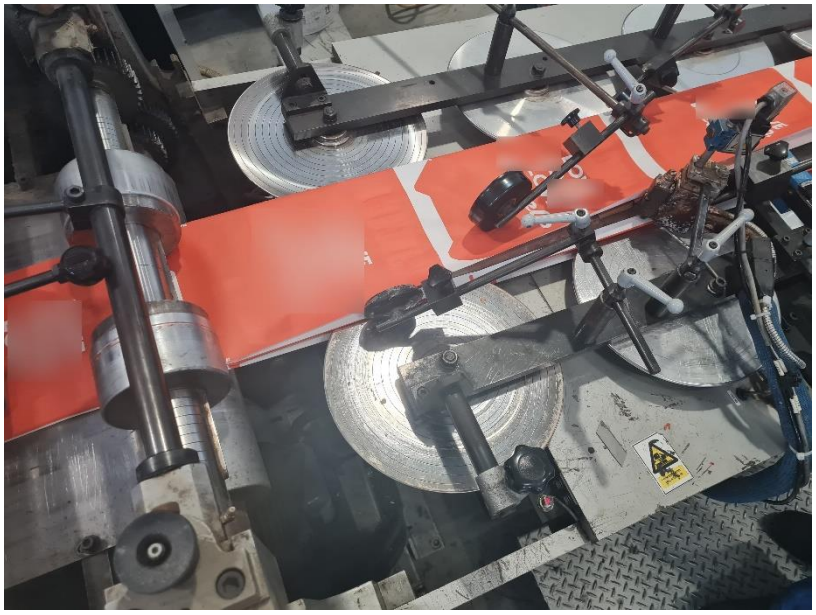
Markerska oznaka se nalazi na papiru ukoliko se rade vrećice s tiskom, ukoliko se radi o vrećicama bez tiska, papir je bez markera. Na ovom dijelu stroja senzor za marker smješten je neposredno prije aplikatora za longitudinalni nanos ljepila.



Slika 9.5. Markerska oznaka

(*1 – marker; 2 – senzor za čitanje markera*)

Izvor [Autor]

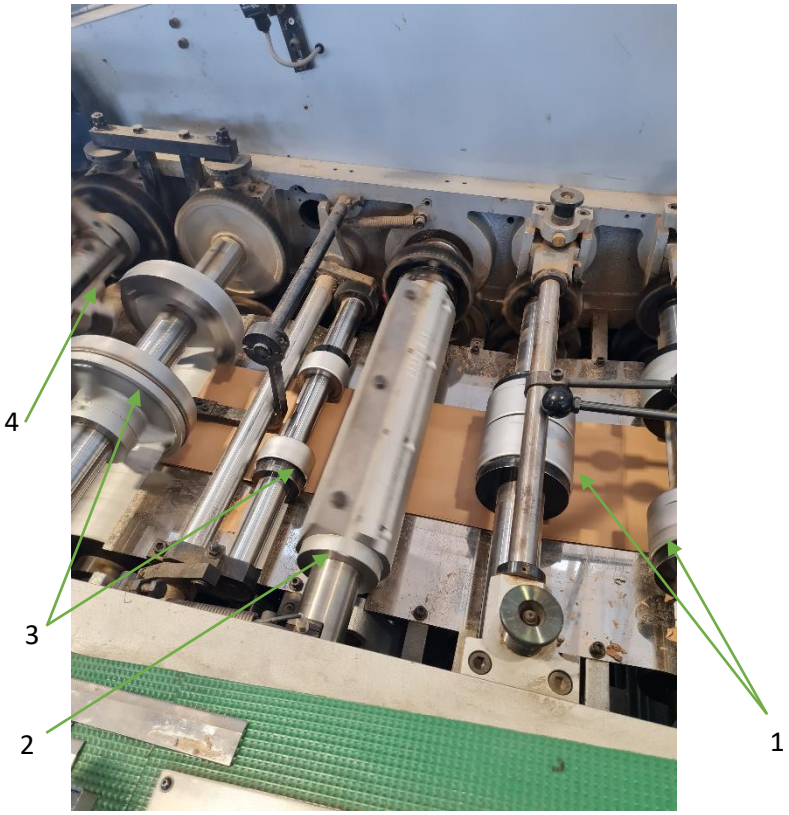


Slika 9.6. Formiranje falde, lijepljenje donje strane vrećice longitudinalnim ljepilom.

Izvor [Autor]

9.3. Finalno formiranje tijela vrećice

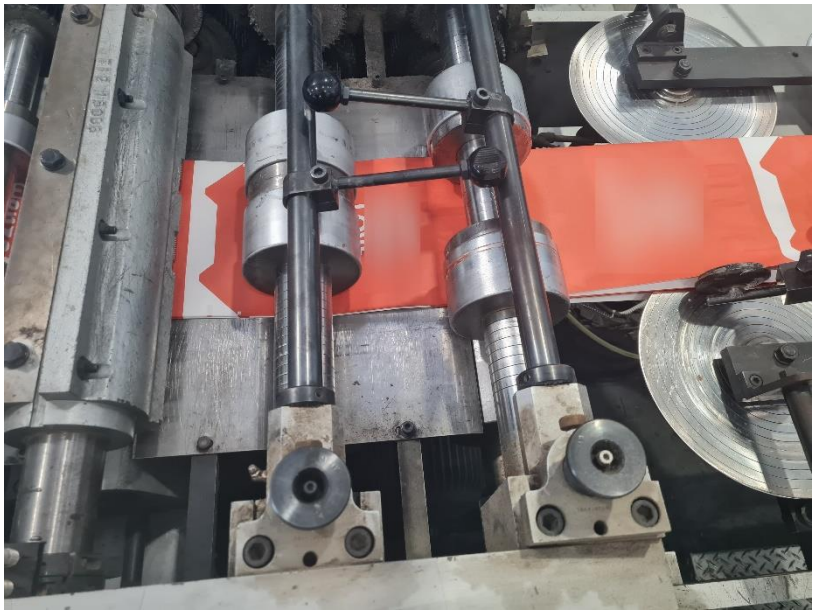
Djelomično formiranu vrećicu prihvaćaju dva pogonska vučna valjka. Njihova zadaća, osim za održavanje napetosti i povlačenja tube papira, je da nakon longitudinalnog nanosa ljepila pritišću obje strane vrećice, te se tijelo vrećice na taj način zalijepi. Nakon lijepljenja, tijelo vrećice sa ranije zalijepljenim ručkama i ojačanjem dolazi do noža za rezanje tube na zadanu dužinu. Dužina na koju nož reže vrećicu unaprijed se unosi u početnoj fazi proizvodnje (dužina vrećice+1/2 falde+2,5cm). Postoje dvije vrsta noževa koji se koriste (ravni ili nazubljeni rez), zavise od vrste finalnog proizvoda. Nakon rezanja, vrećica prolazi kroz niz vučnih valjaka i valjaka za vođenje papira do glavnog bubnja gdje počinje formiranje dna. Dno vrećica formira se iz bočnih faldi i tijela vrećice nizom strogo definiranih preklopa. Prolaskom kroz valjke ujedno počinje formiranje dna vrećice.



Slika 9.7. Finalno formiranje tijela vrećice

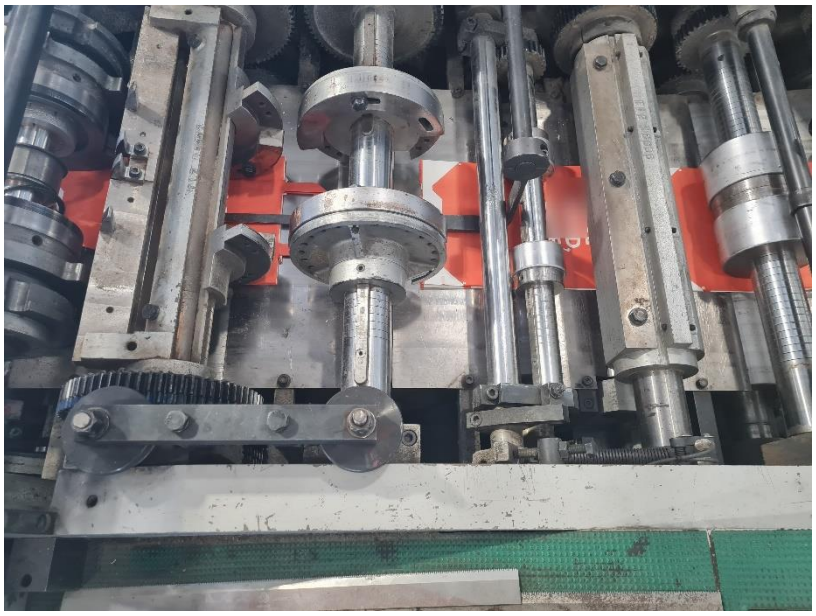
(*1 – pogonski valjci; 2 – nož za rezanje vrećice; 3 – valjci za usmjeravanje; 4 – second crease*)

Izvor [Autor]



Slika 9.8. Sljepljivanje gornjeg dijela vrećice sa donjim pomoću longitudinalnog ljepila na vučnim valjcima prije rezanja tijela

Izvor [Autor]



Slika 9.9. Formiranje tijela vrećice nakon rezanja.

Izvor [Autor]

9.4. Formiranje dna vrećice

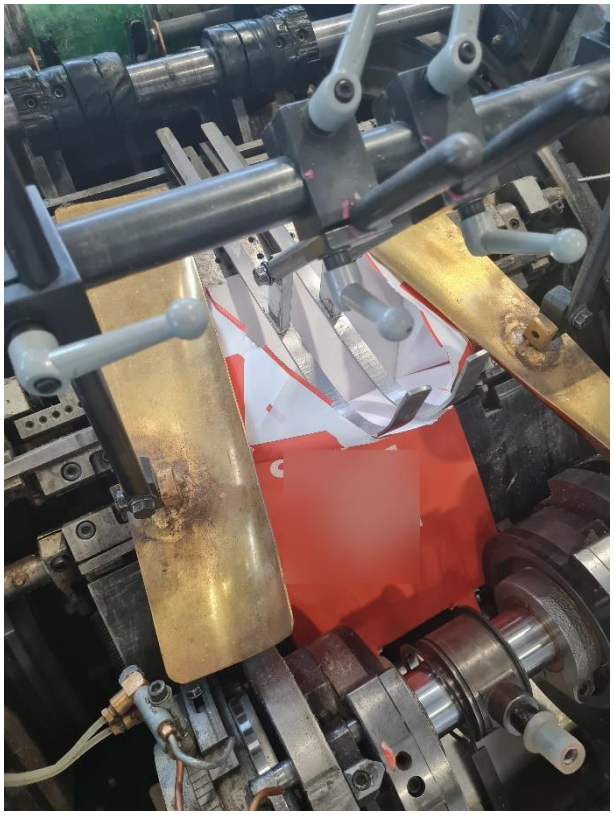
Formiranje dna počinje izradom udubljenja (biganje) noževima koji djelomično presavijaju vrećicu i rade udubljenja. Ista u sljedećoj fazi služe kao mjesta daljnjih presavijanja papira za formiranje dna. Nakon izrade dvaju udubljenja, tijelo vrećice putuje do valjaka u obliku polumjeseca. Na tim valjcima je smješten vakuum pipak koji rastvara dno vrećice prije samog oblikovanja (gornji dio dna vrećice), te metalni hvatači koji primaju rubove vrećice na mjestima gdje počinje formiranje dna. To je sam početak formiranja dna i put ka konačnom formiranju gotove vrećice.

Na glavni bubanj najprije dolazi donji dio dna vrećice koje se prihvaća pomoću vakuum rupica, dok se na valjcima, također pomoću vakuum rupica prihvaća gornji dio dna vrećice.



Slika 9.10. Početno formiranje dna vrećice na glavnom bubnju

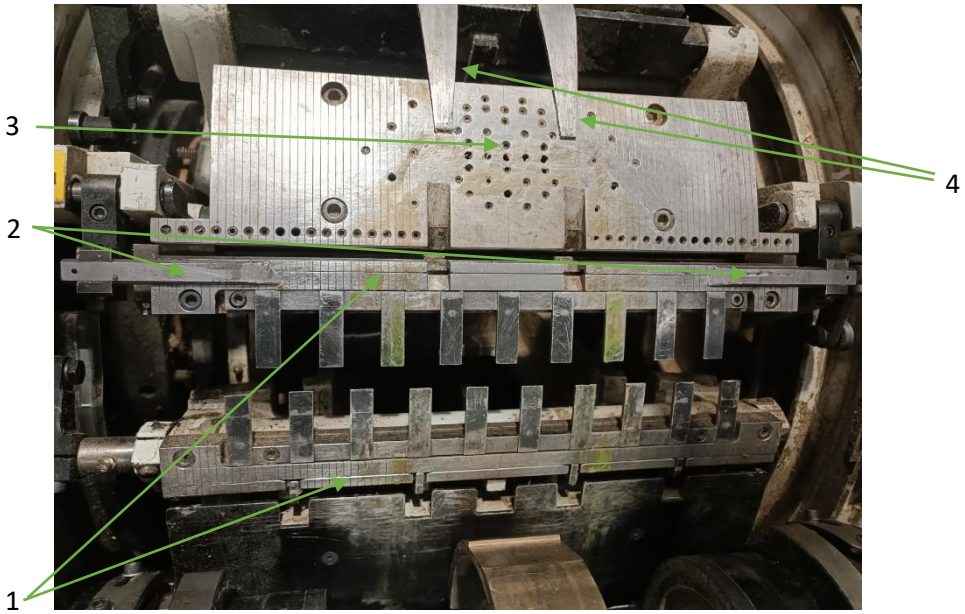
Izvor [Autor]



Slika 9.11. Prolazak poluformiranog dna kroz mesingane plate „skije“

Izvor [Autor]

Da bi tako raširenо dno ostalo stabilno i u dobrom položaju, uz vakuum rastvoreno dno drže i hvatači (gripperi), a mesingane plate „skije“ poravnavaju i zaglađuju površinu papira na mjestima gdje je papir savinut i formirano otvoreno dno.



Slika 9.12. Formiranje dna vrećice

(*1 – utori za noževe za preklop dna; 2 – bočni gripperi; 3 – vakuumske rupice; 4 – središnji girpperi*)

Izvor [Autor]

Gornji dio dna vrećice dolazi na klišej koji služi kao transfer ljepila koji lijepi dno vrećice. Tako naneseno ljepilo na gornjem dijelu vrećice na rotirajućem bubnju dolazi do sljedeće faze formiranja, do noževa za preklop dna. Vakuum pušta donji dio klapne dna vrećice, a nož napravi utor na mjestu preklopa dna. U razmaku od nekoliko milisekundi isti takav utor radi drugi nož, ali na gornjem dijelu dna vrećice. Nakon što noževi formiraju nabore na gornjem i donjem dijelu dna, donja klapna dna dolazi do mesingane pločice koja je zatvaraju, dok gornju klapnu dna zatvaraju metalne šipke. Kako je dno preklopljeno, vrećica je na tom dijelu i zalijepljena. Na taj način je dno vrećice u potpunosti formirano.



Slika 9.13. Zaglađivanje dna vrećice pomoću dodatnih mesinganih plata „skija“ te lijepljenje dna pomoću klišeja.

Izvor [Autor]



Slika 9.14. Primarno preklapanje dna pomoću dvaju noževa.

Izvor [Autor]



Slika 9.15. Preklop dna vrećice pomoću šipki.

Izvor [Autor]



Slika 9.16. Prolazak gotove formirane vrećice remenima na prihvatni bubanj.

Izvor [Autor]



Slika 9.17. Prihvaćanje gotove vrećice na prihvatni bubanj

Izvor [Autor]

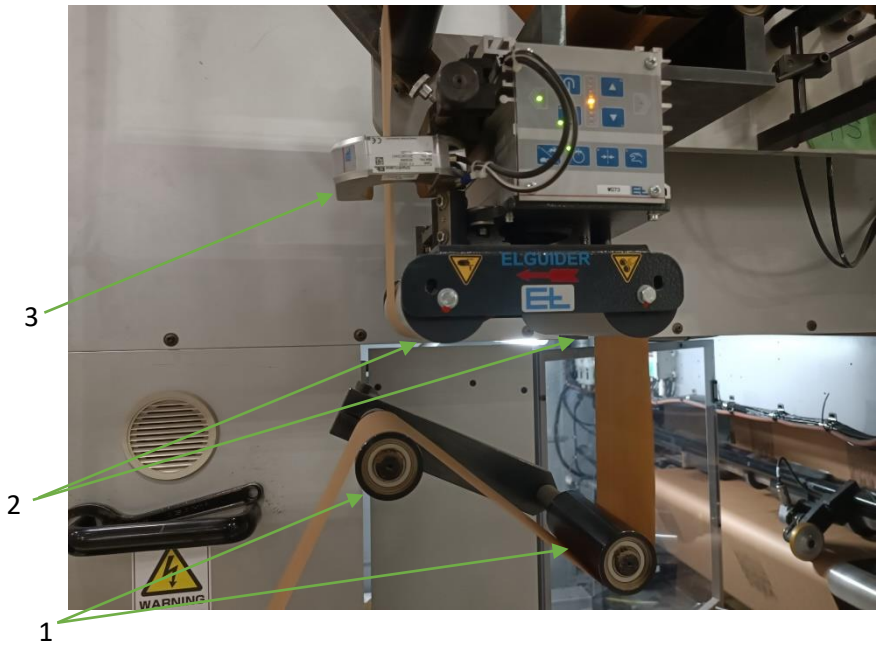


Slika 9.18. Finalno zaglađivanje dna vrećice

Izvor [Autor]

9.5. Formiranje ručki na papirnatoj vrećici

Iz jednake vrste papir u balama koje služe za proizvodnju papirnatih vrećica, izrezuju se i trake za formiranje ručki. Izrezivanje se radi na posebnom dijelu stroja na kojem se traka odmata, reže, te ponovno namata na manje tuljke. Nakon što se traka za ručke postavi na osovinu prolazi kroz niz valjaka koji ručku usmjeravaju prema vodilici Z – profila koja fiksira putanju ručke. Tijekom prolaska vodilicom, papirna traka dolazi do senzora koji usmjerava vodilicu kako bi papir putovao ravno.

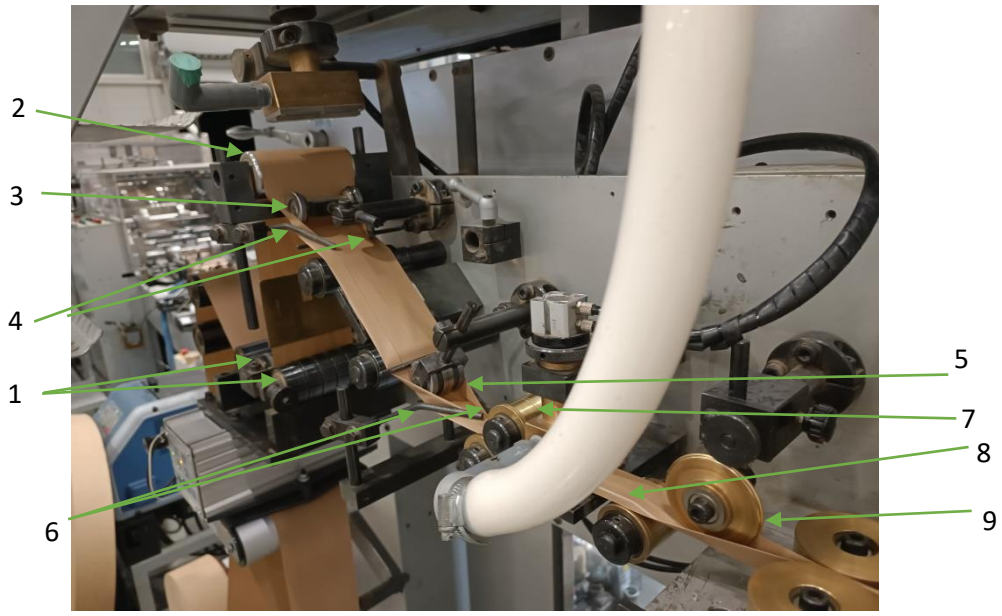


Slika 9.19. Početno formiranje ručke

(*1 – valjci za usmjeravanje; 2 – vodilica Z – profila; 3 – senzor za vodilicu*)

Izvor [Autor]

Nakon što vodilica vodi papirnu traku preko senzora, traka putuje na utisne valjke čija je funkcija primarno formiranje ručke. Jedan valjak ima izbočenje, dok drugi valjak ima odgovarajući kontra utor. Njihovim djelovanjem, tj. prolaskom papirne trake između valjaka, nastaje pet jednako raspoređenih formirajućih oznaka gdje će se papir u kasnijoj fazi proizvodnje ručke preko napravljenih utora preklapati. Papirna traka putuje preko usmjeravajućeg valjka do dvije metalne šipke čija je svrha prvo obostrano preklapanje trake, dok pomoćni valjci istovremeno zatežu papirnu traku. Daljnjim prolazom preko dvaju usmjeravajućih valjaka, papirna traka dolazi na drugi set metalnih šipki koje dodatno obostrano preklapaju papirnu traku. Papirna traka putuje do dvaju manjih mesinganih valjaka koji zaglađuju brid ručke. Nakon toga traka prolazi ispod dizne koja ispušta tanki nanos tekućeg ljepila, te traka s tankim nanosom ljepila putuje do mesinganog valjka čija je svrha završno preklapanje trake, te je time oblik ručke formiran.



Slika 9.20. Formiranje ručke

(*1 – utisni valjci; 2 – prvi usmjeravajući valjak; 3 – valjak zatezač; 4 – metalne šipke za primarni preklop; 5 – drugi usmjeravajući valjak; 6 – metalne šipke za sekundarni preklop; 7 – mesingani valjak za zaglađivanje brida ručke; 8 – tekuće ljepilo; 9 – mesingani kotač za finalni preklop ručke*)

Izvor [Autor]

U sljedećoj fazi već formirana ručka prolazi kroz niz mesinganih valjaka čija je funkcija pritiskanja ručke, koji ju dodatno sljepljuju, te ju usmjeravaju prema aluminijskom valjku koji ručku usmjerava prema nožu.



Slika 9.21. Finalno formiranje ručke

Izvor [Autor]

Prije rezanja, traka prolazi kroz dva senzora. Prvi senzor prati i javlja postoji li anomalija na ručki. Anomalija može nastati uslijed nepravilnog formiranja ručke u prethodnim fazama proizvodnje. Drugi senzor detektira pucanje ručke. Ukoliko je traka ručke pukla iz nekog razloga, senzor zaustavlja stroj.

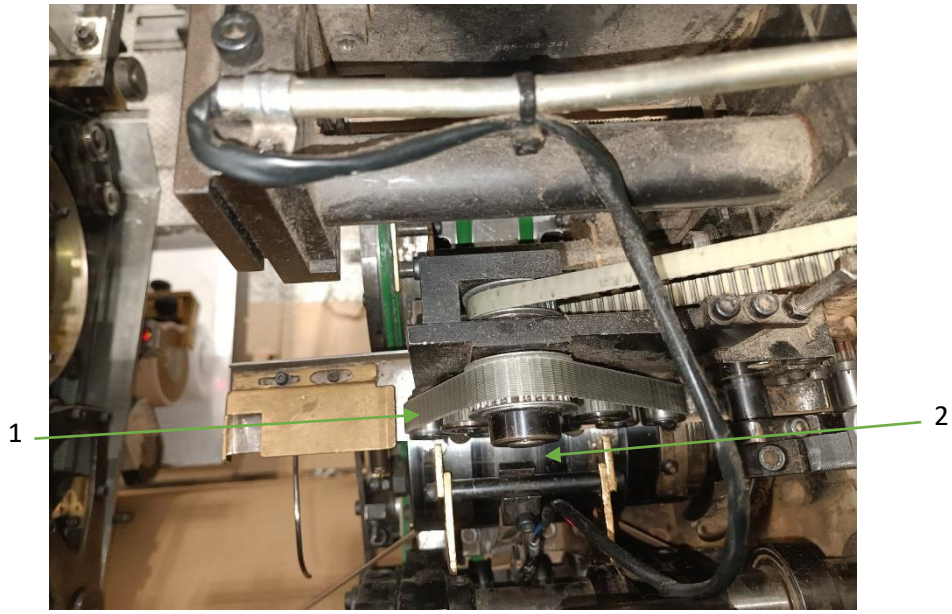


Slika 9.22. Prolazak ručke prema nožu za rezanje

(*1 – senzor za javljanje anomalije; 2 – senzor za javljanje postoji li pucanje ručke; 3 – aluminijska vodilica*)

Izvor [Autor]

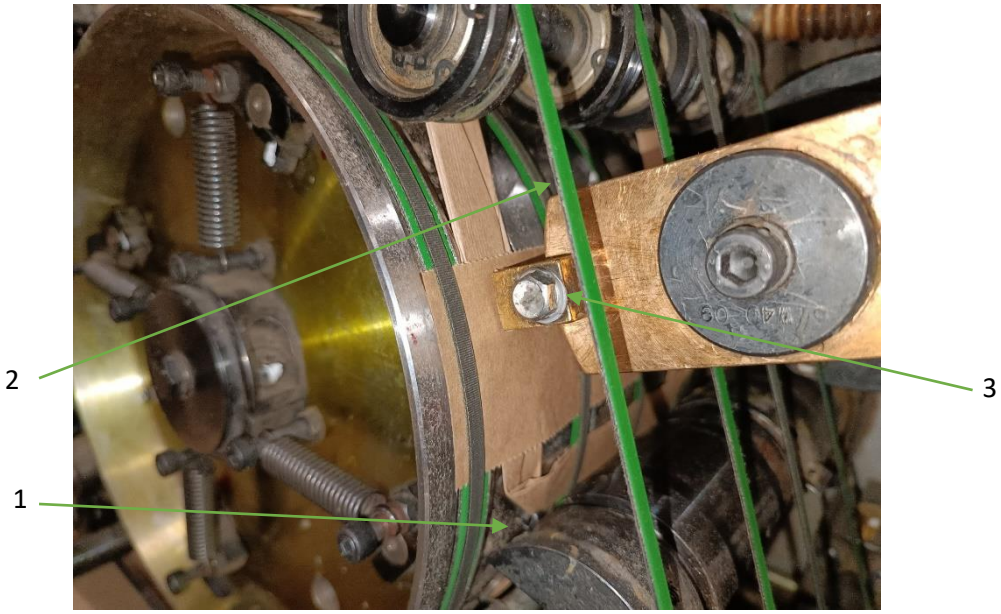
Nakon prolaska preko aluminijskog valjka ručka dolazi na nož koji je reže na zadanu dužinu. Nakon što je ručka odrezana, dolazi na zupčasti remen koji je vodi do dijela gdje se formira gornji dio ručke. Nakon formiranog gornjeg dijela, ručke vođena remenjem dolazi na bubanj gdje se spaja s ojačanjem vrećice. Na bubnju se nalazi valjak s tupim nožem koji pritišće donji dio ručke u utor, te se na taj način formira donji dio ručke. Kada je donji dio ručke formiran, lijepi se za ojačanje vrećice. Tako formirana ručka sa zalijepljenim ojačanjem vođena remenjem dolazi do mjesta gdje se lijepi za papirnu traku od koje će se formirati tijelo vrećice.



Slika 9.23. Prolazak ručke prema spajanju s ojačanjem

(*1 – zupčasti remen za vođenje ručki; 2 – bubanj za prihvat gornjeg dijela ručke*)

Izvor [Autor]



Slika 9.24. Spajanje ručke s ojačanjem

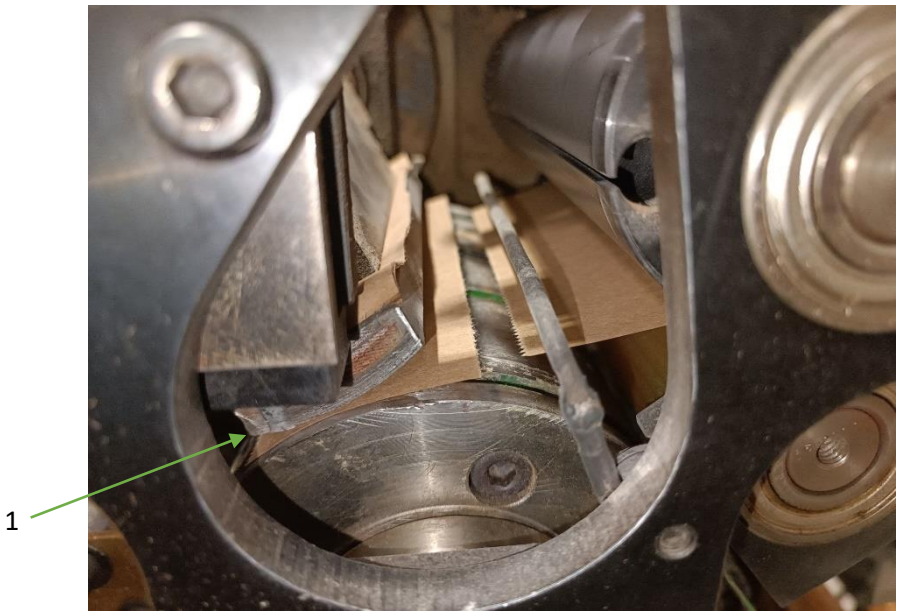
(*1 – gripperi za prihvat ručki; 2 – remeni za vođenje ručki i ojačanja; 3 – valjak za nanos ljepila donjeg dijela ručki na ojačanje*)

Izvor [Autor]

9.6. Formiranje ojačanja papirnate vrećice

Istim postupkom kao što se reže traka za ručku, reže se i traka za ojačanje. Tako izrezana traka se stavlja na glavni stroj za proizvodnju papirnatih vrećica. Na traci za ojačanje i ručke u pravilu nema tiska. Nakon što se traka za ojačanje učvrsti na posebnu osovinu, mora se odrediti razina zatezanja papirne trake. Postoji desetak stupnjeva zatezanja, zavisno od radijusa role; što je rola manja, manje je i zatezanje.

Formiranje ojačanja papirnate vrećice počinje istovremeno kada i proces proizvodnje papirnate vrećice. Nakon postavljanja role i određivanja razine zatezanja, papirna traka prolazi kroz niz valjaka, postavljenih u različitim razinama. Funkcija prvog valjka je usmjeravanje trake prema valjcima za zatezanje. Na valjcima za zatezanje se nalazi opruga kojom se regulira razina zategnutosti papirne trake. Nakon prolaska preko valjaka, papirna traka prolazi kroz vodilicu na kojoj se nalazi senzor, Senzor detektira anomalije u putanji papirne trake. Po prolasku senzora, papirna traka dolazi na dva paralelna valjka koji je usmjeravaju prema dijelu za rezanje ojačanja.



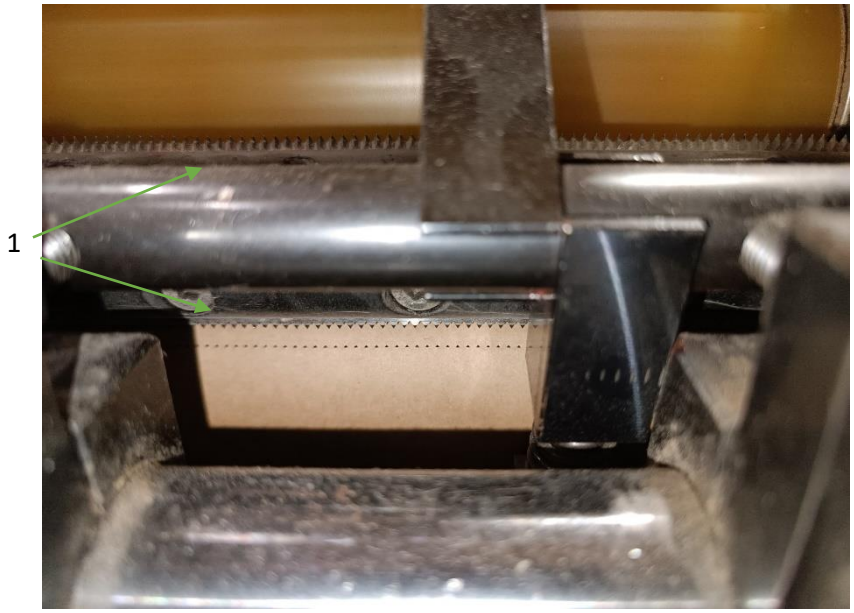
Slika 9.25. Trgač ojačanja

(*1 – trgač ojačanja*)

Izvor [Autor]

U dijelu za rezanje nalaze se dva nazubljena noža koji perforiraju ojačanje na određenu dimenziju. Nakon što noževi perforiraju papir, trgači otrgnu perforirani dio od ostatka trake ojačanja, te ga prihvaća bubanj koji na sevi ima vakuumske rupica. Na taj način ojačanje se prenosi do bubnja za prihvat ručki i ojačanja. Ojačanja se pomoću valjaka i remenja prenose do papirne trake od koje se proizvodi papirnata vrećica. Na traku se prije spajanja s ojačanjem nanosi sloj ljepila, te se ojačanje zajedno s ručkom lijepi za traku. Nakon sljepljivanja, papirna traka zajedno s ručkama i ojačanjem prelazi preko niza pritisnih valjaka, koji ih dodatno priljubljuju i pričvršćuju uz papirnu traku.

Sve boje koje se koriste u Muraplastu za tisak na papir i proizvodnju papirnih vrećica su na bazi vode, dok je većina ljepila na bazi vode i škroba. Izuzev vrućeg ljepila kojim se lijepi longitudinalni dio prije formiranja tube, ono je na poliolefinskoj bazi.



Slika 9.26. Perforacija ojačanja

(*1 – nazubljeni noževi za perforaciju ojačanja*)

Izvor [Autor]

10. Zaključak

Od samog početka ljudske civilizacije, papir postaje neizostavni dio. Prvi počeci proizvodnje papira vezani su uz drevnu Kinu gdje se papir proizvodio na primitivne načine uz primitivna oruđa. Kroz povijesna dešavanja papir se proširio Stari svijetom. Prije svega je preko arapskih osvajanja stigao do današnje Španjolske gdje je i postojala prva primitivna proizvodnja papira u Europi. Razvojem i obrazovanjem čovjeka, a naročito otvaranjem obrazovnih ustanova, naglo je porasla potreba za proizvodnjom papira. U Republici Hrvatskoj postoje podaci o prvim manufakturama gdje se proizvodio papir, koji datiraju u 17. stoljeće. Masovna proizvodnja papira je vezana uz otkriće papirnog stroja. Otkrićem papirnog stroja i njegovim stavljanjem u masovnu upotrebu papir dobiva na značaju.

Papir, osim svoje osnovne funkcije koja predstavlja tiskanje knjiga, novina i pisanje, dobiva na značaju i kao ambalažni materijal. Razvojem papirne industrije rastu i potrebe za ispitivanjem materijala i njegovih svojstava. Papir danas predstavlja nezaobilazan ambalažni materijal gotovo u svakom segmentu industrije i pakiranja. Tako su s vremenom razvijene i posebne vrste papirnate ambalaže koja imaju, prije svega, vrlo dobra mehanička svojstva. Papirna je industrija, pojavom plastike, imala nešto slabiji uspon. Prije svega, to se odnosi na proizvodnju vrećica, gdje su jednokratne LDPE vrećice dobile na popularnosti. Ipak zadnjih godina, rastom svijesti o zaštiti okoliša i životne sredine, te s druge strane zakonskom regulativom, papirnata ambalaža ponovno zauzima iznimno važno mjesto.

Proizvodnja papirnate ambalaže, prije svega papirnatih vrećica predstavljaju kompleksne procese kojima se dobiva proizvod koji je nezamjenjiv u ljudskoj svakodnevnici, a s druge strane ekološki vrlo prihvatljiv. Sama proizvodnja kreće namatanjem kotura papira. Ukoliko je kod postupa izrade tražen tisak, kotur prvo odlazi na tiskarski stroj. Papir nakon puštanja u proizvodnju prolazi kroz niz valjaka koji ga usmjeravaju, te ga drže napetim, te niz senzora koji registriraju anomalije. Papir potom prolazi kroz niz precizno podešenih valjaka, kotača i noževa koji oblikuju tijelo vrećice.

Paralelno s oblikovanjem tijela vreći vrši se izrada ručke i ojačanja vrećice, te se ručke i ojačanja spajaju s tijelom vrećice. U završnom dijelu stroja se formira dno vrećice na već unaprijed označenim mjestima. Nakon toga je vrećica spremna za pakiranje i odlazak krajnjem kupcu.

Statistički podaci govore, da je, što se tiče Republike Hrvatske, ali i Europske unije papirnata ambalaža najviše u upotrebi. Ujedno je papirnata ambalaža i najviše reciklirana ambalaža, što predstavlja ispunjenje ciljeva vezanih za zaštitu okoliša.

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, SAŠA GRNOVIĆ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom POSTUPAK PROIZVODNJE PAPIRNATIH VREĆICA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Jumomt
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, SAŠA GRNOVIĆ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom POSTUPAK PROIZVODNJE PAPIRNATIH VREĆICA *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
SAŠA GRNOVIĆ

11. Literatura

[1] Rječnik hrvatskoga jezika. Leksikografski zavod Miroslava Krleže. Zagreb; 2001

[2] BEŠLIĆ, Ana; DRAGOJEVIĆ, Andreja. Ručno rađeni papir: povijest, izrada, svojstva i vodeni znakovi. *Arhivski vjesnik*, 2021, 64: 87-112.

[3] CENBAUER, Melita. *Počeci tiskarstva u slavenskih naroda*. 2011. PhD Thesis. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Humanities and Social Sciences. Department of Croatian Language and Literature.

[4] CVRK, Lucija. *Papir-povijesni pregled razvoja proizvodnje i upotrebe*. 2020. PhD Thesis. University of Zagreb. University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences. Department of information and Communication sciences

[5] MEDVED, Matea. *Pogoni za proizvodnju papira*. 2018. PhD Thesis. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek. Department of Electromechanical Engineering. Chair of Electric Machines and Power Electronics.

[6] JACKSON, Jerome A.; JACKSON, Bette JS. Ecological relationships between fungi and woodpecker cavity sites. *The Condor*, 2004, 106.1: 37-49.

[7] SZYMAŃSKI, Ł., et al. Celuloza i njezini derivati - industrijska primjena. *Arhiv za ljevaonicu* , 2015, 15.

[8] SINANOVIĆ, Nedim; FAKULTET U KISELJAKU, Grafički. STARI PAPIR KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU PAPIRA I KARTONA. *Univerzitetska Hronika*, 2010, 3.4.

[9] KLAŠNJA, Bojana, et al. Possibilities of using poplar wood for chemical and mechanical processing. *Topola*, 2007, 179-180: 3-13.

[10] SIRUTKA, Štefica. Karakterizacija kraft papira za izradu papirnatih ambalažnih vreća. 2013.

[11]https://www.researchgate.net/figure/Un-bloc-de-colophane-pour-archet-de-violon_fig13_320619327 26.6.2022.

[12] POŽAR, Hrvoje, et al. Tehnička enciklopedija. *Zagreb: Grafički zavod Hrvatske*, 1987

[13] http://runeberg.org/salmonsen/2/18/0900.html 26.6.2022.

[14] https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/papir.pdf 26.6.2022.

[15] http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%20br%202.pdf 16.6.2022.

[16] http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%204.pdf 16.6.2022.

[17] http://materijali.grf.unizg.hr/media/6.%20vjezba_optika.pdf 16.6.2022.

[18] KRUŠVAR, Darko. *Proizvodnja kartonske ambalaže u poduzeću Karton-pak doo*. 2019. PhD Thesis. Istrian University of applied sciences.

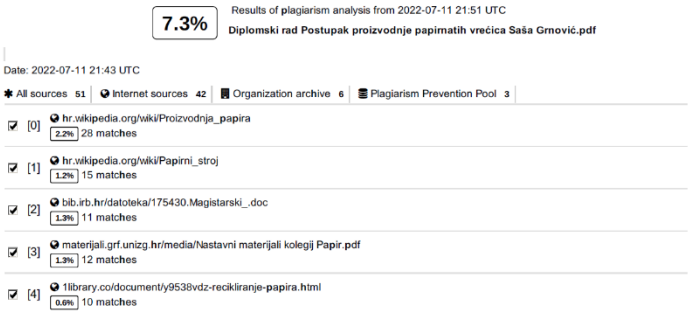
[19] MATEKOVIĆ, Iva. Površinska upojnost ambalažnih materijala. 2014.

[20] LOZO, Branka. Papir. *Preddiplomski studij Grafičke tehnologije, Nastavni tekstovi, Grafički fakultet, Zagreb*** http://materijali. grf. unizg. hr/media/Nastavni% 20materijali% 20kolegij% 20Pa pir. pdf (19.1. 2020.)*, 2014.

[21]http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvje%C5%A1%C4%87e_ambala%C5%BEni%20otpad_2019_WEB.PDF 25.6.2022.

[22] ŠOKMAN, Maja. *Recikliranje papira*. 2016. PhD Thesis. University of Zagreb. Faculty of Geotechnical Engineering.

[23]http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/021_otpad/Izvjesca/ostalo/OTP_Izvjesce_ambalazni_2020_WEB_final.pdf 25.6.2022.


7.3%
Results of plagiarism analysis from 2022-07-11 21:51 UTC
Diplomski rad Postupak proizvodnje papirnatih vrećica Saša Grnović.pdf
Date: 2022-07-11 21:43 UTC
All sources 51
Internet sources 42
Organization archive 6
Plagiarism Prevention Pool 3
[0]
hr.wikipedia.org/wiki/Proizvodnja_papira
2.2% 28 matches
[1]
hr.wikipedia.org/wiki/Papirni_stroj
1.2% 15 matches
[2]
bib.irb.hr/datoteka/175430.Magistarski_.doc
1.3% 11 matches
[3]
materijali.grf.unizg.hr/media/Nastavni materijali kolegij Papir.pdf
1.3% 12 matches
[4]
1library.co/document/y9538vdz-recikliranje-papira.html
0.6% 10 matches