

# Analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske ambalaže na primjeru tvrtke Hartman d.o.o.

---

Jelavić, Mirko

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:016895>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

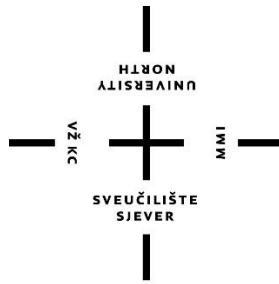
Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





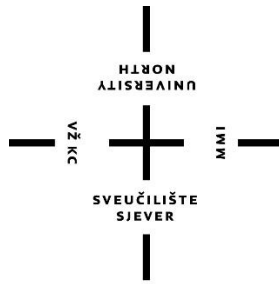
**Sveučilište  
Sjever**

**Diplomski rad br. saas**

**Analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske  
ambalaže na primjeru tvrtke Hartmann d.o.o.**

**Mirko Jelavić, 0336050624**

Koprivnica, veljača 2024. godine



# Sveučilište Sjever

**Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša**

**Diplomski rad br. 63/ARZO/2024**

## **Analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske ambalaže na primjeru tvrtke Hartmann d.o.o.**

Student

Mirko Jelavić, 0336050624

Mentor

Prof. Dr. sc. Božo Smoljan

Koprivnica, veljača 2024. godine

# 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	Mirko Jelavić	MATIČNI BROJ	0336050624
DATUM	11.01.2024.	KOLEGIJ	Ambalaža i tehnologija pakiranja
NASLOV RADA	Analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske ambalaže na primjeru tvrtke Hartman		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	An analysis of sustainable production and printing techniques of cardboard packaging on t		

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	63/ARZO/2024		
OPIS	<p>Pakiranje proizvoda je neizostavan proces u modernoj proizvodnji. Posebnu važnost u pakiranju proizvoda ima papirna i kartonska ambalaža. Sukladno preventivnom očuvanju okoliša, uz zahtjev za kvalitetno pakiranje proizvoda, u novije se vrijeme pred ambalažne stručnjake postavlja i preduvjet primjene ekološki prihvatljive ambalaže i primjene održivih postupaka pakiranja proizvoda. Između ostalog, preventivno očuvanje okoliša nalaže primjenu održivih tehnika u proizvodnji i tisku kartonske ambalaže.</p> <p>U radu je potrebno proanalizirati održive tehnike proizvodnje i tiska kartonske ambalaže na primjeru tvrtke Hartmann d.o.o. Prije ostalog, potrebno je opisati ekološki aspekt proizvodnje kartonske ambalaže, poput, koncepta održive proizvodnje, koncepta održivog tiska te proanalizirati mogući utjecaj proizvodnje kartonske ambalaže i tiskanja na okoliš. Zatim, potrebno je posvetiti pozornost tehnikama u proizvodnji kartonske ambalaže s fokusom na analizu nabave sirovina za proizvodnju, recikliranje, proizvodni proces, proces tiska i etiketiranja, mogućnost primjene energetski učinkovitih procesa te perspektive smanjenja otpada tijekom tiskanja na ambalaži. U konačnici je potrebno prikazati specifičnosti tvrtke Hartmann d.o.o., društvenu odgovornost i njenu politiku održivosti. Zaključke o primjeni održivih tehnika proizvodnje i tiska u tvrtki Hartmann d.o.o, potrebno je temeljiti na SWOT analizi</p>		
ZADATAK URUČEN	11. siječnja 2024.	POTPIS MENTORA	<i>Armi</i>

**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, \_\_\_\_\_ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/seminarskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom

\_\_\_\_\_ (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti 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, \_\_\_\_\_ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom \_\_\_\_\_ (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis)  
(vlastoručni potpis)

## Sažetak

Analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske ambalaže na primjeru tvrtke Hartmann d.o.o. pruža dubok uvid u posvećenost ove tvrtke održivosti i ekološki odgovornom poslovanju. Što će biti prikazano u **drugom** (ODRŽIVOST U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE) i **trećem** poglavlju (TEHNIKE U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE) U sadašnjem kontekstu, tvrtka Hartmann d.o.o. ističe se kao predvodnik u implementaciji održivih praksi u proizvodnji kartonske ambalaže. Fokusirana na recikliranje materijala, tvrtka sustavno prikuplja stari papir i koristi ga kao osnovni resurs za proizvodnju, čime aktivno sudjeluje u smanjenju ekološkog otiska, **četvrto** poglavlje. Osim recikliranja, tvrtka primjenjuje i napredne tehnologije tiska, osiguravajući proizvodnju koja, ne samo da zadovoljava visoke ekološke standarde, nego i potiče održivost u cijelom sektoru. Certifikati poput Forest Stewardship Council (FSC) svjedoče o njezinom doprinosu očuvanju šuma i prirodnih resursa.

U sferi inovacija, tvrtka Hartmann d.o.o. ne zaostaje. Istraživanje novih ekoloških tehnologija i integracija pametnih sustava u ambalažu predstavljaju ključne smjernice za budućnost. Povećanje postotka recikliranih materijala i optimizacija procesa proizvodnje svjedoče o ambicioznim planovima tvrtke za smanjenje ekološkog utjecaja.

Poduzeće ne samo da postavlja standarde u industriji, nego i prepoznaje globalnu ulogu u očuvanju okoliša. Sudjelovanjem u globalnim inicijativama za održivost te suradnjom s organizacijama za zaštitu okoliša, Hartmann d.o.o. aktivno doprinosi globalnim naporima za očuvanje planeta.

Poduzeće Hartmann d.o.o. nije samo proizvođač kartonske ambalaže, nego i agent promjena prema održivijem i odgovornijem poslovanju. Njezina analiza održivih tehnika proizvodnje i tiska jasno ukazuje na to da tvrtka ne samo da prati ekološke trendove nego ih i postavlja, pozicionirajući se kao lider u transformaciji industrije prema održivijoj budućnosti.

**Ključne riječi:** ambalaža, održiva proizvodnja, tisak, karton, Hartmann d.o.o.

## Summary

The analysis of sustainable production and printing techniques of cardboard packaging using the example of Hartmann Ltd. provides a deep insight into the company's commitment to sustainability and environmentally responsible practices. What will be presented in the second chapter (SUSTAINABILITY IN CARDBOARD PACKAGING PRODUCTION) and third chapter (TECHNIQUES IN CARDBOARD PACKAGING PRODUCTION) in the current context, Hartmann Ltd. stands out as a leader in implementing sustainable practices in cardboard packaging production. Focused on material recycling, the company systematically collects old paper and uses it as a primary resource for production, actively participating in reducing the ecological footprint, as highlighted in the fourth chapter. In addition to recycling, the company also employs advanced printing technologies, ensuring production that not only meets high environmental standards but also promotes sustainability throughout the sector. Certifications such as the Forest Stewardship Council (FSC) testify to its contribution to forest and natural resource conservation.

In the sphere of innovation, Hartmann Ltd. does not lag behind. Research into new environmental technologies and the integration of smart systems into packaging represent key guidelines for the future. Increasing the percentage of recycled materials and optimizing the production process testify to the company's ambitious plans to reduce its ecological impact. The company not only sets standards in the industry but also recognizes its global role in environmental preservation. By participating in global sustainability initiatives and collaborating with environmental protection organizations, Hartmann Ltd. actively contributes to global efforts to preserve the planet.

Hartmann Ltd. is not just a manufacturer of cardboard packaging but also an agent of change towards more sustainable and responsible business practices. Its analysis of sustainable production and printing techniques clearly indicates that the company not only follows ecological trends but also sets them, positioning itself as a leader in transforming the industry towards a more sustainable future.

**Keywords:** packaging, sustainable production, printing, cardboard, Hartmann d.o.o.

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj i svrha istraživanja.....	3
1.2. Znanstvena hipoteza.....	3
1.3. Struktura rada.....	3
1.4. Znanstvene metode .....	4
2. ODRŽIVOST U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE .....	5
2.1. Ekološki kontekst u proizvodnji kartonske ambalaže.....	5
2.2. Koncepti održive proizvodnje.....	10
2.3. Koncept održivog tiska.....	13
2.4. Analiza utjecaja proizvodnje i tiskanja na okoliš .....	16
2.5. Pregled postojećih tehnologija proizvodnje i tiskanja održivih proizvoda .....	18
3. TEHNIKE U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE .....	21
3.1. Recikliranje i upotreba recikliranog materijala - inovativne tehnologije.....	21
3.2. Primjena energetski učinkovitih procesa.....	23
3.3. Smanjenje otpada tijekom tiska .....	24
4. ODRŽIVE TEHNIKE PROIZVODNJE I TISKA KARTONSKE AMBALAŽE U PODUZEĆU HARTMANN d.o.o.....	27
4.1. Hartaman d.o.o. – poslovni profil poduzeća.....	27
4.2. Proizvodni procesi kartonske ambalaže i tisak.....	28
4.3. SWOT analiza u primjeni održivih tehnika.....	44
4.4. Tržišni uspjesi i konkurentna prednost.....	46
4.5. Budući smjerovi održive proizvodnje kartonske ambalaže.....	47
5. ZAKLJUČAK .....	49
Literatura .....	51
Popis slika.....	54
Popis tablica.....	55



# 1. UVOD

U suvremenom globalnom društvu pitanje održivosti postaje ključno s obzirom na rastuće izazove vezane uz ekologiju, društvenu odgovornost i ekonomske resurse. U tom kontekstu, industrija ambalaže igra ključnu ulogu u prilagodbi i usvajanju održivih praksi, tehnika i tehnologija kako bi smanjila svoj ekološki i društveni utjecaj. Jedan od predvodnika u ovoj transformaciji je tvrtka Hartaman d.o.o., koja se ističe kao pionir u proizvodnji kartonske ambalaže te implementaciji održivih tehnika proizvodnje i tiska.

Održivost nije samo modni trend u poslovanju, nego postaje i ključna odrednica uspjeha tvrtki koje žele dugoročno opstati i ostvarivati dobit. Tvrtka Hartaman d.o.o. svojom predanošću održivosti ne samo da prati trendove, nego i postavlja nove standarde u industriji. Rast potrošačkih zahtjeva neizbježno generira porast potrebe za ambalažom. U tom je kontekstu, zbog svoje svestranosti, lakoće recikliranja i manjeg ekološkog otiska u odnosu na druge materijale, kartonska ambalaža kao popularan izbor. Međutim, rastući zahtjevi tržišta moraju ići ruku pod ruku s tehnološkim inovacijama i promjenama u pristupu proizvodnji, kako bi se osiguralo da ova industrija ne doprinosi samo gospodarskom rastu, nego i održivom razvoju.

Održive tehnike proizvodnje i tiska kartonske ambalaže predstavljaju ključnu kariku između ekonomske efikasnosti, ekološke odgovornosti i društvene relevantnosti. Proučavanje ovih tehnika ne samo da nas vodi kroz inovativne procese proizvodnje, nego i kroz digitalne revolucije u tisku koje omogućuju prilagodljivost, smanjenje otpada i brže vrijeme proizvodnje.

Održiva proizvodnja kartonske ambalaže predstavlja ključni segment u globalnim naporima za smanjenje ekološkog utjecaja industrije na okoliš. Kartonska ambalaža je široko korištena zbog svoje prilagodljivosti, reciklabilnosti i relativno niske ekološke štete u usporedbi s drugim materijalima poput plastike ili stakla. Međutim, kako bi proizvodnja kartonske ambalaže bila zaista održiva, potrebno je uspostaviti sustave koji minimiziraju negativne utjecaje na okoliš tijekom svih faza proizvodnog procesa. Jedan od ključnih aspekata održive proizvodnje kartonske ambalaže je upravljanje sirovinama. Kartonska ambalaža se obično proizvodi od recikliranog papira ili drva, stoga je važno osigurati da se sirovine dobivaju iz održivih izvora. To uključuje certificiranje lanaca opskrbe kako bi se osiguralo da se drvo dobiva iz šuma koje se održavaju i upravljaju na ekološki prihvatljiv način. Također, recikliranje papira i kartona smanjuje potrebu za novim sirovinama, čime se štedi energija i smanjuje negativan utjecaj na okoliš.

Energetska učinkovitost je također ključni element održive proizvodnje kartonske ambalaže. Proizvodnja papira zahtijeva znatne količine energije, stoga je važno primijeniti mjere energetske učinkovitosti u procesima proizvodnje. To uključuje korištenje visokoučinkovitih strojeva i

tehnologija, optimizaciju procesa kako bi se smanjila potrošnja energije te korištenje obnovljivih izvora energije poput solarne ili vjetroelektrične energije. Smanjenje potrošnje energije ne samo da smanjuje troškove proizvodnje, već također smanjuje emisije stakleničkih plinova i negativan utjecaj na okoliš. Upravljanje vodom je još jedan važan aspekt održive proizvodnje kartonske ambalaže. Iako se voda koristi u manjim količinama u usporedbi s drugim industrijama, važno je osigurati da se voda koristi racionalno i da se minimalizira njezina potrošnja. To uključuje implementaciju sustava za recikliranje vode, primjenu tehnologija za smanjenje potrošnje vode u procesima proizvodnje te praćenje i optimizaciju potrošnje vode u cijelom postrojenju. Održiva proizvodnja kartonske ambalaže nije samo ekološka nužnost, već i poslovni imperativ. Kompanije koje uspiju implementirati održive prakse ne samo da smanjuju svoj ekološki otisak, već također povećavaju svoju konkurentnost na tržištu, zadovoljavajući zahtjeve sve zahtjevnijih potrošača i regulatornih tijela. Stoga, ulaganje u tehnologije i prakse koje podržavaju održivu proizvodnju kartonske ambalaže trebalo bi biti prioritet svake kompanije u ovoj industriji.

Osim toga, održiva proizvodnja kartonske ambalaže uključuje i promicanje kružnog gospodarstva. To znači poticanje recikliranja i ponovne upotrebe ambalaže te minimiziranje količine otpada koji se generira tijekom proizvodnog procesa. Također, važno je educirati potrošače o važnosti recikliranja i pravilnog odlaganja ambalaže kako bi se osiguralo da se što veći broj kartonskih proizvoda reciklira i ponovno koristi.

U ovom se radu analiziraju različiti aspekti održivosti u proizvodnji i tisku kartonske ambalaže. Ekološki aspekti, s jedne strane, uključuju korištenje obnovljivih izvora, smanjenje emisija stakleničkih plinova te praksu recikliranja i ponovne upotrebe materijala. Društvena odgovornost obuhvaća pitanja radnih uvjeta, suradnje s lokalnim zajednicama i poticanje socijalne pravde. Ekonomska održivost, s druge strane, izražava se kroz efikasnost proizvodnje, upravljanje troškovima i ostvarivanje prihoda.

Proučavanjem konkretnih primjera, s posebnim naglaskom na tvrtku Hartaman d.o.o., istražuje se kako ove tehnike stvarno utječu na industriju. Hartaman d.o.o., kao predstavnik inovativnih praksi, predstavlja se kao ključni studijski primjer, pružajući uvid u konkretne izazove i uspjehe tehnološke i ekološke transformacije.

## 1.1. Cilj i svrha istraživanja

Cilj je diplomskog rada pružiti uvid u specifične održive prakse koje tvrtka primjenjuje u proizvodnji kartonske ambalaže, s naglaskom na ekološke, društvene i ekonomske aspekte. Kroz detaljnu analizu tehnoloških inovacija, upravljanja resursima i društvene odgovornosti, istražuje se kako ove prakse utječu na ukupnu održivost poslovanja tvrtke i kako se odražavaju na kvalitetu proizvoda.

## 1.2. Znanstvena hipoteza

U kontekstu determiniranog cilja i svrhe istraživanja, moguće je definirati temeljnu hipotezu rada:

**H0: Poduzeće Hartaman d.o.o., demonstrirajući inovativne procese održive proizvodnje kartonske ambalaže, može dati značajno razumijevanje utjecaja održivosti na konkurentske prednosti tvrtke, potražnju na tržištu, kao i njezin društveni angažman i odgovornost.**

## 1.3. Struktura rada

Rad započinje uvodom koji uključuje ciljeve istraživanja, postavljanje znanstvenih hipoteza, predstavljanje strukture rada te opisivanje korištenih znanstvenih metoda. Nakon uvoda, drugo je poglavlje orijentirano na održivost u proizvodnji kartonske ambalaže, podijeljenoj u nekoliko ključnih podnaslova. U trećem se poglavlju opisuju tehnike u proizvodnji kartonske ambalaže, s posebnim osvrtom na recikliranje i upotrebu recikliranog materijala, inovativne tehnologije, primjenu energetski učinkovitih procesa te smanjenje otpada tijekom tiska. Četvrto poglavlje opisuje primjer tvrtke Hartaman d.o.o., u kojem se opisuje poslovni profil poduzeća, proizvodnja procesa kartonske ambalaže i tiska, politika održivosti i društvene odgovornosti, SWOT analiza primjene održivih tehnika, tržišni uspjeh te konkurentska prednost. U zaključku se sažimaju ključni nalazi i pružaju preporuke za daljnje unapređenje održivosti u proizvodnji kartonske ambalaže.

## **1.4. Znanstvene metode**

U istraživanju se primjenjuju raznolike znanstvene metode, uključujući deskriptivnu analizu, metodu generalizacije, procjenu prednosti i nedostataka, kao i induktivni i deduktivni pristup. Također, koriste se metode analize i sinteze kako bi se optimalno razumjele složenost i povezanost različitih aspekata analiziranih tema.

## **2. ODRŽIVOST U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE**

U svjetlu rastuće svijesti o ekološkim pitanjima te potrebe za održivijim poslovnim praksama, poglavlje o održivosti u proizvodnji kartonske ambalaže predstavlja ključni segment našeg istraživanja. Sustavno razmatranje ekoloških aspekata, inovacija u proizvodnim procesima i utjecaja na okoliš od presudne su važnosti kako bi se stvorila ambalaža koja ne samo da zadovoljava potrebe tržišta, nego i aktivno pridonosi očuvanju prirodnih resursa. U drugom se poglavlju istražuje ekološki kontekst proizvodnje kartonske ambalaže, analiziraju koncepti održive proizvodnje i tiska te istražuje utjecaj tih procesa na okoliš, pružajući temelje za razumijevanje ključnih čimbenika održivosti u ovoj industriji.

### **2.1. Ekološki kontekst u proizvodnji kartonske ambalaže**

Ekologija ima značajnu ulogu u proizvodnji kartonske ambalaže jer se ta industrija suočava s izazovima vezanim uz očuvanje okoliša i smanjenje negativnih utjecaja na prirodne resurse. Ekološki kontekst u proizvodnji kartonske ambalaže predstavlja ključan aspekt koji zahtijeva temeljitu analizu kako bi se postigla ravnoteža između potreba industrije i očuvanja okoliša. Dva su ključna elementa u ovoj raspravi upotreba obnovljivih izvora i smanjenje emisija stakleničkih plinova, čije integracije u proizvodne procese kartonske ambalaže postaju imperativ u eri održivog poslovanja.

Pitanje upotrebe obnovljivih izvora postaje ključno s obzirom na rastuću potrebu za smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima. U proizvodnji kartonske ambalaže, gdje drvene sirovine čine temeljni materijal, ključno je preispitati izvore tih sirovina. Integracija obnovljivih izvora, poput održivih šumskih praksi i upotrebe drva koje se brže obnavlja, igra ključnu ulogu u očuvanju šumskih ekosustava (Alston, 2010.). Analiza ovog aspekta nužna je kako bi se utvrdila ekološka održivost proizvodnje kartonske ambalaže, uključujući i pravednu raspodjelu resursa te poticanje očuvanja biodiverziteta u šumskim područjima.

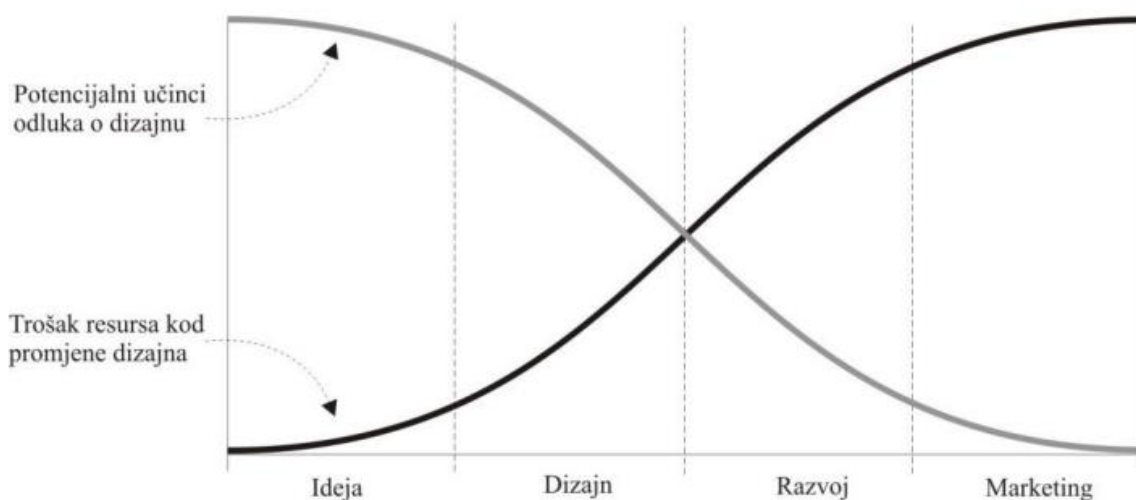
Ekološki prihvatljiva proizvodnja kartonske ambalaže zahtijeva održivu upotrebu sirovina poput recikliranog papira ili drva iz šuma koje se održavaju na način koji podržava biološku raznolikost i ekosustav. Certificiranje lanaca opskrbe, poput FSC (Forest Stewardship Council) ili PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification), pomaže osigurati da se sirovine dobivaju iz održivih izvora (Alston, 2010.). Proizvodnja kartonske ambalaže može generirati

emisije stakleničkih plinova, posebno u procesima proizvodnje i transportu. Stoga je važno primijeniti mjere energetske učinkovitosti, koristiti obnovljive izvore energije i smanjiti emisije kako bi se smanjio negativan utjecaj na klimu.

Održiva proizvodnja kartonske ambalaže uključuje minimiziranje otpada i promicanje kružnog gospodarstva. To podrazumijeva recikliranje kartonske ambalaže, smanjenje količine otpada generiranog tijekom proizvodnog procesa te poticanje ponovne upotrebe ambalaže (Lewis, 2012.). Proizvodnja kartonske ambalaže zahtijeva vodu za različite procese, poput obrade i pranja. Važno je osigurati da se voda koristi racionalno te da se smanje negativni utjecaji na lokalne vodene resurse, uključujući sprečavanje onečišćenja voda tijekom procesa proizvodnje (Alston, 2010.). Edukacija zaposlenika, dobavljača i potrošača o važnosti očuvanja okoliša i održivosti proizvodnje kartonske ambalaže ključna je za promicanje ekološke svijesti i promjenu ponašanja koje podržava zaštitu okoliša.

Drugi je ključni element ekološkog konteksta smanjenje emisija stakleničkih plinova tijekom proizvodnih procesa. Proizvodnja kartonske ambalaže, iako manje utječe na stakleničke plinove u usporedbi s nekim drugim materijalima, i dalje zahtijeva pažljivu kontrolu emisija. Primjena energetski učinkovitih tehnologija, korištenje obnovljivih izvora energije te optimizacija transportnih sustava može značajno doprinijeti smanjenju ukupnih emisija (Lewis, 2012.).

Analiza ovih tehnika omogućuje sagledavanje konkretnih mjera koje industrija ambalaže, uključujući i proizvodnju kartonske ambalaže, može poduzeti kako bi se pridonijelo globalnim naporima u borbi protiv klimatskih promjena. Slika 1 prikazuje Koncept proizvodnje i dizajna održive kartonske ambalaže.



Slika 1. Koncept proizvodnje i dizajna održive kartonske ambalaže

Izvor: prilagodba autora prema Alston, K. (2010). Cradle to cradle design: Positive sustainability agenda for products and packaging: the limitations of eco efficiency, Address to packaging for tomorrow, Three Pillars Network, Melbourne

Jedan je od ključnih elemenata u ekološkom kontekstu proizvodnje kartonske ambalaže upotreba sirovina i njezino potencijalno narušavanje šumskih ekosustava (Alston, 2010.). Drvo, kao glavni materijal za proizvodnju kartonske ambalaže, zahtijeva promišljenu upotrebu kako bi se osiguralo očuvanje šuma. Implementacija održivih praksi u šumarstvu, kao što su certifikati o održivosti i praćenje izvora drva, ključna su sredstva za očuvanje šumskih resursa. Također, naglasak treba biti na podršci lokalnim zajednicama koje su često ključne za očuvanje i upravljanje šumama. Umanjenje ekološkog otiska u proizvodnji kartonske ambalaže zahtijeva smanjenje upotrebe energije i resursa. Implementacija energetski učinkovitih tehnologija, kao i korištenje obnovljivih izvora energije, igraju ključnu ulogu u smanjenju ukupnih emisija stakleničkih plinova (Lewis, 2012.).

Korištenje visokoučinkovitih strojeva za proizvodnju kartonske ambalaže može značajno smanjiti potrošnju energije i resursa. Napredne tehnologije poput energetski učinkovitih strojeva za rezanje, presovanje i oblikovanje mogu optimizirati proizvodne procese i smanjiti gubitke sirovina. Inovativne tehnologije za recikliranje papira i kartona mogu poboljšati učinkovitost procesa recikliranja i povećati kvalitetu recikliranog materijala (Braungart i McDonough, 2008.). Pulping tehnologije koje minimiziraju potrošnju vode i energije (Lewis, 2012.), poput visokoučinkovitih flotacijskih sustava ili naprednih filtera, također doprinose održivosti proizvodnje.

Implementacija obnovljivih izvora energije kao što su solarna energija, vjetroenergija ili hidroenergija može smanjiti emisije stakleničkih plinova i ovisnost o fosilnim gorivima u proizvodnji kartonske ambalaže (Alston 2010.). Postavljanje solarnih panela na krovove postrojenja ili ulaganje u vjetroelektrane može dugoročno smanjiti troškove energije i poboljšati održivost proizvodnje. Pametni sustavi za upravljanje otpadom mogu pomoći u minimiziranju otpada koji nastaje tijekom proizvodnje kartonske ambalaže. To može uključivati implementaciju sustava za odvajanje i recikliranje otpada, kao i korištenje naprednih tehnologija poput kompostiranja ili anaerobne digestije za obradu organskog otpada.

Razvoj inovativnih metoda pakiranja, poput upotrebe biološki razgradivih ili biorazgradivih materijala umjesto plastike, može doprinijeti smanjenju ekološkog otiska kartonske ambalaže (Lewis, 2012.). Također, primjena tehnologija za optimizaciju dizajna ambalaže može smanjiti količinu materijala potrebnih za proizvodnju, čime se smanjuje ukupna potrošnja resursa. Implementacija održivih tehnologija u proizvodnji kartonske ambalaže ključna je za postizanje ciljeva održivosti i smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Integriranje naprednih tehnologija koje

smanjuju potrošnju energije, optimiziraju upotrebu sirovina i smanjuju otpad ključno je za održivu proizvodnju ambalaže koja zadovoljava potrebe današnjih i budućih generacija.

Analiza životnog ciklusa proizvoda, od sirovine do zbrinjavanja ambalaže, pruža vrijedne uvide u održivost proizvodnje kartonske ambalaže te pomaže identificirati ključne točke intervencije za smanjenje negativnog utjecaja na okoliš.

Životni ciklus kartonskog proizvoda obuhvaća niz faza, od dobivanja sirovine do zbrinjavanja ambalaže na kraju njezinog životnog vijeka. Ključne faze u životnom ciklusu kartonskog proizvoda predstavljaju proces dobivanja, eksploatacije proizvoda te u konačnici zbrinjavanje ambalaže (Back et al., 2016.). Životni ciklus kartonskog proizvoda započinje dobivanjem sirovine, koja je obično reciklirani papir ili drvo. Reciklirani papir može se prikupiti iz različitih izvora, poput otpadnog papira iz ureda i kućanstava, dok se drvo može dobivati iz održivo upravljanih šuma.

Nakon što se sirovina prikupi, slijedi proces proizvodnje kartonskog proizvoda. To uključuje različite korake poput mljevenja papira ili drveta, formiranja pulpe, formiranja lista kartona ili kartona te obrade i oblikovanja proizvoda prema željenim specifikacijama (Back et al., 2016.). Proizvedeni kartonski proizvodi distribuiraju se kupcima i koriste se za različite svrhe, kao što su pakiranje proizvoda, izrada kutija ili stvaranje ambalaže za razne proizvode. Tijekom ove faze, kartonski proizvodi obavljaju svoju funkciju kao ambalaža ili kontejneri.

Kada kartonski proizvod ispuni svoju svrhu ili dođe do kraja svog životnog vijeka, slijedi faza recikliranja. Kartonska ambalaža može se reciklirati koristeći procese poput prikupljanja, sortiranja, mljevenja i ponovne proizvodnje (Lewis, 2012.). Reciklirani karton može se koristiti za proizvodnju novih kartonskih proizvoda ili pakiranje. U slučajevima kada kartonski proizvod nije moguće reciklirati, dolazi do faze zbrinjavanja na kraju životnog vijeka. To može uključivati kompostiranje ako je kartonski proizvod bio napravljen od biorazgradivog materijala, ili odlaganje na odlagalište.

Važno je napomenuti da je recikliranje ključna faza u životnom ciklusu kartonskog proizvoda jer omogućuje ponovnu upotrebu materijala i smanjenje potrošnje sirovina. Kroz recikliranje, kartonski proizvodi postaju dio kružnog gospodarstva (Back et al., 2016.), gdje se materijali kontinuirano koriste i recikliraju, umjesto da se završavaju kao otpad na odlagalištima. Održivo upravljanje životnim ciklusom kartonskih proizvoda ključno je za smanjenje ekološkog otiska i očuvanje okoliša za buduće generacije.



Slika. 2 prikazuje karakteristike održive ambalaže.



Slika 2. Principi održivosti kartonske ambalaže

Izvor: obrada autora prema Lewis, H. (2012). Design for sustainability, Springer, London, str. 59

Pitanje recikliranja također ima značajan utjecaj na ekološki kontekst proizvodnje kartonske ambalaže. Razvoj inovativnih tehnologija za recikliranje, zajedno s poticanjem svijesti potrošača o važnosti recikliranja, može značajno povećati stopu recikliranja kartonske ambalaže. Recikliranje smanjuje količinu otpada koji završava na odlagalištima, čime se smanjuje pritisak na okoliš i doprinosi cirkularnoj ekonomiji (Lewis, 2012.). U kontekstu održivog razvoja, industrija kartonske ambalaže također ima priliku istražiti alternative konvencionalnim materijalima, poput istraživanja inovativnih biorazgradivih materijala. Integracija takvih materijala može dodatno smanjiti ekološki otisak ambalaže.

Kroz sve navedene aspekte, istraživanje ekološkog konteksta u proizvodnji kartonske ambalaže omogućuje stvaranje temeljnog razumijevanja izazova i prilika u ovoj industriji. Povećanje svijesti, suradnja između dionika te ulaganje u inovativne tehnologije ključni su koraci prema postizanju održivije i ekološki prihvatljivije proizvodnje kartonske ambalaže.

## 2.2. Koncepti održive proizvodnje

Održiva proizvodnja ključni je dio svake proizvodnje u današnjem svijetu, u kojem briga za okoliš i potreba za odgovornim upravljanjem resursima postaju sve istaknutiji zbog novih saznanja, manjka resursa i sirovina. Koncept održive proizvodnje obuhvaća širok raspon praksi, načela, zakona i principa čiji je cilj minimiziranje negativnih utjecaja proizvodnih procesa na okoliš, društvo i gospodarstvo (Muhamedbegović, 2015.). Temeljni je cilj održive proizvodnje zadovoljiti trenutne potrebe, a da se pritom ne ugrožavaju sposobnosti budućih generacija kako bi zadovoljili svoje vlastite potrebe. Ovaj koncept duboko je ukorijenjen u raznim industrijama, a jedno važno područje u kojem je napravio značajan napredak je recikliranje papira.

Održiva proizvodnja nastoji maksimalno povećati učinkovito korištenje resursa, kao što su sirovine, energija i voda. To uključuje smanjenje otpada, smanjenje potrošnje resursa i optimizaciju proizvodnih procesa (Braungart i McDonough, 2008.). Učinkovito korištenje resursa, bilo da se radi o sirovinama, energiji ili vodi, ključno je za održivu proizvodnju kartonske ambalaže. Kartonska ambalaža je široko korištena širom svijeta zbog svoje prilagodljivosti, lakoće recikliranja i relativno niske ekološke štete u usporedbi s drugim materijalima poput plastike ili stakla. Međutim, kako bismo osigurali da proizvodnja kartonske ambalaže ne opterećuje okoliš, važno je pažljivo upravljati resursima tijekom svih faza proizvodnog procesa.

Jedan od ključnih aspekata učinkovitog korištenja resursa u proizvodnji kartonske ambalaže je upravljanje sirovinama. Karton se uglavnom proizvodi od recikliranog papira ili drveta, stoga je važno osigurati da se sirovine dobivaju iz održivih izvora. To podrazumijeva praćenje i certificiranje lanaca opskrbe kako bi se osiguralo da se drvena masa dobiva iz šuma koje se održavaju i upravljaju na ekološki prihvatljiv način (Lewis, 2012.). Nadalje, važno je smanjiti gubitke materijala tijekom procesa proizvodnje kako bi se maksimalno iskoristile sirovine i smanjila potreba za novim resursima. Učinkovito korištenje energije također je ključno za održivu proizvodnju kartonske ambalaže. Proizvodnja papira i kartona zahtijeva značajne količine energije, stoga je važno primijeniti mjere energetske učinkovitosti u procesima proizvodnje (Braungart i McDonough, 2008.). To može uključivati korištenje visokoefikasnih strojeva i tehnologija, optimizaciju procesa kako bi se smanjila potrošnja energije te korištenje obnovljivih izvora energije poput solarnih panela ili vjetroturbina. Smanjenje potrošnje energije ne samo da smanjuje troškove proizvodnje, već također smanjuje emisije stakleničkih plinova i negativan utjecaj na okoliš.

Voda je još jedan važan resurs koji treba efikasno koristiti u proizvodnji kartonske ambalaže. Iako se voda koristi u manjim količinama u usporedbi s nekim drugim industrijama, poput tekstila ili kemijske industrije, važno je osigurati da se voda koristi racionalno i da se minimalizira njezina potrošnja . (Alston, 2010.) To može uključivati implementaciju sustava za recikliranje vode, primjenu tehnologija za smanjenje potrošnje vode u procesima proizvodnje te praćenje i optimizaciju potrošnje vode u cijelom postrojenju. Osim direktnih mjera u proizvodnji, važno je također promovirati svijest o potrebi za učinkovitim korištenjem resursa među zaposlenicima, dobavljačima i potrošačima. Edukacija o važnosti održivosti i potrebi za racionalnim korištenjem resursa može potaknuti promjene u ponašanju i potaknuti sve sudionike u lancu vrijednosti da doprinesu održivosti proizvodnje kartonske ambalaže.

Učinkovito korištenje resursa u proizvodnji kartonske ambalaže nije samo ekološki nužnost, već i ekonomski imperativ. Kompanije koje uspiju efikasno upravljati sirovinama, energijom i vodom ne samo da smanjuju svoj ekološki otisak (Braungart i McDonough, 2008.), već i povećavaju svoju konkurentnost na tržištu i osiguravaju dugoročnu održivost svog poslovanja. Stoga, ulaganje u tehnologije i prakse koje podržavaju učinkovito korištenje resursa trebalo bi biti prioritet svake kompanije u industriji proizvodnje kartonske ambalaže.

Proizvođači moraju preuzeti odgovornost za utjecaj svojih operacija na okoliš. To uključuje smanjenje emisija, minimiziranje onečišćenja i zaštitu ekosustava i bioraznolikosti. Održiva proizvodnja uzima u obzir dobrobit radnika, zajednica i dionika. Poštena radna praksa, etički opskrbeni lanci i angažman zajednice ključni su aspekti ovog načela. Održivost se ne bi trebala težiti na štetu ekonomske održivosti (Braungart i McDonough, 2008.). Održiva proizvodnja ima za cilj postići ravnotežu između ekoloških i ekonomskih razloga.

Današnja industrijska proizvodnja u svijetu ima značajno negativan utjecaj na okoliš. S jedne strane riječ je o velikom potrošaču sirovina i energije, a s druge o ljudskoj aktivnosti koja pridonosi gomilanju otpada, zagađenju zraka, tla vode i prirode (Back et al., 2016.). Razne grane industrije opterećuju okoliš emisijama štetnih tvari u zrak, tlo, vodu i more, negativno utječu na okoliš, biljke, životinje i ljude.

Industrija se dijeli na ekstraktivnu, odnosno onu koja crpi prirodna bogatstva, a njezini se proizvodi najčešće upotrebljavaju kao sirovine u prerađivačkoj industriji (Muhamedbegović, 2015.). Industrija je velik potrošač prirodnih neobrađenih resursa, odnosno sirovina. Potrebe su svjetske industrije za sirovinama do danas, u odnosu na 1950. godinu, porasle za 500% (Koklacova i Atstaja, 2011.) u čemu prednost imaju visoko razvijene države. Njihov udio u svjetskoj industriji iznosi 74%.

S obzirom na utjecaj na okoliš danas postoje četiri različita pristupa proizvodnje (Envirowise, 2008.):

- Tradicionalni koji uključuje odlaganje otpada ili razblaživanje te tzv „end of pa“ pristup zaštiti okoliša, koji se pojavio 1970 - ih godina, a podrazumijeva obradu i zbrinjavanje otpada nakon što je već stvoren.
- Preventivno čišća proizvodnja Uz minimaliziranje otpada, sustav upravljanja okolišem EMS (Environmental Managment System) proizvodnja se fokusira na što efikasnije iskorištavanje raspoloživih resursa
- Proizvodnja fokusirana na proizvod ekodizajn i produljenje životnog vijeka proizvoda.
- Dematerijalizacija je proizvodnja fokusirana na uslugu koja putem proizvoda potrošaču pruža sigurnost.

Velik dio sirovina potrebnih industriji spada u skupinu neobnovljivih resursa, odnosno resursa koje se eksploatacijom vremenski iscrpljuju, a ne mogu se obnoviti prirodnim procesima ili je obnova vrlo dugotrajna. Sve su takve industrije vrlo značajne za funkcioniranje današnjeg gospodarstva i društva, posebno ako se zna da je dobar dio postojećih energetske i mineralnih resursa, koji je prilično iscrpljen ili degradiran primjer, nafta (Lewis, 2012.). Korištenje neobnovljivih resursa izravno izaziva značajan negativan utjecaj na okoliš, kroz degradaciju zemljišnih površina, stvaranje velikih količina otpada, otpadnih voda.

S druge su strane obnovljivi resursi oni koji se mogu koristiti neograničeno (sunčeva energija, snaga vode, snaga vjetra, biomase) (Cagno i Micheli, 2012.). Međutim danas je njihovo korištenje još uvijek u znatno manjem obujmu u odnosu na neobnovljive izvore. To je djelomično zbog cijene eksploatacije koja je u slučaju neobnovljivih resursa često niža, a djelomično i zbog tradicionalne orijentacije gospodarstva prema neobnovljivim resursima. Kada je riječ o količini raspoloživih resursa, treba podsjetiti da je zemlja zatvoren sustav koji neće moći unedogled zadovoljavati potrebe sve većeg broja stanovništva (Vujković, 2007.). Zato je nužno provoditi mjere racionalnog gospodarenja resursima, osobito neobnovljivim, što se može ostvariti ne samo štednjom i pronalaženjem optimalne stope eksploatacije, nego i reciklažom, supstitucijom i uvozom.

Mnogi industrijski pogoni najčešće predstavljaju velike i lako prepoznatljive točkaste izvore onečišćenja te su stoga pojedine industrijske grane rano prepoznate kao izvor opterećenja okoliša, čime su bile u žarištu interesa javnosti i zakonodavstva. Primjerice, većina kemikalija iz industrijskih procesa ili kao proizvodi široke upotrebe, od deterdženata i šampona, gnojiva, konzervansa i lijekova, prije ili poslije završi u okolišu, utječući tako na biološke cikluse i zdravlje ljudi. Ne postoji proizvodni proces koji pored glavnog proizvoda ne proizvodi sporedne proizvode

ili proizvode u plinovitom, tekućem ili krutom stanju (Micjeli et al., 2018.). To su ostaci koji se mogu iskoristiti kao pomoćni mediji ili kao sirovine za neku drugu proizvodnju. Ako ne postoji tehnička i ekonomska opravdanost za takvo iskorištavanje, onda se govori o otpadu koji onečišćuje okoliš.

Kako bi se spriječio negativan utjecaj industrije na okoliš, uz plansko gospodarenje potrebno je i neprestano ulaganje u modernije i čistije tehnologije, tek kontinuirano praćenje emisija onečišćujućih štetnih tvari u okoliš time se osigurava sprječavanje većih onečišćenja ili izazivanja ekoloških nesreća.

### **2.3. Koncept održivog tiska**

Koncept održivog tiska predstavlja ključnu dimenziju u nastojanjima industrije tiska da prilagodi svoje procese visokim standardima ekološke odgovornosti. Održivost u tisku obuhvaća različite elemente, uključujući upotrebu resursa, upravljanje otpadom, emisije stakleničkih plinova, ali i tehnološke inovacije koje omogućuju efikasnije i manje štetno djelovanje na okoliš (Lewis, 2012.). Jedan od ključnih aspekata koncepta održivog tiska je smanjenje potrošnje resursa, prije svega, papira.

Papir je ravni proizvod dobiven iz vodene suspenzije biljnih vlakana na stroju s finom mrežicom koja omogućuje njihovo preplitanje i oblikovanje u vrlo tanak list. Kao izuzetno prikladna podloga za pisanje, papir ima ključnu ulogu u povijesti ljudske pismenosti. Već dvije tisuće godina, papir je jedan od najčešćih medija za prijenos informacija i komunikaciju. Njegovo prvo pojavljivanje bilježi se u Kini u prvom stoljeću. Temeljna sirovina za izradu papira je celuloza, ali radi poboljšanja kemijskih svojstava, čvrstoće i drugih karakteristika, u proizvodnji se dodaju punila i drugi aditivi. Drvo je primarna sirovina u proizvodnji papira, pri čemu čak 90% celuloze dolazi iz drvnog materijala. Proces izdvajanja vlakana iz drvene mase, koji se naziva razvlačenje, ključan je korak u proizvodnji papira.

Prosječan sastav drveta sadrži 50% celuloze, hemiceluloze 16%, lignin 30%, smole i masti 3,3% i pepeo 0,7% (Alston, 2010.). Za samu izradu papira i kartona, tj. Celuloze, koriste se smreka, bor, jela, bukva, breza, topola. Celuloza je u drvetu povezana s ligninom i drugim sastavnim dijelovima. Kemijska celuloza odnosi se na proces iskuhavanja drveta u kotlu, u kojemu se različitim kemikalijama uklanjaju smole, lignin i druge nepotrebne tvari te se dobiva izrazito jak i

elastični vlaknasti materijal. Vlakna se dobivaju kemijskom razgradnjom drveta i biljaka (slama, trstika), sastoji se od velikih količina kisika i ugljika te manje količine vodika. Kemijska razgradnja provodi se za razvlaknjivanje komadića drveta i sječke na zasebna vlakanca i izdvajanje lignina (Envirowise, 2008.). Od kemijskih postupaka koriste se kiseli (sulfitni) i lužnati (sulfatni). Kod kuhanja u kiselom mediju lignin se prevodi u topive spojeve i dolazi do otapanja hemiceluloze.

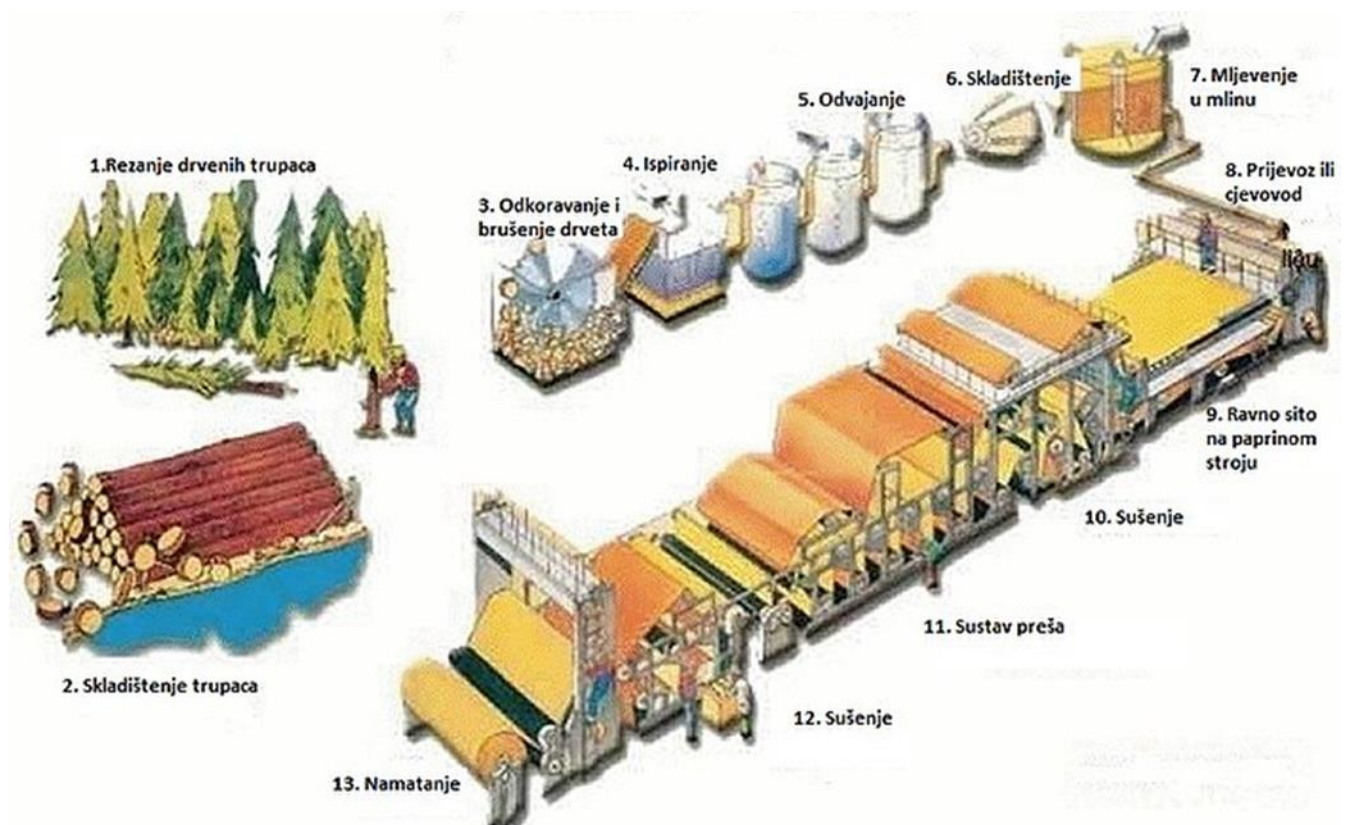
Proces proizvodnje papira započinje rezidbom drvenih trupaca, po mogućnosti iz šuma i plantaža koje rastu na održivi način. Ovisno o namjeni koriste se trupci listopadnih i zimzelenih stabala, jedna od najpopularnijih vrsta je Četinjača zbog svoje visoke gustoće. Sljedeći korak je skladištenje trupaca i njihovo djelomično sušenje nakon čega započinje proces otkoravanja odnosno brušenja drveta (Alston, 2010.). Proces se izvodi tako da se trupci smještaju u cilindrične valjke koji svojom oštrom površinom odstranjivaju koru drveta. Nakon otkoravanja na red dolazi usitnjavanje/mljevenje trupaca koji nakon tog procesa izlaze kao komadići drveta veličine od 2-10 cm. Važno je spomenuti da je usitnjavanje trupaca koji imaju visoku cijenu najskuplji način proizvodnje pa se vrlo često koriste i otpadni komadići iz pilana. Usitnjeni komadići drveta se zatim ubacuju u mlin za celulozu u kojem se nalazi mješavina kiselina koja komadiće pretvara u lignin (polimer aromatičnih alkohola) i u vlaknastu masu. Lignin se otklanja za druge namjene, dok vlaknasta masa nastavlja proces (Envirowise, 2008.).

Vlaknastu je masu potrebno isprati od kiseline u kojoj se razgradila te osušiti. Nakon što je osušena slijedi proces izbjeljivanja i uklanjanja svih preostalih nečistoća da ne bi došlo do žutih tragova na papiru. Za izbjeljivanje se koriste razne kemikalije i bojila, ali za okoliš se kao najprihvatljiviji način izbjeljivanja prikazalo korištenje kisika i peroksida (Envirowise, 2008.). Žućkasta masa je tim procesom postala bijela masa nalik pulpi, te je osnova onoga što će postati papir.

Kada je proces polovičnog sušenja gotov pulpa se pomiješa s vodom i rafinira pomoću više okretajućih i stacionarnih noževa stvarajući pri tom kvalitetniju masu

Postoji dva osnovna tipa papirnih strojeva, a to su "papirni stroj s dugim sitom" i "papirni stroj s valjkastim sitom". Prikazat ćemo postupak rada stroja s dugim sitom (Alston, 2010.). Ključni aspekt za stvaranje papirnog lista visoke kvalitete je ravnomjerna distribucija papirne smjese po cijeloj širini sita, što zahtijeva kontrolirano i homogeno istjecanje smjese iz natuka na pokretno sito. U modernim papirnim strojevima, smjesa se obično dovodi na sito putem crpke ili se koristi zatvoreni natuk u kojem se regulira protok smjese promjenjivim tlakom zraka iznad razine smjese. Nakon što se papir formira, prolazi kroz seriju valjaka i noževa koji uklanjaju višak vode iz smjese. Kada papir izađe iz procesa valjanja, tj. od strugala za vodu, pokretno sito s već djelomično formiranim papirnim trakom nastavlja se kretati preko usisnih pumpi.

Ovaj postupak služi za izravnavanje površine, uklanjanje eventualne preostale pjene te izbacivanje zračnih mjehurića. Kada se masa za proizvodnju papira izlije iz sita, ona je spremna za daljnju obradu. Nakon procesa sušenja, papir prolazi kroz sustav valjaka. Razmak između valjaka mora biti precizno podešen kako bi debljina papira bila konstantna i kvalitetna u svakom dijelu. Kada se postigne željena debljina papira, papir prolazi kroz dodatne pogone gdje se eventualno dodaju aditivi, bojila i zaštitna sredstva prije konačnog sušenja. Nakon završnog sušenja, papir postaje gotov proizvod te se premata za daljnju obradu. Ovisno o namjeni, papir se reže, oblikuje ili se dostavlja na daljnju obradu. Slika 3. prikazuje proces proizvodnje papira i pripremu za tisak.



Slika 3. Proces proizvodnje papira i pripreme za tisak

Izvor: obrada autora prema Hrvatska enciklopedija (2023). Papir, dostupno na <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=46541> (09.12.2023.)

Digitalizacija tiskanih materijala, primjena tehnologija koje omogućuju efikasno upravljanje količinama tinte i papira te promicanje recikliranja papira sve su mjere koje mogu pridonijeti smanjenju ekološkog utjecaja. Tiskanje na recikliranom papiru i upotreba papira s FSC certifikatom (Forest Stewardship Council), dodatno podupiru održivost u lancu opskrbe papira (Lewis, 2012.).

Smanjenje emisija stakleničkih plinova povezanih s tiskom predstavlja još jedan ključni cilj u održivom tisku. Korištenje energetski učinkovitih tiskarskih strojeva, implementacija obnovljivih izvora energije, kao i optimizacija transporta tiskarskih proizvoda su strategije koje mogu značajno doprinijeti smanjenju ugljičnog otiska tiskarske industrije. Recikliranje tiskanih materijala, posebno tinte i tonera, također ima značajan utjecaj na održivost tiska. Smanjenje količine otpada i pravilno zbrinjavanje tiskarskih resursa nakon upotrebe doprinosi cirkularnoj ekonomiji i minimizira negativan utjecaj na okoliš. Razvoj biorazgradivih tinti i materijala također predstavlja inovativan pristup koji će smanjiti ekološki otisak tiskarskih proizvoda

Digitalni tisak igra ključnu ulogu u konceptu održivog tiska. Digitalne tehnologije omogućuju personalizaciju i prilagodbu tiskanih materijala, čime se smanjuje potreba za masovnom proizvodnjom i potrošnjom resursa. Osim toga, digitalni tisak omogućuje brže promjene u proizvodnji, smanjujući gubitke materijala i energije. Kroz sve ove strategije, koncept održivog tiska stremi prema harmonizaciji proizvodnje tiskanih materijala s principima očuvanja okoliša i društvene odgovornosti. Edukacija dionika u tiskarskoj industriji, poticanje na inovacije, kao i promicanje svijesti o važnosti održivog tiska igraju ključnu ulogu u ostvarivanju pozitivnih promjena u ovoj industriji. Održivost u tisku ne samo da pridonosi očuvanju okoliša, nego i osigurava dugoročnu konkurentnost i odgovornost u poslovanju tiskarske industrije.

#### **2.4. Analiza utjecaja proizvodnje i tiskanja na okoliš**

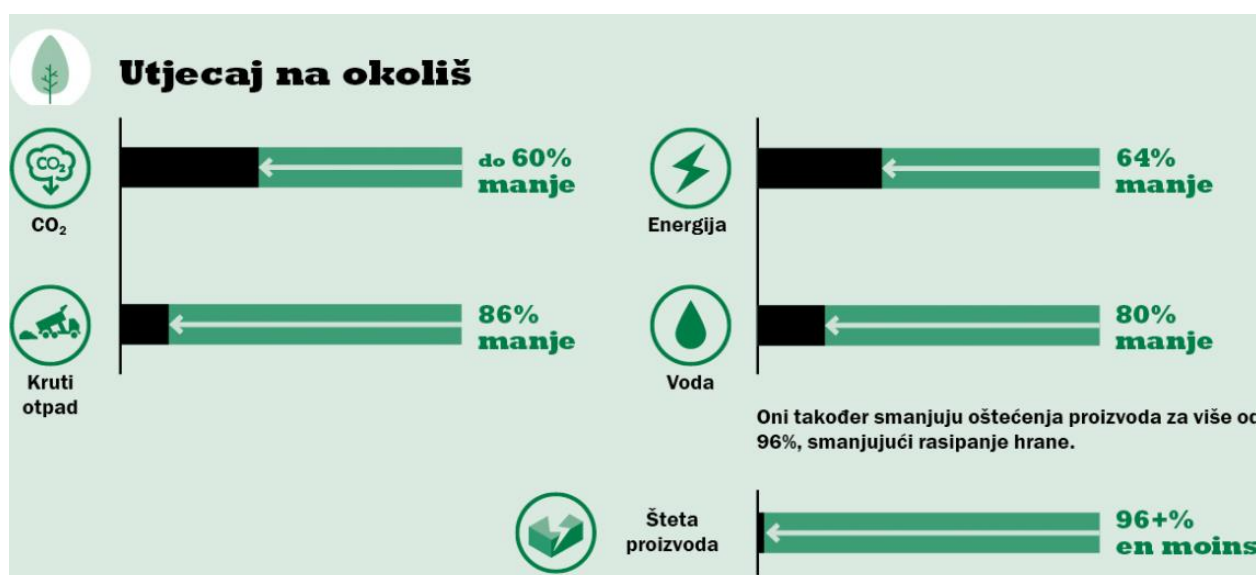
Proizvodnja i tiskanje kartonske ambalaže, iako ključno za moderno društvo, imaju značajan utjecaj na okoliš, oblikujući ekološki otisak industrije ambalaže. U ovom kontekstu razmatra se širok spektar utjecaja ovih procesa, analizirajući kako proizvodnja i tiskanje kartonske ambalaže oblikuju okoliš i kako se mogu implementirati održive prakse kako bi se smanjili negativni učinci. Jedan od glavnih utjecaja proizvodnje kartonske ambalaže odnosi se na korištenje šumskih resursa. Drvene sirovine često su osnova za proizvodnju kartonske ambalaže, stvarajući potrebu za održivim šumskim praksama (Ehrenfeld, 2005.). Ovo uključuje odgovornu sječu drva,



reforestaciju i certificiranje šuma kako bi se osiguralo očuvanje šumskih ekosustava. Neodgovarajuće prakse mogu dovesti do degradacije šuma, gubitka biodiverziteta i ugrožavanja lokalnih zajednica koje ovise o šumskim resursima.

Smanjenje emisija stakleničkih plinova također je bitan aspekt utjecaja proizvodnje i tiskanja kartonske ambalaže na okoliš. Proizvodnja kartona i tinte za tiskanje zahtijeva energiju, a mnogi od tih procesa još uvijek se oslanjaju na fosilna goriva (Figge i Hahn, 2004.). Primjena obnovljivih izvora energije i poboljšanje energetske učinkovitosti tiskarskih procesa mogu značajno smanjiti ugljični otisak industrije kartonske ambalaže.

Slika 4. prikazuje mogućnosti umanjena negativnih učinaka na okoliš proizvodnjom održive ambalaže.



Slika 4. Umanjenje negativnih učinaka na okoliš proizvodnjom održive ambalaže

Izvor: IFCO (2023). Smanjenje otpada, emisija i potrošnje vode, dostupno na <https://www.ifco.com/hr/pogodnosti/utjecaj-na-okolis/>, pristupljeno 09.12.2023.

Upotreba kemikalija u tiskarskim bojama i premazima može imati ozbiljan ekološki utjecaj. Ove kemikalije mogu zagađivati zrak, vodu i tlo tijekom proizvodnje, a ostaci boja i tinte mogu predstavljati rizik nakon upotrebe. Razvoj ekološki prihvatljivih tinta i premaza te implementacija kontroliranih procesa zbrinjavanja otpada mogu značajno ublažiti ovaj aspekt utjecaja. Pitanje otpada u proizvodnji kartonske ambalaže također je važno (Figge i Hahn, 2004.). Odbačeni ili neprikladni materijali često završavaju na odlagalištima, što pridonosi problemu globalnog otpada. Održive prakse, poput povećanja recikliranja i smanjenja otpada, postaju ključne za smanjenje ukupnog ekološkog otiska.

U isto vrijeme, proizvodnja kartonske ambalaže može imati pozitivan utjecaj kroz poticanje recikliranja i ponovne upotrebe. Kartonska je ambalaža često reciklabilna (Lewis, 2012.), a promicanje svijesti potrošača o važnosti recikliranja može značajno povećati stopu recikliranja i doprinijeti cirkularnoj ekonomiji.

Održivost u proizvodnji i tiskanju kartonske ambalaže zahtijeva holistički pristup koji obuhvaća održivo upravljanje šumama, smanjenje emisija stakleničkih plinova, upotrebu ekološki prihvatljivih materijala i tehnologija te povećanje recikliranja. Samo integracija ovakvih praksi može dovesti do značajnog smanjenja negativnog utjecaja industrije kartonske ambalaže na okoliš, čime se stvara put prema održivoj budućnosti u ovoj ključnoj industriji.

## **2.5. Pregled postojećih tehnologija proizvodnje i tiskanja održivih proizvoda**

Pregled postojećih tehnologija proizvodnje i tiskanja održivih proizvoda predstavlja ključan korak prema ostvarivanju održivosti u industriji ambalaže. U svjetlu sve veće svijesti o potrebi za ekološki prihvatljivim praksama, tehnološki napredak igra ključnu ulogu u transformaciji tradicionalnih proizvodnih procesa prema održivijim alternativama. Jedna od ključnih inovacija u proizvodnji održivih proizvoda odnosi se na korištenje materijala s nižim ekološkim utjecajem (Alston, 2010.). Umjesto tradicionalnih sirovina koje mogu biti opterećenje za okoliš, postojeće tehnologije omogućuju korištenje recikliranih materijala ili materijala biljnog podrijetla. Primjerice, u proizvodnji kartonske ambalaže, mogu se koristiti reciklirane vlaknaste sirovine, čime se smanjuje potreba za sječom drva i smanjuje ukupni ekološki otisak.

Tehnologije koje omogućuju smanjenje potrošnje energije predstavljaju još jedan ključan aspekt održivih praksi u proizvodnji i tiskanju. Primjena energetski učinkovitih strojeva, korištenje obnovljivih izvora energije te optimizacija procesa proizvodnje doprinose smanjenju ukupnih emisija stakleničkih plinova (Lewis, 2012.).

Slika 5. Prikazuje primjer energetski učinkovitog stroja za tisak papira i kartonske ambalaže.



Slika 5. Primjer energetski učinkovitog stroja za tisak papira i kartonske ambalaže  
Izvor: Print Grupa (2023). STROJ ZA TISAK NA MATERIJALE IZ ROLE, dostupno na <https://www.printgrupa.com/hr/novi-strojevi> (09.12.2023.)

Automatizacija proizvodnih procesa također pridonosi održivosti. Pametni sustavi upravljanja proizvodnjom i upotreba senzora za praćenje i kontrolu kvalitete omogućuju preciznije i učinkovitije proizvodne procese, smanjujući gubitke i povećavajući učinkovitost. Istraživanja se usredotočuju na razvoj inovativnih materijala koji će imati manji utjecaj na okoliš (Vergase i Lewis, 2007.). To uključuje biorazgradive tinte i premaze, kao i nove materijale koji se mogu reciklirati više puta bez gubitka kvalitete.

Važan faktor u održivosti je i implementacija principa cirkularne ekonomije. To uključuje dizajn proizvoda s mogućnošću lakoće rastavljanja i recikliranja te poticanje povratka materijala u proizvodni ciklus. Pregled postojećih tehnologija proizvodnje i tiskanja održivih proizvoda ukazuje na znatan napredak u razvoju ekološki prihvatljivih praksi u industriji ambalaže. Ove tehnologije ne samo da doprinose smanjenju negativnog utjecaja na okoliš, nego i potiču inovacije, stvarajući put prema održivoj budućnosti u proizvodnji i tiskanju proizvoda.



### **3. TEHNIKE U PROIZVODNJI KARTONSKE AMBALAŽE**

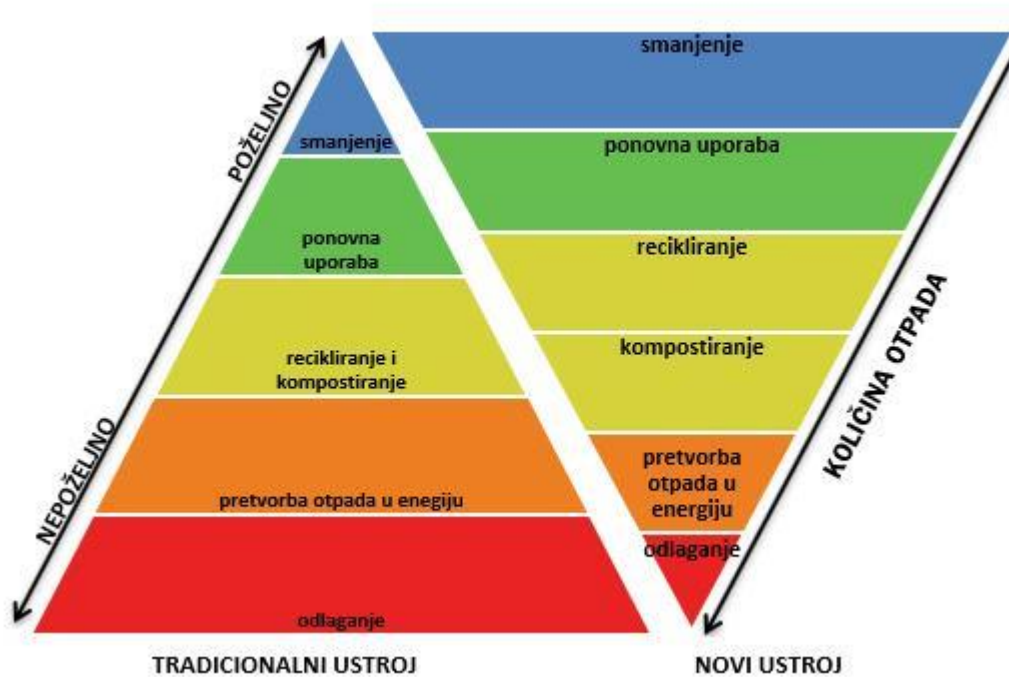
U trećem se poglavlju istražuju različite tehnike u proizvodnji kartonske ambalaže, pružajući dubinski uvid u inovativne pristupe, održive prakse te tehnologije koje oblikuju ovu važnu industriju. Tehnike u proizvodnji kartonske ambalaže predstavljaju temeljni element razumijevanja kako industrija odgovara na izazove održivosti, uključujući recikliranje, energetska učinkovitost, upravljanje otpadom i primjenu inovativnih materijala.

#### **3.1. Recikliranje i upotreba recikliranog materijala - inovativne tehnologije**

Recikliranje i upotreba recikliranog materijala predstavljaju ključnu komponentu održive proizvodnje kartonske ambalaže. Ova tehnika ne samo da smanjuje pritisak na prirodne resurse, nego i minimalizira ekološki otisak industrije ambalaže. U ovom kontekstu, inovativne tehnologije igraju presudnu ulogu u unapređenju recikliranja i stvaranju ambalaže koja zadovoljava visoke standarde održivosti. Jedan od ključnih izazova u recikliranju kartonske ambalaže efikasno je razdvajanje i obrada različitih materijala (Bačun, 2009). Tradicionalno, kartonska ambalaža s metalnim i plastičnim elementima zahtijevala je složene procese recikliranja. Međutim, inovacije poput automatskog razdvajanja materijala, koristeći napredne senzore i optičke sustave, olakšavaju ovaj proces, povećavajući stopu recikliranja i smanjujući otpad.

Tehnologije označavanja i praćenja također pridonose poboljšanju recikliranja. Pametne etikete i QR kodovi omogućuju praćenje životnog ciklusa proizvoda, od proizvodnje do recikliranja (Muhamedbegović, 2015.). Ovo omogućuje bolje upravljanje otpadom, identifikaciju materijala i poticanje potrošača na pravilno zbrinjavanje ambalaže. Postoji kontinuirani razvoj tehnologija za poboljšanje kvalitete recikliranog materijala. Inovacije u procesima razdvajanja, čišćenja i obrade omogućuju da reciklirani materijali postanu visokokvalitetni i prikladni za proizvodnju nove kartonske ambalaže. Ovo je ključno za poticanje cirkularne ekonomije i smanjenje potrebe za novim sirovinama.

Napredne tehnologije također omogućuju praćenje i smanjenje gubitaka tijekom procesa recikliranja. Inovacije u automatizaciji, upravljanju otpadom i praćenju kvalitete materijala doprinose efikasnijem i održivijem recikliranju kartonske ambalaže.



Slika 6. Tradicionalan i novi koncept uporabe recikliranih materijala

Izvor: Bikarac (2023). Općenito o gospodarenju otpadom, dostupno na <http://www.bikarac.hr/?stranice=opcenito-o-gospodarenju-otpadom-asdasd&id=8> (09.12. 2023)

Digitalizacija procesa recikliranja pruža još jedan sloj inovacija. Pametni sustavi praćenja otpada, digitalne platforme za upravljanje recikliranjem i implementacija umjetne inteligencije u optimizaciji recikliranja sve su više prisutni u industriji. Ove tehnologije omogućuju preciznije praćenje, bolje upravljanje resursima i brže identificiranje potencijalnih izazova u procesima recikliranja. Inovativne tehnologije igraju ključnu ulogu u unapređenju recikliranja i upotrebe recikliranog materijala u proizvodnji kartonske ambalaže. Ovi napredni pristupi ne samo da smanjuju ekološki otisak industrije, nego i potiču prelazak prema održivijem modelu proizvodnje. Kroz integraciju ovih tehnologija, industrija kartonske ambalaže može igrati ključnu ulogu u stvaranju održive budućnosti.

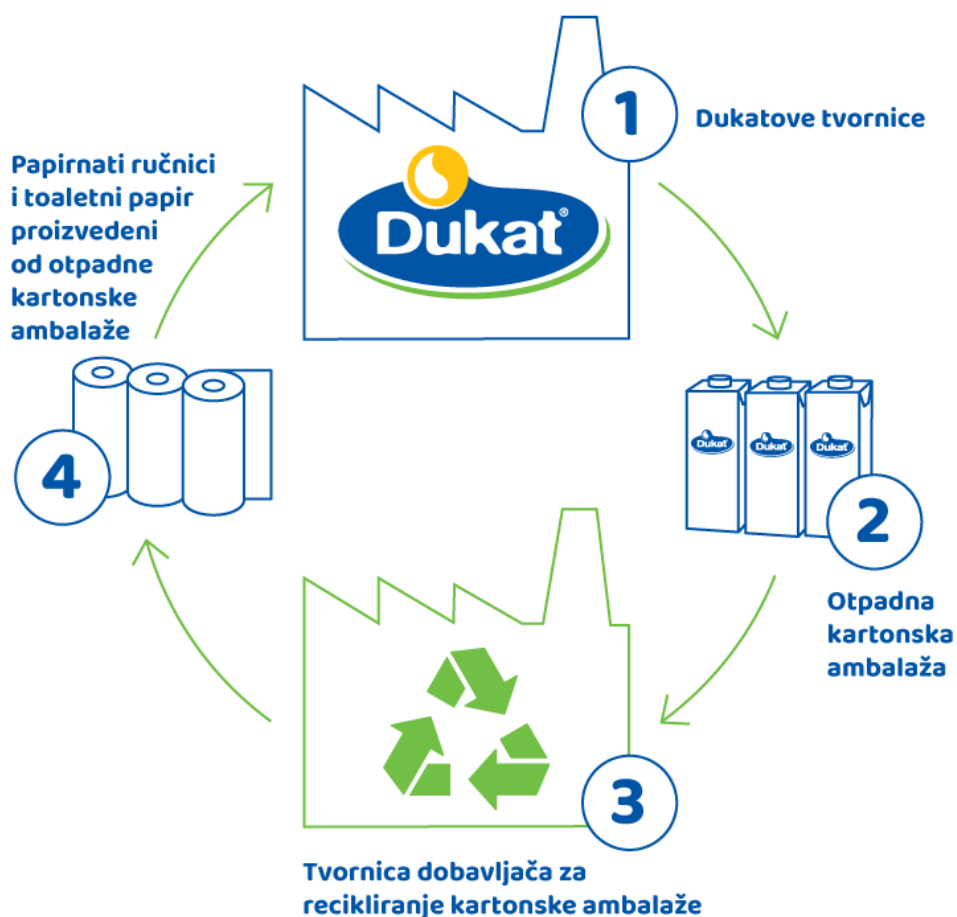
## 3.2. Primjena energetske učinkovitih procesa

Primjena energetske učinkovitih procesa u proizvodnji kartonske ambalaže predstavlja ključni element prelaska prema održivijem i ekološki prihvatljivijem načinu proizvodnje. Kroz implementaciju naprednih tehnologija i praksi, industrija kartonske ambalaže može značajno smanjiti svoj ekološki otisak i pridonijeti globalnim naporima zaštite okoliša.

Jedan od ključnih aspekata energetske učinkovitosti u proizvodnji kartonske ambalaže odnosi se na optimizaciju potrošnje energije tijekom različitih faza proizvodnog procesa. Proizvodnja kartonske ambalaže uključuje niz koraka, od prerade sirovina do samog tiskanja i oblikovanja ambalaže. Primjena energetske učinkovitih strojeva i sustava, poput naprednih sustava upravljanja energijom, senzora za praćenje potrošnje i automatiziranih procesa doprinosi smanjenju potrošnje energije (Braungart i McDonough, 2008.). Integracija obnovljivih izvora energije igra ključnu ulogu u postizanju energetske održivosti u proizvodnji kartonske ambalaže. Korištenje solarnih panela, vjetroturbina ili drugih obnovljivih izvora energije za napajanje proizvodnih postrojenja smanjuje ovisnost o fosilnim gorivima, što rezultira manjim emisijama stakleničkih plinova i ukupnim negativnim utjecajem na okoliš.

Optimizacija transporta sirovina i gotovih proizvoda također je važan aspekt energetske učinkovitosti u proizvodnji kartonske ambalaže (Podtik, 1997.). Smanjenje udaljenosti između proizvodnih pogona i izvora sirovina te pametno planiranje distribucijskih mreža doprinose smanjenju potrošnje energije u logističkim procesima. Uvođenje inovativnih tehnologija poput pametnih senzora, umjetne inteligencije i analize podataka, može dodatno poboljšati energetske učinkovitost u proizvodnji kartonske ambalaže. Ovi sustavi mogu automatski prilagoditi potrošnju energije prema stvarnim potrebama proizvodnje, optimizirati radne procese te identificirati i eliminirati energetske gubitke.

Pristupi poput proizvodnje "zatvorenog kruga" (closed-loop manufacturing), mogu pridonijeti energetske učinkovitosti (Beck et al., 2016.). Ovaj koncept podrazumijeva kontinuiranu upotrebu i recikliranje materijala unutar proizvodnog procesa, minimizirajući otpad i smanjujući potrebu za novim resursima. Primjena energetske učinkovitih procesa u proizvodnji kartonske ambalaže predstavlja ključnu strategiju za smanjenje ekološkog otiska ove industrije. Ova transformacija ne samo da smanjuje negativan utjecaj na okoliš, nego i osigurava dugoročnu održivost i konkurentnost industrije kartonske ambalaže u svjetlu rastuće svijesti o važnosti ekološke odgovornosti. Slika 7. Prikazuje primjer procesa eksploatacije i zbrinjavanja kartonske ambalaže



Slika 7. Primjer Dukatovog procesa eksploatacije i zbrinjavanja kartonske ambalaže  
 Izvor: Odgovorno.hr (2023). Serijal „Pogledaj ambalažu“: Dukatovo zalaganje za pojednostavljenje, minimiziranje, oporabu, kružno gospodarenje ambalažom, dostupno na <https://odgovorno.hr/serijal-pogledaj-ambalazu-dukatovo-zalaganje-za-pojednostavljenje-minimiziranje-oporabu-kruzno-gospodarenje-ambalazom/> (09.12.2023.)

### 3.3. Smanjenje otpada tijekom tiska

Smanjenje otpada tijekom tiska kartonske ambalaže ključan je aspekt održive proizvodnje koji pridonosi smanjenju negativnog utjecaja industrije na okoliš. Ova praksa ne samo da doprinosi očuvanju prirodnih resursa, nego i smanjuje troškove i povećava učinkovitost proizvodnje. Jedan od ključnih koraka u smanjenju otpada pažljivo je planiranje dizajna ambalaže kako bi se minimizirale nepotrebne komponente i smanjila potreba za prilagodbama tijekom proizvodnje (Lewis, 2012.).



Planiranje dizajna ambalaže s ciljem minimiziranja troškova otpada ključno je za održivost i ekonomičnost proizvodnje. Dizajn ambalaže trebao bi biti optimiziran kako bi se minimizirala količina korištenih materijala, čime se smanjuje količina otpada (Cagno i Micheli, 2012.). To može uključivati upotrebu tanjih slojeva kartona, smanjenje nepotrebnih dodataka poput prekomjerne tinte ili složenih oblika te pažljivo planiranje dimenzija ambalaže kako bi se maksimizirao prostor. Korištenje recikliranih materijala za proizvodnju ambalaže smanjuje potrebu za novim sirovinama i smanjuje troškove otpada. Reciklirani karton može biti podjednako kvalitetan kao i novi karton, ali ima manji ekološki otisak.

Ambalaža s modularnim dizajnom omogućuje lakše rastavljanje i sortiranje materijala za recikliranje nakon upotrebe. To olakšava proces recikliranja i smanjuje troškove rastavljanja ambalaže na reciklažnom centru (Beck et al., 2016.). Razmatranje mogućnosti dizajniranja ambalaže koja se može ponovno koristiti može smanjiti količinu otpada. Na primjer, kutije ili kontejneri koji se mogu presavijati ili koji imaju višekratnu funkciju mogu produžiti životni vijek ambalaže i smanjiti potrebu za novom ambalažom.

Standardizacija veličina ambalaže može pomoći u optimizaciji procesa pakiranja, smanjenju otpada i olakšavanju rukovanja i transporta (Cagno i Micheli, 2012.). Korištenje standardnih veličina kutija ili pakiranja može smanjiti potrebu za prilagođavanjem ambalaže za svaki proizvod. Dizajn ambalaže trebao bi biti praktičan za rukovanje i lako se moći otvarati i zatvarati. To smanjuje rizik od oštećenja proizvoda tijekom rukovanja i transporta te minimizira potrebu za zamjenom oštećene ambalaže (Cagno i Micheli, 2012.). Edukacija potrošača o važnosti pravilnog odlaganja i recikliranja ambalaže može doprinijeti smanjenju otpada. Jasnija komunikacija na ambalaži o tome kako pravilno zbrinuti ambalažu nakon upotrebe

Korištenje softvera za optimizaciju dizajna može pomoći u identifikaciji efikasnih i održivih struktura ambalaže. Digitalni tisak omogućuje visoku prilagodljivost proizvodnje, što znači manje otpada tijekom pripreme tiska i podešavanja (Beck et al., 2016.). Ova tehnologija također podržava personalizirane i male serije tiska, čime se smanjuje potreba za masovnom proizvodnjom i skladištenjem velikih količina materijala. Unutar samog postrojenja za tisak, recikliranje otpada može biti ključna strategija (Cagno i Micheli, 2012.). Recikliranje nekorištenih materijala, otpadnih isječaka ili defektnih proizvoda može značajno smanjiti ukupan otpad.

Odabir materijala koji su lakše podložni recikliranju i imaju manji ekološki otisak također igra ključnu ulogu u smanjenju otpada. Korištenje kartona koji se lako reciklira ili ima visok postotak recikliranih vlakana može pridonijeti održivijem procesu proizvodnje. Korištenje naprednih tehnologija tiska, poput preciznih kontrola boje, smanjuje potrebu za višestrukim ispravcima i ponovnim tiskanjem, čime se smanjuje otpad (Koklacova i Atstaja, 2011.). Automatizacija i digitalizacija ovih procesa dodatno doprinose učinkovitosti.

Uvođenje sustava praćenja i analize otpada omogućuje proizvođačima da identificiraju specifična područja gdje dolazi do najvećeg gubitka materijala. Na temelju tih podataka, moguće je implementirati ciljane strategije smanjenja otpada. Edukacija zaposlenika o važnosti smanjenja otpada i implementaciji održivih praksi ključna je za uspješno provođenje strategija smanjenja otpada. Osnaživanje radne snage sa znanjem o održivosti potiče suradnju i sudjelovanje u postizanju ciljeva.

Promicanje principa cirkularne ekonomije u proizvodnji kartonske ambalaže potiče ponovnu upotrebu materijala, recikliranje i minimiziranje otpada. Ova filozofija postavlja naglasak na dugoročnom održivom korištenju resursa. Smanjenje otpada tijekom tiska kartonske ambalaže nije samo ekološki odgovorno, nego i ekonomski isplativo. Integracija ovih strategija u proizvodne procese predstavlja ključnu inicijativu koja podržava održivu budućnost industrije kartonske ambalaže.

## **4. ODRŽIVE TEHNIKE PROIZVODNJE I TISKA KARTONSKE AMBALAŽE U PODUZEĆU HARTMANN d.o.o.**

Četvrto poglavlje pruža detaljan uvid u održive prakse implementirane u operacije navedenog poduzeća, analizirajući na koji način Hartmann d.o.o. odgovara na izazove održivosti u proizvodnji kartonske ambalaže. Kroz ovo poglavlje, razmatraju se poslovni profil, proizvodni procesi, politike održivosti, društvena odgovornost te analiza tržišnih uspjeha i konkurentske prednosti poduzeća Hartmann d.o.o. S ciljem dubokog razumijevanja primjene održivih tehnika, istraživanje omogućuje promatranje stvarnih rezultata i izazova koje poduzeće susreće u specifičnom poslovnom okruženju.

### **4.1. Hartmann d.o.o. – poslovni profil poduzeća**

Hartmann d.o.o., hrvatska podružnica kompanije Brodrene Hartmann A/S, usko surađuje s matičnim društvom od 1999. godine. Brodrene Hartmann zauzima poziciju najvećeg svjetskog proizvođača ekološke ambalaže napravljene od oblikovanih papirnih vlakana, istovremeno predstavljajući vodećeg proizvođača opreme za ovu specifičnu vrstu proizvodnje. Sa svojim sjedištem u Koprivnici, Dravska 13, Hartmann d.o.o. je ključni akter na području proizvodnje ekološki prihvatljive ambalaže u Hrvatskoj (Poslovna Hrvatska, 2023.).

Povijest tvrtke seže unatrag do 1917. godine, a specifičnost proizvodnje ambalaže od papirnih vlakana započinje 1936. godine. Kroz godine kontinuiranog rasta i razvoja, Hartmann d.o.o. danas zapošljava 280 zaposlenika (Ambalaža.hr, 12023.), čime ostvaruje značajan doprinos lokalnom gospodarstvu.

Vizija Grupe, čiji je sastavni dio i Hartmann d.o.o., odražava želju za postizanjem snažnog rasta usklađenog s načelima održivog razvoja. Istovremeno, naglasak se stavlja na eliminiranje svih mogućih štetnih utjecaja na okoliš, osiguravanje sigurnosti hrane i brigu za zdravlje te sigurnost zaposlenika i njihovih obitelji. Ovaj holistički pristup odražava posvećenost tvrtke prema cjelovitoj društveno-odgovornoj praksi. Slika 8. prikazuje dio proizvodnog pogona kartonske ambalaže u poduzeću Hartmann d.o.o.



Slika 8. Proizvodnja kartonske ambalaže u poduzeću Hartmann d.o.o.

Izvor: Kos, K. (2018). Hartmannu povećavaju proizvodnju za čak 80 milijuna podložaka za jaja, a otvaraju se i nova radna mjesta, dostupno na <https://epodravina.hr/odlicne-vijesti-u-Hartmannu-povecavaju-proizvodnju-za-cak-80-milijuna-podlozaka-za-jaja-a-otvaraju-se-i-nova-radna-mjesta/> (09.12.2023.)

Misija Grupe, koju zajednički dijeli i Hartmann d.o.o., fokusira se na zaštitu vrijednosti kao što su poštenje, predanost, ambicioznost i timska orijentacija u radu. Kroz svoje aktivnosti, tvrtka nastoji implementirati ove vrijednosti u svaki aspekt svog poslovanja, stvarajući time dugoročnu održivost i ostvarujući pozitivan društveni utjecaj.

## 4.2. Proizvodni procesi kartonske ambalaže i tisk

U proizvodnji kartonske ambalaže i tisku, poduzeće Hartmann d.o.o. postavlja visoke standarde kvalitete i inovacije. Ovo poglavlje pruža uvid u ključne proizvodne procese koji čine temelj ove tvrtke, istražujući kako se sirovine transformiraju u kvalitetne kartonske ambalaže, tehnologije tiska koje se koriste i kako se inovativna rješenja integriraju u proizvodne tokove.

Kooperantne tvrtke odgovorne su za prikupljanje starog papira, a kada je riječ o otkupu, Hartmann d.o.o. ističe se kao ključni akter na tržištu. Prikupljanje i preprodaja korištenog papira predstavljaju temeljnu djelatnost ove tvrtke, koja obuhvaća širok spektar materijala, poput papirnih i kartonskih otpadaka, iskorištene papirne ambalaže, ljepenki, kartona različitog sastava te otpadaka iz procesa prerade, bilo da su neuvezani ili uvezani. Osim toga, tvrtka se bavi obradom nepotrebnog tiskanog materijala i papirnih otpadaka iz kućnog smeća.

Proces obrade starog papira ili kartona rezultira proizvodnjom novog materijala poznatog kao reciklirani papir ili karton. Ovaj materijal proizvodi se u potpunosti od sekundarnih sirovina ili iz mješavine recikliranih i primarnih vlakana. Cijene papira prate se na tjednoj bazi na burzi otpadnog papira, poznatoj kao FOEX Pix indeks, pri čemu varijacije ovih cijena ovise o vrsti otpadnog papira. Uzimajući u obzir tržišnu dinamiku, Hartmann d.o.o. uvijek teži kupnji papira od najpovoljnijih dobavljača, uz uvjet da papir zadovoljava visoke standarde kvalitete. Trenutno, tvrtka ostvaruje suradnju s više od 20 potencijalnih dobavljača otpadnog papira iz različitih zemalja, uključujući Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Srbiju, Crnu Goru, Mađarsku, Italiju, Njemačku, Češku te Slovačku.

Prikupljanje papira odvija se na više načina, a najčešći su

- Sakupljanje iz stambenih i poslovnih prostora: Tvrtke često uspostavljaju suradnju s upraviteljima otpadom kako bi prikupile reciklabilni materijal, uključujući papir iz stambenih i poslovnih prostora. Postavljaju posebne spremnike ili kontejnere za recikliranje u kućanstvima i tvrtkama. Prikupljeni materijal potom se transportira do postrojenja za daljnju obradu.
- Centri za prikupljanje reciklabilnog otpada: Mnogi gradovi i općine imaju centre za prikupljanje reciklabilnog otpada, uključujući papir. Pojedinci mogu izravno donijeti svoj reciklabilni materijal na ove centre.
- Poslovna partnerstva: Reciklažne tvrtke često uspostavljaju partnerstva s tvrtkama, uredima i institucijama kako bi prikupile njihov papirni otpad. Ovi dogovori uključuju redovita preuzimanja ili zakazane dane za prikupljanje, omogućujući reciklažnim tvrtkama prikupljanje većih količina papira za recikliranje.
- Suradivanje s proizvođačima: Tvrtke mogu surađivati s proizvođačima kako bi izravno dobile papirni otpad iz njihovih postrojenja. Tiskare i postrojenja za proizvodnju papira generiraju značajne količine papirnog otpada tijekom proizvodnih procesa, a reciklažne tvrtke preuzimaju taj otpad radi daljnje obrade.

Papir je, iako široko korišten, važno shvatiti kao sirovinu, a ne kao otpad. Održiva praksa recikliranja papira, tj. pretvaranje odbačenog papira u novi proizvod, donosi značajne ekološke i ekonomske prednosti. Ova svijest o važnosti recikliranja papira postavlja temelje za odgovorno gospodarenje resursima.

Analiza papira, ključne sirovine za proizvodnju kartonskih kutija za jaja u Hartmannu, predstavlja presudan korak u postizanju visokokvalitetnog proizvoda. Kvaliteta papira izravno utječe na sve faze proizvodnog procesa pa je imperativ osigurati adekvatan i nekontaminiran materijal kako bi se izbjegle komplikacije tijekom daljnjih procesa. Neispravan papir može rezultirati nekvalitetnom pulpom, lošom strukturom polugotovog proizvoda te značajnom količinom neupotrebljivog materijala, što izaziva potrebu za ponavljanjem cijelog proizvodnog ciklusa.

Stoga, proces analize papira u Hartmannu uključuje sljedeće korake kako bi se osigurala njegova kvaliteta (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- Prikupljanje uzoraka: Prikupljanje reprezentativnih uzoraka papira ključna je za analizu cjelokupne kvalitete otkupljenog materijala. Uzorci se moraju uzeti iz različitih serija i izvora kako bi se osigurala reprezentativnost.
- Vizualni pregled: Nakon prikupljanja uzoraka, provodi se detaljan vizualni pregled. Cilj je identificirati kontaminante poput plastike, metala i drugih ne-papirnih materijala koji bi mogli narušiti kvalitetu pulpe ili konačnih proizvoda.
- Sortiranje i odvajanje: Prikupljeni papir često dolazi u raznim vrstama i svojstvima. Ovaj korak uključuje pažljivo sortiranje i odvajanje materijala kako bi se razumjela tekstura i vrsta papira, omogućavajući bolje razumijevanje sastava i mogućih varijacija.
- Analiza vlakana: Analiza strukture vlakana u uzorcima papira ključna je u procesu analize. Ova analiza pruža informacije o vrsti vlakana (npr., drvena pulpa, reciklirana vlakna) te njihovim karakteristikama (npr., duljina, čvrstoća). Metode analize vlakana uključuju mikroskopiju, koja omogućuje detaljno vizualno ispitivanje vlakana, identifikaciju vrste, veličine, oblika, rasporeda i stanja vlakana.

Navedeni koraci zajedno čine abecedu analize papira, čime se osigurava kvaliteta sirovine prije ulaska u složene proizvodne procese kartonskih kutija za jaja. Ova sustavna analiza doprinosi visokoj učinkovitosti proizvodnje i smanjuje mogućnost nastanka neispravnih proizvoda.

Vlakna predstavljaju ključan faktor u postizanju visokokvalitetnog proizvoda, s posebnim naglaskom na dužinu tih vlakana. Duža su vlakna papira od suštinske važnosti jer omogućavaju formiranje snažnih veza bez potrebe za dodatnim ljepilima i drugim aditivima. Važno je napomenuti da se vlakna skraćuju u svakom proizvodnom ciklusu, prolaskom kroz pulper te postaju neupotrebljiva nakon pet do šest ciklusa. Duža vlakna pridonose kvalitetnijim vezama i većoj čvrstoći proizvoda, no previše dugih vlakana može stvoriti izazove u procesu sušenja polugotovog proizvoda. Dulja papirna vlakna imaju veću sposobnost zadržavanja vlage, što rezultira produženim vremenom sušenja i povećanom potrošnjom energije.

Određivanje sadržaja pepela u sirovini igra ključnu ulogu u postizanju optimalnih karakteristika proizvoda. Kontrola sadržaja pepela predstavlja visok prioritet u grupaciji Hartmann, a sve tvornice su obavezne održavati što bolju kontrolu i stabilizaciju pepela. Sadržaj pepela u sirovini izuzetno je bitan parametar za postotak suhe tvari na stroju za oblikovanje proizvoda. Čak i povećanje postotka suhe tvari za 1% može rezultirati uštedom energije od 3-4%, što predstavlja značajne ekonomske uštede.

Optimalan sadržaj pepela, u odnosu na postotak suhe tvari, kreće se između 9-12%, ovisno o vrsti i veličini stroja za oblikovanje proizvoda. Niži postotak pepela značajno smanjuje sadržaj suhe tvari, dok visok postotak pepela može negativno utjecati na čvrstoću proizvoda. Stoga, prilikom optimizacije sustava oblikovanja proizvoda na stroju, važno je uzeti u obzir obje ove činjenice. Hartmannove specifikacije propisuju sadržaj pepela u rasponu od 9–12%, a sam sadržaj pepela određuje se izgaranjem poznate težine papira pri određenim temperaturama (575°C za CaCO<sub>3</sub> ili 900°C za C<sub>2</sub>O) (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.). Ova analiza igra ključnu ulogu u održavanju stabilnosti i kvalitete proizvodnog procesa.

Obrada papira radi dobivanja proizvodne sirovine, odnosno procesa razvlaknjivanja ili defibracije, predstavlja ključni korak u recikliranju papira ili drugih vlaknastih sirovina. Tvrtka poput Hartmann koristi ovaj proces kako bi transformirala sakupljeni i sortirani papir u pulpnu smjesu, koja služi kao osnova za stvaranje novih proizvoda od papira. Postoje različite metode razvlaknjivanja, pri čemu se ističu mehaničko razvlaknjivanje, kemijsko razvlaknjivanje i eksplozija pare.

Kod mehaničkog razvlaknjivanja, glavni je cilj fizički razgraditi papir u pulpnu masu, zadržavajući što više izvorne čvrstoće papira. Postupak uključuje mehaničke sile, a sortirani papir miješa se s vodom kako bi se stvorila gusta konzistencija. Smjesa se potom izlaže brušenju, rafiniranju ili rezanju, mehanički razdvajajući vlakna papira i pretvarajući ih u pulpu. Iako ovaj način očuvava prirodnu čvrstoću papira, može rezultirati kraćim dužinama vlakana ako se proces ponavlja više puta.

Kemijsko razvlaknjivanje temelji se na otapanju lignina, prirodnog adheziva koji povezuje vlakna papira. Sortirani papir miješa se s vodom, a u smjesu se dodaju kemikalije poput natrijevog hidroksida (kaustična soda) i natrijevog sulfida. Ove kemikalije, uz toplinu, pokreću kemijsku reakciju koja razgrađuje lignin, olakšavajući pojedinačnim vlaknima razdvajanje. Rezultat je pulpa s dužim i jačim vlaknima, iako ova metoda troši više resursa i energije u usporedbi s mehaničkim pulpiranjem.

Eksplozija pare specijalizirani je postupak razvlaknjivanja koji koristi visokotlačnu paru za razgradnju vlakana. Naglo oslobađanje pritiska uzrokuje oticanje vlakana i njihovo razdvajanje. Ova je metoda posebno korisna za obradu određenih vrsta biomase, poput poljoprivrednih ostataka.

Ovisno o specifičnostima sirovina i željenim karakteristikama proizvoda, tvrtke poput Hartmann biraju odgovarajuću metodu razvlaknjivanja kako bi osigurale optimalnu kvalitetu i performanse svojih proizvoda.

Razvlaknjivanje i priprema pulpe igraju ključnu ulogu u proizvodnom procesu tvrtke Hartmann, posebice u stvaranju proizvoda od oblikovanih vlakana. Ovaj prvi korak uključuje razdvajanje vlakana iz isprepletene strukture papira kako bi se dobila pulpa, mješavina papira i vode. Tvrtka koristi pulpere za razvlaknjivanje, u kojima voda, uz rotaciju noža, razdvaja papir na pojedinačna vlakna. Nakon ovog procesa, pulpa ima koncentraciju od otprilike 4-12% suhe tvari, dok je preostali udio vode.

Nakon što se pulpa razbije u pulperu, prolazi kroz proces čišćenja kako bi se uklonile razne nečistoće prisutne u sirovini. Ove nečistoće, poput smole, čestica gume, pijeska, metala, plastike (PE, PP, PS) i ljepila, moraju biti eliminirane zbog mogućih ostataka u finalnom proizvodu ili potencijalnih problema u proizvodnom procesu (Izvorna dokumentacija tvrtke Hartmann d.o.o., 2023.). Za uklanjanje tih nečistoća koriste se centrifugalni pročištači, koji obično imaju veću gustoću ili težinu od vode. "Fibersorteri" su uređaji koji uklanjaju čestice i nečistoće veće od otvora na njihovim sitima, odnosno veće od vlaknaca papira.

Nakon procesa fizičkog filtriranja, pulpi se dodaju potrebne kemikalije prema specifičnoj recepturi i vrsti proizvoda. To uključuje tvari za poboljšanje hidrofobnosti, sredstva za povećanje čvrstoće, antipjenjače, boje i druge aditive. Tijekom i nakon procesa čišćenja, pulpa se postupno razrjeđuje vodom kako bi se postigla željena koncentracija vlakana u pulpi, obično između 0,9% i 1,3%. Nakon ovog procesa, pulpa je spremna za daljnju obradu na stroju za oblikovanje.



- Pulper I kapaciteta 30 t/h i
- Pulper II kapaciteta 56 t/h

Ova oprema omogućuje učinkovitu pripremu pulpe za proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda od oblikovanih vlakana.

Koncentracije papira u pulpi u pulperu je oko 4% - pulper volumena 20 m<sup>3</sup> ima 800 kg papirnih vlakana i 19,2 m<sup>3</sup> vode. Pulpa se pročišćava od nepapirnih tvari i u samom koritu stroja iznosi oko 1,0% -> ukupno za razrijediti 800 kg papira do 1% potrebno je oko 80 m<sup>3</sup> vode (s time da smo 19,2 m<sup>3</sup> vode od tih 80 potrošili u pulperu). Dakle, za jednu tona podložaka iza stroja treba oko 100 tona vode.

Sljedeći korak u proizvodnji je oblikovanje polugotovog proizvoda odnosno oblikovanje polugotovog kartonskog podloška za jaja. Oblikovanje proizvoda u Hartmannu provodi se na stroju za oblikovanje.

Osnovni dijelovi stroja su (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- Strojno korito,
- Vakuum pumpa,
- Usisni rotor,
- Presni rotor i
- Upravljački sustav

Pulpa koja je spremna za obradu preko sustava pumpi dolazi u korito stroja koje količinu pulpe mora držati na određenoj razini radi dobivanja željene težine gotovog proizvoda

Na usisnom rotoru nalaze se usisne forme sastavljene od mrežica i kalupa.

Usisni rotor se konstantno okreće određenom brzinom te radi u tri koraka

- Usisne forme dolaze u kontakt s pulpom
- Vakuum izvlači vodu, a zadržava pulpu na kalupu
- Prenosi oblikovanu pulpu do trake koja vodi u sušaru



Slika 9. Dotoci pulpe u strojno korito u Hartmannu

Izvor: foto arhiva poduzeća Hartmann d.o.o.

Rad stroja je automatiziran međutim za osiguranje kvalitetnog rada potreban je operater koji nadzire rad i specifikacije polugotovog proizvoda. Tu se ponajprije misli na ispravan oblik i težinu polugotovog podloška. Ukoliko je došlo do greške pri vakumiranju pulpe proizvod će iz stroja izići deformiran. Druga važna specifikacija je težina vlažnog i suhog proizvoda. Ako je težina prevelika ili premala može doći do problema u daljnjoj obradi.

Uvjeti kvalitetnog oblikovanja u Hartmannu sljedeći su (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- Proizvodna masa mora biti zadovoljavajuće kvalitete
- Dotok pulpe u strojno korito mora biti konstantan i na željenoj razini
- Vakuum pumpa mora imati dovoljnu snagu da proizvodnu masu ravnomjerno rasporedi na formi
- Forme moraju biti čiste da bi se proizvodna masa u sljedećoj rotaciji mogla ispravno povezati na formu

U poduzeću Hartmann d.o.o. instalirano je pet proizvodnih linija u sklopu kojih se nalazi šest strojeva za oblikovanje kapaciteta oko 70 tona dnevno. Dnevna tonaža proizvoda na stroju može varirati jer brzina stroja ovisi o tome koji tip proizvoda (težina proizvoda i dimenzije) se radi na njemu radi se o nekoliko tehničkih specifikacija koje variraju od stroja do stroja.

Nakon stroja za oblikovanje, proizvod ulazi u sušaru na sušenje. Proizvod putuje kroz sušaru na rešetkama koje su povezane transportnim lancem i njihova brzina je sinkronizirana s

brzinom stroja za oblikovanje. Proizvod putuje kroz sušaru 13 do 17 minuta, ovisno o brzini stroja. Sušenje se obavlja u sušari pomoću vrućeg zraka. U sušari je uspostavljeno prisilno strujanje zraka pomoću ventilatora. Za zagrijavanje zraka koristi se plinski plamenik kanalnog tipa. To znači da plin izgara direktno u kanal kroz koji struji zrak i na taj način ga zagrijava. Zrak cirkulira kroz sušaru i preuzima vlagu proizvoda. Dio izlaznog zraka zasićen vlagom odvaja se i nadomješta svježim koji ponovno ulazi u cirkulaciju i zagrijavanje na plameniku.

Temperature u sušari variraju između 170°C i 230°C, ovisno o vrsti proizvoda, dužini vlakana u sirovini i karakteristikama sušare. Proizvod ulazi u sušaru s udjelom suhe tvari od otprilike 27 – 33 % te se suši do postizanja 94 – 97 % udjela suhe tvari. Tijekom tog procesa, iz proizvoda isparava između 950 – 1500 kg vode na sat, što ovisi o vrsti proizvoda, veličini sušare i brzini stroja..

Radom sušare i radom stroja za oblikovanje upravlja se pomoću istog upravljačkog sustava. Brzinom ventilatora za upuhivanje zraka regulira se brzina strujanja zraka u sušari, a brzinom odsisnog ventilatora regulira se količina zraka zasićenog vlagom koji se izbacuje iz sustava i nadomješta svježim. Reguliranjem temperature sušare postiže se željena suhoća proizvoda nakon sušenja kod određene brzine stroja za oblikovanje. U poduzeću Hartmann d.o.o. instalirano je osam proizvodnih linija u sklopu kojih se nalazi osam sušara.

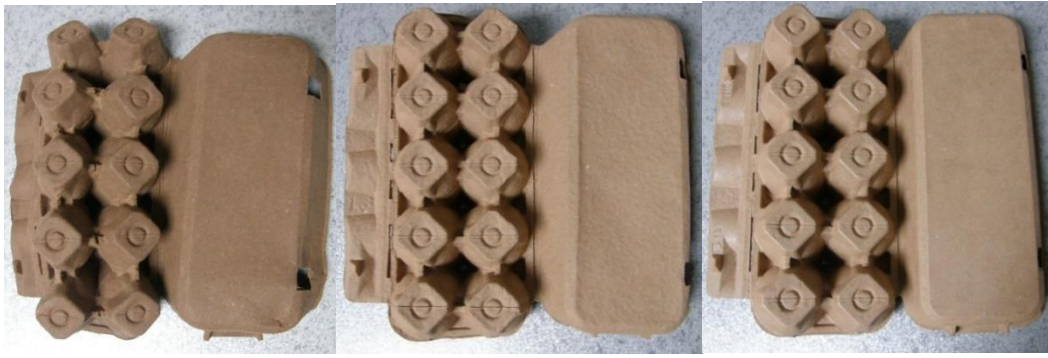
Isparavanjem vode iz mokrog proizvoda u sušari dolazi do djelomične deformacije proizvoda pa takav osušeni proizvod nema glatke površinu i bridove. Zbog toga je takav osušeni i djelomično deformirani proizvod potrebno isprešati da bi dobio točno željenu formu, dimenzije i glatku površinu, čime postaje pogodan za tiskanje ili lijepljenje etikete. To se radi na stroju za prešanje. Ovisno o stroju podlošci izlaze kroz tri ili četiri pokretne trake. Prije samog prešanja podlošci prolaze ispod „šprica“ kroz koje se polugotovi proizvod tretira kemikalijom na bazi AKD (alkil keten dimer) radi poboljšanja hidrofobnosti podloška. Nakon tretiranja s AKD prešaju pod temperaturom od 220 °C radi boljeg oblikovanja, glađe površine, i eventualnog isušivanja ostatka vode u proizvodu (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.). Nakon prešanja radi se završna kontrola kvalitete proizvoda u vidu kontrole glatkoće, eventualnih deformacija i težine proizvoda. Svi proizvodi koji na bilo koji način ne zadovoljavaju standarde kvalitete odbacuju se na pokretnu traku koja je povezana s halom stroja za razvlaknjivanje ili direktno sa strojem. Prednost ove proizvodnje je što se svi odbačeni proizvodi mogu ponovno koristiti u proizvodnji kao sirovina. Slika 10 prikazuje polugotovu prešanu kartonsku ambalaža u Hartmannu



Slika 10. Polugotova prešana kartonska ambalaža u Hartmannu

Izvor: foto arhiva poduzeća Hartmann d.o.o.

Nakon procesa prešanja, proizvodi se dobivaju u polugotovom stanju (PGP). Ti proizvodi se zatim pakiraju u kontejnere i čekaju završnu obradu, koja može uključivati tiskanje ili etiketiranje prema zahtjevima kupca. Slika 11 prikazuje isti proizvod kao na slici 10, ali u različitim fazama proizvodnje: prije (a) i nakon (b) sušenja, te nakon procesa prešanja (c).



Slika 11. Polugotova ambalaža u različitim fazama proizvodnje: (a) prije sušenja; (b) nakon sušenja; (c) nakon prešanja.

Izvor: foto arhiva poduzeća Hartmann d.o.o.

Tiskarska boja sastoji se od pet osnovnih sastojaka: pigment, veziva, punila, otapala i sušila te po potrebi raznih dodataka. Doziranje navedenih sastojaka dobivaju se željena svojstva i kvaliteta ovisno o tehnici tiska, konstituciji tiskarskog stroja ili tiskovnoj formi, tiskovnoj podlozi i ostalim uvjetima

Osnovna svojstva tiskarskih boja su sljedeća (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- adhezijom predstavlja privlačnu silu između dva materijala,
- kohezijska privlačna sila koja djeluje između susjednih čestica istog materijala,
- viskoznost je unutarnje trenje boje, a javlja se uslijed trenja između dvije čestice boje pri prijelazu jedne čestice preko druge.
- površinska napetost predstavlja pojavu svake tekućine da na svojoj površini prikazuje određenu napetost,
- ljepljivost je relativna prijemljivost boje, a ovisi adheziji, viskoznosti, tečljivosti i elastičnosti boje.

Osobine tiskarskih boja prvenstveno ovise o tehnici tiska za koji se koriste, iako i za pojedine tehnike tiska postoje razlike u osobinama boje. Ponajviše vezano uz duljinu puta boje, ali i drugim čimbenicima kao što su tiskovna forma, brzina tiska, vrsta podloge. Kada se govori o tvrtki Hartmann d.o.o. zbog tehnike tiska i vrste podloge pretežno se koriste boje niske viskoznosti i visoke ljepljivosti.

Kao što je već navedeno grupacija Hartmann je najveći svjetski proizvođač ekološke ambalaže načinjene od oblikovanih papirnih vlakana, ali i vodeći proizvođač ambalaže za voće u južnoj Americi i Indiji (Hartmann, 2023.). Ambalaža koju proizvodi grupacija Hartmann je dio rješenja za rješavanje plastičnog otpada te predstavlja alternativu jednokratnoj plastici i polistirenskoj ambalaži. Razlog tomu jest što kompanija Hartmann ubrzano radi na promjeni ambalaže iz polimernih izvora prema ekološkoj ambalaži načinjenoj od oblikovanja papirnih vlakana.

Zbog europske geopolitičke situacije i energetske krize u 2022. grupacija Hartmann posebno obraća pažnju na dobavljače prirodnog plina da bi održala proizvodnju u svim svojim pogonima. U isto vrijeme grupacija Hartmann zadala je cilj smanjenja emisija CO<sub>2</sub> primjenom metode izračuna iz metode "cradle to gate" u „cradle to grave“ (Hartmann, 2023.).

Metoda cradle to gate odnosi se na procjenu ekoloških utjecaja proizvoda ili procesa od trenutka njihovog stvaranja (cradle-koljevka) do trenutka kada napuštaju tvornicu Lewis, 2012.). Drugim riječima, fokusira se na ekološke aspekte povezane s fazama proizvodnje i izrade proizvoda. Ovaj pristup pomaže u razumijevanju i upravljanju ekološkim otiskom proizvoda ili procesa do trenutka kada je dovršen u tvornici

Metoda cradle to grave (hrv. pristup od kolijevke do groba) proširuje procjenu ekoloških utjecaja izvan faze proizvodnje (Lewis, 2012.). U obzir se uzima cijeli životni ciklus proizvoda, od početnog stvaranja (koljevka) kroz njegovu upotrebu, distribuciju i odlaganje. Ovaj pristup uzima u obzir sve faze proizvodnje, uključujući operativnu fazu te konačno odlaganje ili recikliranje, kako bi se pružio sveobuhvatno razumijevanje njegovog ekološkog utjecaja

S obzirom na te okolnosti ukupna emisija CO<sub>2</sub> grupacije Hartmann smanjila se za 2% u odnosu na 2021. godinu. To se implementiralo na način da je grupacija Hartmann uvela alternativne energetske izvore tijekom energetske krize 2022. godine, dok su ostale inicijative provedene u 2022. godini (Hartmann, 2023.). Iste uključuju postavljanje nove industrijske sušare u jednoj tvornici u Europi za koju se predviđa smanjenje od 10% ukupnog iskorištenog prirodnog plina u toj tvornici. Nadalje, načinjena je preinaka na postojećoj sušari koja je opremljena novim sustavom ventilacije i novim kontrolnim sustavom. Grupacija Hartmann i za ovu investiciju očekuje smanjenje od 10% potrošnje prirodnog plina (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.). U kontekstu potrošnje vode, Hartmannova ukupna potrošnja voda je smanjena je za 12% u 2022. godini (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.).

Gotov proizvod dobiva svoj konačan izgled nakon tiskanja i/ili etiketiranja. Ovisno o želji kupca (proizvođača jaja), na polugotovi proizvod aplicira se etiketa ili tisak. Naime, kada kupac podložaka za jaja naručuje proizvod, on odabire tip proizvoda, boju proizvoda i izgled etikete ili tiska. Dizajn etiketa i tiska provodi se u suradnji s kupcem. Tisak na proizvod izvodi se tehnikom roto-tiska i na strojevima Hartmann Hrvatska moguće je koristiti nekoliko različitih boja istovremeno. Što se tiče etiketa, mogućnosti su dizajna praktički neograničene. Nakon tiskanja/etiketiranja gotov se proizvod paletizira i odvozi u skladište gdje čeka otpremu prema kupcu.

Tvrtka Hartmann d.o.o. koristi 10 pogonskih linija za tisak i etiketiranje papirne ambalaže. Gotovi podlošci za jaja dolaze u pogon u kontejnerima. Podlošci se zatim umeću u denister preko kojega prelaze do mehanizma rotirajućih valjaka koji nanose boju pomoću klišeja. Proces funkcionira tako da sustav valjaka prijenosom podloška nanosi boji na ambalažu.

Prvi valjak povezan je sa posudom u kojoj se nalazi boja te boju prenosi na drugi valjak koji, na treći valjak prenosi manju količinu boje (ovisno o mehanizmu i na četvrti). Posljednji valjak na sebi ima magnetski klišej sa željenim dizajnom i tipografijom. Kada se na klišej nanese boja, klišej prenosi dobivenu boju na jednu od dvije offsetne gume koje s gornje strane stroja dolaze u kontakt s podloškom koji prolazi na pokretnoj traci te na njega nanosi željeni dizajn i tipografiju. Ovisno o potrebama i željama kupca, isti proces može tiskati na više mjesta na podlošku (unutarnji, bočni i vanjski tisak), također i u više boja. Ovisno o potrebama tiska (unutarnji, vanjski, bočni), potrebno je postaviti više mehanizama, klišeja i guma, proces ostaje isti, s tim da svaki željeni tisak ima svoju posudu s bojom i sustav valjaka i offset guma.

Tisak na podlošcima najčešće sadrži opis proizvoda, podrijetlo, informacije o proizvođaču, informacije o proizvodu, specifične dizajne itd.

Kod ovog procesa bitno je paziti na (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- mjesto nanošenja (tisak mora biti centriran) se osigurava postavljanjem klišeja na točno određenu poziciju na valjku, ukoliko je klišej nepravilno postavljen tisak na podlošku ostaje u koso ili na neispravnom mjestu.
- Kvalitetu tiska: ukoliko se u posudi nalazi previše ili premalo boje tisak može izaći nečitljiv
- Doziranje boje: ukoliko je tisak nečitljiv, potrebno je regulirati udaljenost prvog valjka od posude sa bojom. Ukoliko je tisak previše izražen, valjak se odmiče od posude, a ako je previše blijed, valjak je potrebno približiti posudi ili u nju dodati još boje.

- Svaki otisak mora biti isti, svaka pogonska linija u danu otisne od 150.000 do 180.000 podložaka. Jasno je da u tako velikoj nakladi može doći do odstupanja. Stoga je izrazito važno redovno raditi kontrolu kvalitete, pri tom odbaciti neispravne otiske (barem jednom svakih pola sata, pregledavajući pri tom barem tri otiska.

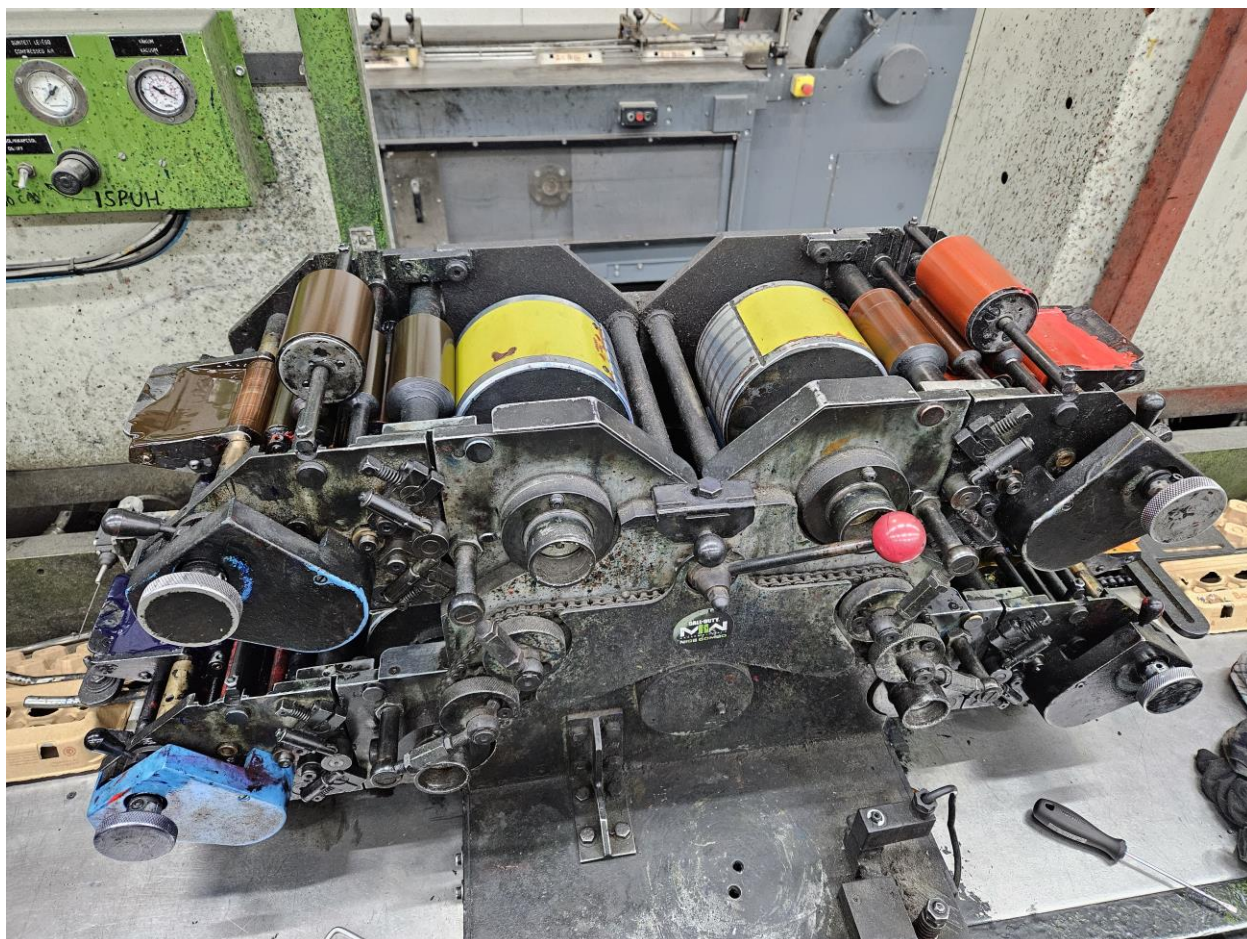
Nakon što na pogonskoj liniji prođe proces tiskanja, klišejom podložak dolazi do dijela za etiketiranje. Dio stroja za etiketiranje u Hartmannu sastoji se od (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- Kalupa
- Valjka s ljepilom
- Držača etiketa
- Rotirajuće glave
- Valjaka za prijanjanje

Podlošci padaju na kalupe koji ih čvrsto drže na mjestu te dolaze do glave stroja za etiketiranje. Rotirajuća glava stroja sastoji se od dva dijela koja sadrže dvije ploče, koje se konstantno rotiraju te obavljaju tri kontakta. Prvi kontakt upostavlja s valjkom na koji je nanoseno ljepilo, drugi kontakt s držačem etiketa te treći s podloškom koji prolazi ispod na kalupu.

Prvim kontaktom na glavu nanosi se ljepilo, glava s nanešenim ljepilom zatim dolazi u kontakt s etiketama te prenosi etiketu i trećim kontaktom ju prijanja podložak. Podložak s etiketom preko kalupa zatim nastavlja dalje do sustava valjaka za prijanjanje koji etikete s ljepilom učvršćuju na podložak, čime se proces etiketiranja završava. Kalupi nastavljaju dalje te podloške izbacuju na traku koja podloške prebacuje na sustav rotirajućih šipki koje podloške slažu jedan u drugi. Podlošci na šipkama također prolaze kroz senzorski brojač koji broji svaki podložak koji je prošao, osiguravajući tako da buntići podložaka na kraju trake izlaze u jednakom broju.





Slika 12. Tiskarski stroj s klišejima  
Izvor: foto arhiva poduzeća Hartmann d.o.o.



Slika 13. Gotovi proizvod sa završnim tiskom

Izvor: foto arhiva poduzeća Hartmann d.o.o.

Poduzeće Hartmann d.o.o. u vlasništvu ima četiri robota za paletiranje koje pomoću sustava hvataljki slažu buntiče podložaka na paletu prema rasporedu i količini po željama kupca. Paletiranje bez robota obavljaju zaposlenici. Nakon procesa paletiranja palete s buntićima podložaka omataju se folijom te su spremne za transport do kupaca.

### **4.3. Politike održivosti i društvene odgovornosti**

Poduzeće Hartmann d.o.o. posvećeno je provedbi politika održivosti i društvene odgovornosti u svojoj proizvodnji kartonske ambalaže. Ova predanost odražava se u svim aspektima poslovanja, od sirovinskih materijala do proizvodnih procesa i odnosa prema zaposlenicima i zajednici. Održivost i društvena odgovornost postali su ključni elementi poslovne filozofije Hartmann-a, a ovdje će se razmotriti ključne aspekte njihove politike.

Hartmann Hrvatska ima pet međunarodno priznatih standarda – ISO 9001, ISO 14001, ISO 22001, ISO 45001, ISO 50001 - standardi kvalitete, zaštite okoliša, sigurnosti hrane, sigurnosti na radu, energetske učinkovitosti (Interna dokumentacija poduzeća Hartmann d.o.o., 2023.):

- ISO 9001 je međunarodni standard za upravljanje kvalitetom. Ovaj standard postavlja zahtjeve za sustav upravljanja kvalitetom koji organizaciji pomaže da uspostavi procese i procedure za osiguranje kvalitete proizvoda ili usluga koje pruža svojim klijentima. ISO 9001 se fokusira na kontinuirano poboljšanje, zadovoljstvo klijenata i usklađenost s propisima.
- ISO 14001 je standard za upravljanje okolišem. Ovaj standard pomaže organizacijama da identificiraju, upravljaju i smanje svoj utjecaj na okoliš. To uključuje aspekte kao što su emisije stakleničkih plinova, otpad, potrošnja resursa i drugi ekološki čimbenici. ISO 14001 potiče organizacije na održivost i brigu o okolišu.
- ISO 22000 je standard za upravljanje sigurnošću hrane. On se odnosi na organizacije u lancu opskrbe hranom i postavlja zahtjeve za osiguranje sigurnosti hrane, praćenje i upravljanje rizicima povezanim s hranom te poboljšanje cjelokupnog sustava upravljanja sigurnošću hrane.
- ISO 45001 je standard za upravljanje sigurnošću i zdravljem na radu. Ovaj standard pomaže organizacijama da identificiraju, procijene i upravljaju rizicima vezanim uz sigurnost i zdravlje svojih zaposlenika na radnom mjestu. Cilj je smanjiti nesreće, ozljede i bolesti na radu.
- ISO 50001 je standard za upravljanje energijom. Ovaj standard pomaže organizacijama da učinkovito upravljaju svojim energetske resursima, smanjuju potrošnju energije, troškove i emisije stakleničkih plinova. ISO 50001 potiče energetske učinkovitost i održivost.

Svi ovi standardi razvijeni su od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) i služe kao smjernice za organizacije širom svijeta kako bi poboljšale svoje poslovanje, osigurale kvalitetu proizvoda i usluga, brinule se o okolišu, osigurale sigurnost i zdravlje na radnom mjestu te efikasno upravljale energijom. Implementacija ovih standarda može pomoći organizacijama da ostvare konkurentne prednosti, poboljšaju svoj ugled i ispunjavaju očekivanja svojih dionika.

Hartmann d.o.o. aktivno promiče upotrebu održivih materijala u proizvodnji kartonske ambalaže. To uključuje pridonosenje globalnim naporima u smanjenju potrošnje resursa i utjecaja na okoliš. Tvrtka preferira reciklirane sirovine i usvaja visoke standarde u pogledu energetske učinkovitosti i smanjenja emisija stakleničkih plinova tijekom proizvodnje. Hartmann se zalaže za smanjenje otpada i potiče recikliranje kao ključni dio svoje politike održivosti. Uzimajući u obzir

cijeli lanac opskrbe, tvrtka implementira programe recikliranja kako bi smanjila ekološki otisak svojih proizvoda. Ovo uključuje ne samo samu proizvodnju, već i poticanje potrošača na pravilno zbrinjavanje kartonske ambalaže.

Zaposlenici su srce svake uspješne tvrtke, a Hartmann d.o.o. prepoznaje važnost društvene odgovornosti prema svojim radnicima. Tvrtka se zalaže za pružanje sigurnog i poticajnog radnog okruženja te za poštivanje prava radnika. Programi obuke, ravnoteža između poslovnog i privatnog života te inkluzivna radna mjesta samo su neki od elemenata koji svjedoče o predanosti tvrtke prema dobrobiti svojih zaposlenika.

Hartmann neprestano traži inovativna tehnološka rješenja kako bi unaprijedio održivost svoje proizvodnje. Praćenje najnovijih trendova u održivosti pomaže tvrtki da ostane konkurentna na tržištu, istovremeno doprinoseći globalnim naporima u zaštiti okoliša. Transparentnost je ključna vrijednost u politici održivosti tvrtke Hartmann d.o.o. Redovito izvještavanje o napretku, postavljanje ciljeva održivosti i otvoren dijalog s dionicima čine temelj za izgradnju povjerenja i dugoročne suradnje.

Politika održivosti i društvene odgovornosti tvrtke Hartmann d.o.o. ne samo da odražava suvremene standarde poslovanja, nego i postavlja visoke standarde u industriji proizvodnje kartonske ambalaže. Kroz svoje aktivnosti, tvrtka preuzima odgovornost za okoliš, društvo i vlastite zaposlenike, nastojeći stvoriti pozitivan utjecaj na globalnu zajednicu. Održivost nije samo cilj, nego i integralni dio identiteta tvrtke Hartmann d.o.o. i ključni element njezinog uspjeha u budućnosti.

#### **4.4. SWOT analiza u primjeni održivih tehnika**

SWOT analiza značajan je alat koji pomaže tvrtkama sagledati svoje unutarnje snage i slabosti te analizirati prilike i prijetnje u vanjskom okruženju (Wehrich i Koontz, 2011.). Kada se primijeni SWOT analiza na primjeru poduzeća Hartmann d.o.o., specifično usmjerenu prema održivim tehnikama proizvodnje kartonske ambalaže, dobiva se uvid u aspekte koji oblikuju uspjeh ovog poduzeća u kontekstu održivosti. U tablici 1 prikazana je SWOT analiza održive proizvodnje kartonske ambalaže u Hartmannu.

Tablica 1. SWOT analiza održive proizvodnje kartonske ambalaže u Hartmannu

<p>Snage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iskustvo i stručnost - Hartmann se ističe dugogodišnjim iskustvom u industriji proizvodnje kartonske ambalaže. Posjeduju stručnost u prilagodbi najnovijim održivim tehnikama i praksama.</li> <li>• Inovativna tehnologija – poduzeće ulaže u inovativne tehnologije koje podržavaju održivost. Korištenje naprednih strojeva i sustava poboljšava energetska učinkovitost i smanjuje utjecaj na okoliš.</li> <li>• Dobri poslovni odnosi - Hartmann njeguje dugoročne poslovne odnose s dobavljačima, klijentima i lokalnom zajednicom, stvarajući stabilnu osnovu za održivu proizvodnju.</li> </ul>	<p>Slabosti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visoki početni troškovi - implementacija održivih tehnika proizvodnje može zahtijevati značajne početne investicije. To može predstavljati izazov, osobito u kratkoročnom razdoblju.</li> <li>• Ovisnost o sirovinama – Hartmann može biti osjetljiv na fluktuacije cijena održivih sirovina, što može utjecati na troškove proizvodnje.</li> </ul>
<p>Prilike</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rast tržišta za održivim proizvodima - povećana svijest o održivosti stvara priliku za rast potražnje za održivom kartonskom ambalažom, pridonoseći rastu tvrtke.</li> <li>• Poticaji i subvencije – Vlada RH i organizacije sve više pružaju poticaje i subvencije za tvrtke koje usvajaju održive prakse. Hartmann d.o.o. može iskoristiti ove poticaje za podršku svojim inicijativama.</li> </ul>	<p>Prijetnje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurencija i standardi - konkurencija u industriji može vršiti pritisak na tvrtku, a postizanje i održavanje visokih standarda održivosti može zahtijevati dodatne napore.</li> <li>• Globalne ekonomske promjene u zakonodavstvu mogu predstavljati prijetnju stabilnosti i održivosti poslovanja.</li> </ul>

Izvor: izrada autora



SWOT analiza za primjenu održivih tehnika proizvodnje kartonske ambalaže u Hartmann d.o.o pruža sveobuhvatan pregled izazova i prilika s kojima se tvrtka suočava. Integracija održivosti u poslovnu strategiju tvrtke predstavlja ključni element uspjeha, uzimajući u obzir i prednosti i izazove. Ključno je da Hartmann d.o.o. nastavi usklađivati poslovanje s održivim praksama, osnažujući svoj položaj na tržištu i pridonoseći globalnim naporima zaštite okoliša.

#### **4.5. Tržišni uspjesi i konkurentna prednost**

Poduzeće Hartmann d.o.o. postiglo je značajne tržišne uspjehe zahvaljujući svojoj posvećenosti održivosti u proizvodnji kartonske ambalaže. Njihova konkurentna prednost proizlazi iz kombinacije inovativnih pristupa, visokih standarda kvalitete te pažljivog balansiranja između ekonomske učinkovitosti i očuvanja okoliša.

Hartmann d.o.o. prepoznao je rastuću svijest potrošača o održivosti i ekološki prihvatljivim proizvodima. Postavljanje održivosti u središte svoje poslovne strategije omogućilo je tvrtki da se izdvoji na tržištu. Kroz upotrebu recikliranih materijala, smanjenje otpada i korištenje ekoloških procesa, Hartmann d.o.o. stvara proizvode koji zadovoljavaju zahtjeve suvremenih potrošača. Poduzeće se ističe visokom kvalitetom svojih proizvoda. Uz pažljiv odabir održivih materijala, tvrtka ulaganjem u istraživanje i razvoj kontinuirano radi na unapređenju svojih proizvodnih tehnologija. Inovativni pristupi, poput upotrebe naprednih strojeva i metoda proizvodnje, čine njihovu ambalažu ne samo ekološki prihvatljivom, nego i funkcionalnom i privlačnom na tržištu.

Jedna od ključnih prednosti poduzeća Hartmann d.o.o. leži u izgradnji snažnih odnosa s klijentima. Aktivno slušanje potreba tržišta omogućava tvrtki da prilagodi svoje proizvode suvremenim zahtjevima potrošača. Ovo prilagođavanje tržištu pomaže im u održavanju konkurentne prednosti i osvajanju povjerenja kupaca. Hartmann je proširio svoje poslovanje na globalno tržište, surađujući s raznim partnerima i klijentima diljem svijeta. Ovo globalno prisustvo omogućava im diversifikaciju portfolia proizvoda i prilagodbu različitim zahtjevima regionalnih tržišta.

Angažman poduzeća prema održivosti potvrđen je različitim certifikatima i standardima. Transparentnost u vezi s održivim praksama stvara povjerenje među potrošačima i poslovnim partnerima. Certifikacije poput FSC (Forest Stewardship Council) dodatno potvrđuju Hartmannovu predanost održivosti u cijelom lancu opskrbe.

Hartmann d.o.o. uspješno kombinira održivost, inovacije i kvalitetu kako bi stvorio konkurentne prednosti na tržištu proizvodnje kartonske ambalaže. Njihova strategija ne samo da

odražava društveno odgovorno poslovanje, nego i odgovara na rastuće zahtjeve potrošača za ekološki prihvatljivim proizvodima. Kroz održivost, Hartmann d.o.o. ne samo da ostvaruje tržišne uspjehe već i igra ključnu ulogu u oblikovanju budućnosti održive proizvodnje kartonske ambalaže.

#### **4.6. Budući smjerovi održive proizvodnje kartonske ambalaže**

Tvrtka Hartmann d.o.o. već godinama uspješno integrira održivost u svoje poslovanje, posebno fokusirajući se na proizvodnju kartonske ambalaže. Kako bi ostala predvodnik u održivom pristupu industriji, Hartmann d.o.o. planira niz inovativnih i ambicioznih koraka kako bi unaprijedila svoje prakse i odgovorila na rastuće zahtjeve tržišta. Hartmann d.o.o. namjerava dodatno istražiti i implementirati nove materijale koji su ekološki prihvatljivi, ali istovremeno pružaju visoku funkcionalnost. Razvoj naprednih biodegradabilnih materijala, kao i materijala koji se mogu lako reciklirati, bit će ključan korak prema smanjenju ekološkog utjecaja njihovih proizvoda.

Planira se uvođenje pametnih tehnologija u proizvodnju kartonske ambalaže. Ovo uključuje upotrebu senzora koji prate uvjete transporta, potrošnje i drugih važnih parametara. Pametna ambalaža ne samo da pridonosi učinkovitosti, nego omogućuje i bolje upravljanje otpadom i resursima. Dizajn ambalaže ima ključnu ulogu u privlačenju potrošača, ali i u smanjenju ekološkog otiska. Tvrtka planira surađivati s dizajnerima kako bi stvorila ambalažu koja je privlačna, funkcionalna i ekološki održiva. Kreativna upotreba materijala i minimalistički dizajn bit će naglašeni.

Hartmann d.o.o. ima cilj povećati postotak recikliranih materijala u svojoj proizvodnji. Kroz suradnju s dobavljačima recikliranih materijala te poticanjem povratka i recikliranja vlastitih proizvoda, tvrtka želi smanjiti potrebu za novim sirovinama te podržati kružnu ekonomiju. Tvrtka planira postići nula otpada u svojoj proizvodnji, uključujući sve faze proizvodnog ciklusa. Kroz ponovnu upotrebu, recikliranje i smanjenje otpada, Hartmann d.o.o. teži postati lider u smanjenju otpada i očuvanju resursa.

Hartmann d.o.o. će intenzivirati napore kako bi osigurala da cijeli lanac opskrbe bude održiv. Ovo uključuje rad s dobavljačima koji dijele iste vrijednosti o održivosti, podržavanje lokalnih zajednica te poticanje dobrih praksi među partnerima. Poduzeće planira aktivno sudjelovati u globalnim inicijativama za očuvanje okoliša. Poticanje i podržavanje globalnih

standarda održivosti, sudjelovanje u međunarodnim projektima te suradnja s relevantnim organizacijama bit će ključni elementi u postizanju globalnih ciljeva održivosti.

Hartmann d.o.o. smatra da je edukacija zaposlenika ključna za postizanje održivosti. Planira se intenziviranje edukacijskih programa o održivim praksama, potrebi zaštite okoliša i važnosti njihove uloge u ostvarivanju održivih ciljeva tvrtke.

Budući smjerovi održive proizvodnje kartonske ambalaže u poduzeću Hartmann d.o.o. ukazuju na snažan angažman u kreiranju ekološki odgovornih proizvoda. Ove inicijative ne samo da će pomoći tvrtki da ostane konkurentna na tržištu, nego će pridonijeti i globalnim naporima očuvanja okoliša. Hartmann d.o.o. postavlja se kao lider u transformaciji industrije prema održivijoj budućnosti.



## 5. ZAKLJUČAK

U svijetu u kojem održivost postaje ključna riječ, tvrtka Hartmann d.o.o. ističe se kao lider u primjeni održivih tehnika proizvodnje i tiska kartonske ambalaže. Kroz temeljitu analizu sadašnjeg stanja i projekciju budućih perspektiva, jasno je da tvrtka ne samo da odgovara na zahtjeve tržišta, nego i postavlja standarde u industriji.

Poduzeće Hartmann d.o.o. aktualno implementira širok spektar održivih tehnika u proizvodnji kartonske ambalaže. Kao što je navedeno u dugom poglavlju tvrtka Hartmann d.o.o. je fokusirana na smanjenje otpada, smanjenu potrošnju resursa, i optimizaciju proizvodnih procesa. Kroz sustavno prikupljanje starog papira, korištenje recikliranih materijala te primjenu naprednih tehnologija, tvrtka ostvaruje značajan napredak u smanjenju ekološkog utjecaja svoje proizvodnje. Preventivno čišća proizvodnja, certifikati poput FSC-a svjedoče o njezinom opredjeljenju prema očuvanju šuma i prirodnih resursa.

U domeni tiska, Hartmann d.o.o. ne samo da primjenjuje visoke standarde u ekološkim tehnikama tiska, nego također istražuje i inovativne pristupe poput korištenja ekoloških boja i smanjenja otpada tijekom procesa tiska. Odabir poslovnih partnera s istom vizijom očuvanja okoliša, stalno usavršavanje i vizija održive budućnosti su neki od ključnih aspekata za kvalitetniji i održivi tisak. Dizajn ambalaže također je fokusiran na ekološku privlačnost, potičući smanjenje materijala i optimizaciju oblika kako bi se postigla maksimalna učinkovitost.

Jedan od ključnih elemenata sadašnjeg stanja tvrtke je i njezin naglasak na edukaciji zaposlenika. Održivost nije samo pitanje procesa i tehnologije, nego i stavova i svijesti zaposlenika. Aktivnosti koje potiču odgovorno ponašanje prema okolišu, sirovinama i gotovom proizvodu integrirane su u korporativnu kulturu, čineći održivost svakodnevnim habitusom zaposlenika.

Prognostički gledano, budućnost tvrtke Hartmann d.o.o. izgleda iznimno perspektivno. Njezin opredijeljeni korak prema povećanju postotka recikliranih materijala, istraživanje novih ekoloških tehnologija i integracija pametnih sustava u ambalažu, sugeriraju na ambiciozne planove koji će joj omogućiti ostvarivanje konkurentske prednosti na tržištu. Hartmann d.o.o. prepoznaje svoju globalnu ulogu u očuvanju okoliša. Sudjelovanje u globalnim inicijativama, suradnja s organizacijama za očuvanje okoliša te podrška globalnim standardima održivosti samo su neki od ključnih elemenata koji će definirati buduće korake tvrtke.

Poduzeće Hartmann d.o.o. ne samo da odražava sadašnje ekološke standarde, nego i postavlja putokaze za budućnost održive proizvodnje kartonske ambalaže. Njezin angažman u promicanju održivosti ne samo da odražava odgovorno poslovanje, nego isto tako potvrđuje da održivost nije

samo izbor, već i imperativ u suvremenom poslovanju. Suvremeno društvo zahtijeva od tvrtki poput Hartmann d.o.o. ne samo inovativnost i konkurentnost, nego i odgovornost u smislu očuvanja okoliša. Iz perspektive sadašnjosti i budućnosti, tvrtka Hartmann d.o.o. odgovara na taj poziv s predanošću i vizijom, postavljajući standarde u industriji i pokazujući put prema održivoj budućnosti proizvodnje kartonske ambalaže.

## 6. Literatura

- [1] Alston, K. (2010). Cradle to cradle design: Positive sustainability agenda for products and packaging: the limitations of eco efficiency, Address to packaging for tomorrow, Three Pillars Network, Melbourne
- [2] Bačun, D. (2009): Priručnik o znakovima na proizvodima i ambalaži, Zagreb, Hrvatski poslovni savjet za održivi razvoj
- [3] Braungart, M., McDonough, W. (2008) Cradle to cradle: remaking the way we make things. North Point Press, New York
- [4] Envirowise (2008.) Packguide: a guide to packaging eco-design, Envirowise, Didcot, Oxfordshire
- [5] Lewis, H. (2012). Design for sustainability, Springer, London
- [6] Muhamedbegović, B. (2015): Ambalaža i pakiranje hrane, Tuzla, Off-set.
- [7] Potidk, V. (1997): Grafička dorada : priručnik za grafičare, Zagreb, Školska knjiga
- [8] Vujković, I. (2007): Ambalaža za pakiranje namirnica, Zagreb, Tectus
- [9] Weihrich, W., Koontz, H. (2011). Menadžment, Mate, Zagreb.
- [10] Back, V., Berger, M., Henssler M., Kirchner, M., Leiser, S., Rother, E., Ruhland K., Schneider,
- [11] Tihana, C. (2016). Integrated method to assess resource efficiency, J.Clean. Prod., No. 137, str. 118 - 130
- [12] Cagno, E., Micheli G. (2012). Eco-efficiency for sustainable manufacturing: an extended environmental costing method. Production Planning & Control, Vol. 23, No. 2-3, str. 134 – 144

- [13] Ehrenfeld, J., R. (2005). Eco-efficiency: Philosophy, theory and tools, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9, No. 4, str. 6 – 8
- [14] Figge, F., Hahn, T. ( 2004). Sustainable value added - measuring corporate contributions to sustainability beyond eco-efficiency, *Ecological Economics*, No. 48, str. 173 - 187
- [15] Koklacova, S., Atstaja, D. (2011). Paper and cardboard packaging innovative Life Cycle Solutions, *Scientific Journal of Riga Technical University*, No. 1, str. 40 – 45
- [17] Michaeli, G. J. I., Cagno, E., Tappia, E. (2018). Improving eco-efficiency through waste reduction beyond the boundaries of a firms. *Sustainability*, No. 10, str. 167 – 183
- [18] Michaeli, G. J. I., Cagno, E., Tappia, E. (2018). Improving eco-efficiency through waste reduction beyond the boundaries of a firms. *Sustainability*, No. 10, str. 167 - 183
- [19] Verghese, K., Lewis, H. (2007). Environmental innovation in industrial packaging: a supply chain approach. *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 45, No. 18-19, str. 4381 – 4401
- [20] Ambalaža.hr (2023). HARTMANN d.o.o. - Tko je tko u ambalažnoj industriji, dostupno na <https://www.ambalaza.hr/hr/tko-je-tko/ambalazna/Hartmann-d.o.o.,5,223.html> (10.12.2023.)
- [21] Bikarac (2023). Općenito o gospodarenju otpadom, dostupno na <http://www.bikarac.hr/?stranice=opcenito-o-gospodarenju-otpadom-asdasd&id=8> (09.12. 2023)
- [22] Fininfo (2023). HARTMANN d.o.o., dostupno na <https://www.fininfo.hr/Poduzece/Pregled/Hartmann/Detaljno/13207> (10.12.2023.)
- [23] Hrvatska enciklopedija (2023). Papir, dostupno na <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=46541> (09.12.2023.)
- [24] IFCO (2023). Smanjenje otpada, emisija i potrošnje vode, dostupno na <https://www.ifco.com/hr/pogodnosti/utjecaj-na-okolis/>, pristupljeno 09.12.2023.

[26] Kos, K. (2018). Hartmannu povećavaju proizvodnju za čak 80 milijuna podložaka za jaja, a otvaraju se i nova radna mjesta, dostupno na <https://epodravina.hr/odlicne-vijesti-u-Hartmannu-povecavaju-proizvodnju-za-cak-80-milijuna-podlozaka-za-jaja-a-otvaraju-se-i-nova-radna-mjesta/> (09.12.2023.)

[26] Odgovorno.hr (2023). Serijal „Pogledaj ambalažu“: Dukatovo zalaganje za pojednostavljenje, minimiziranje, oporabu, kružno gospodarenje ambalažom, dostupno na <https://odgovorno.hr/serijal-pogledaj-ambalazu-dukatoivo-zalaganje-za-pojednostavljenje-minimiziranje-oporabu-kruzno-gospodarenje-ambalazom/> (09.12.2023.)

[27] Poslovna Hrvatska (2023). HARTMANN papirna ambalaža d.o.o., dostupno na <https://www.poslovna.hr/lite/Hartmann/96401/subjekti.aspx> (10.12.2023.)

[28] Print Grupa (2023). STROJ ZA TISAK NA MATERIJALE IZ ROLE, dostupno na <https://www.printgrupa.com/hr/novi-strojevi> (09.12.2023.)

## Popis slika

Slika 1. Koncept proizvodnje i dizajna održive kartonske ambalaže.....	6
Slika 2. Principi održivosti kartonske ambalaže.....	9
Slika 3. Proces proizvodnje papira i pripreme za tisak.....	16
Slika 4. Umanjenje negativnih učinaka na okoliš proizvodnjom održive ambalaže.....	18
Slika 5. Primjer energetski učinkovitog stroja za tisak papira i kartonske ambalaže.....	21
Slika 6. Tradicionalan i novi koncept uporabe recikliranih materijala.....	22
Slika 7. Primjer Dukatovog procesa eksploatacije i zbrinjavanja kartonske ambalaže.....	24
Slika 8. Proizvodnja kartonske ambalaže u poduzeću Hartmann d.o.o.....	28
Slika 9. Dotoci pulpe u strojno korito u Hartmannu.....	34
Slika 10. Polugotova prešana kartonska ambalaža u Hartmannu.....	36
Slika 11. Polugotova ambalaža u različitim fazama proizvodnje: (a) prije sušenja; (b) nakon sušenja; (c) nakon prešanja.....	37
Slika 12. Tiskarski stroj s klišejima.....	41

## **Popis tablica**

Tablica 1. SWOT analiza održive proizvodnje kartonske ambalaže u Hartmannu.....	45
---	----