

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

# ZAVRŠNI RAD

Laura Gašpar



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Dizajn grafičkih proizvoda

# ZAVRŠNI RAD

**ODRŽIVA AMBALAŽA ZA DOSTAVU GOTOVE HRANE**

Mentor:

Doc.dr.sc. Marina Vukoje

Student:

Laura Gašpar

Zagreb, 2022

## SAŽETAK

Ovaj rad proučava industriju ambalaže za dostavu gotove hrane, njezin razvoj te trenutno stanje. Dostava gotove hrane pokazuje popriličan rast, osobito nakon pandemije COVID-19. Rastom prometa porasla je i količina otpada nastala jednokratnom ambalažom gotovih jela. Materijali koji dominiraju na tržištu su većinom polimeri nastali od fosilnih goriva. Iako se potiče veći postotak recikliranja, veliki dio i dalje završi na odlagalištu kao otpad zbog neadekvatnih programa recikliranja ili zbog neznanja potrošača o pravilnom sortiranju otpada. Glavni primjer je polistiren, poznatiji kao stiropor, koji zbog svoje niske cijene proizvodnje i prodaje dominira na tržištu. Iako je proizvodnja jeftina, njegova reciklaža je previše kompleksna da bi bila isplativa, stoga se ne provodi.

Alternativa se nalazi u biopolimerima, materijalima proizvedenim iz prirodnih izvora koji su biorazgradivi, a neki i kompostabilni. Izvori biopolimera mogu biti biljke, životinje, gljive i mikroorganizmi. Glavna prepreka korištenja ambalaže od biopolimera je njihova visoka cijena koja je rezultat visokog troška sirovina te zahtjevnih procesa proizvodnje. Dodatan razvoj i implementacija biopolimera je potreban za usporavanje negativnog utjecaja konvencionalnih materijala ambalaže za gotova jela na okoliš.

Drugi dio rada je praktična izrada dizajna ambalaže za dostavu gotove hrane koji bi imao manji utjecaj na okoliš. Dizajn je namijenjen materijalima pogodnim za reciklažu i koji su biorazgradivi ili kompostabilni, uz novi način prenošenja više jela zajedno bez potrebe za vrećicom. Svaki dio ambalaže obroka može biti zbrinut na ekološki povoljniji način.

**KLJUČNE RIJEČI:** ambalaža gotove hrane, jednokratna ambalaža, biorazgradivost, recikliranje, *greenwashing*

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TRŽIŠTE DOSTAVE GOTOVE HRANE .....	2
3. MATERIJALI AMBALAŽE GOTOVE HRANE .....	4
3.1. Papir i karton.....	4
3.2. Aluminij .....	5
3.3. Polimeri .....	6
3.3.1. Polipropilen - PP .....	6
1.1.1. Ekspandirani polistiren – EPS .....	7
2. BIOPOLIMERI.....	8
2.1. Biopolimeri u funkciji ambalaže za gotovu hranu.....	8
2.2. Sirovine biopolimera .....	9
2.2.1. Polisaharidi.....	9
2.2.2. Bjelančevine .....	11
2.2.3. Alifatski poliester.....	12
3. GREENWASHING .....	14
4. UTJECAJ NA OKOLIŠ.....	16
5. PERCEPCIJA ODRŽIVE AMBALAŽE .....	17
6. PRAKTIČNI DIO .....	18
6.1. Nedostaci dizajna .....	22
7. ZAKLJUČAK .....	23
8. LITERATURA.....	24

## 1. UVOD

Danas je tržište gotove hrane veće nego ikada prije te nastavlja rasti. Ugostiteljski objekti uvode opciju dostave hrane, otvaraju se kuhinje koje pripremaju hranu samo za dostavu. Veliko i rastuće tržište, koje se gotovo u potpunosti služi jednokratnom ambalažom, dovodi u pitanje nastalu količinu otpada. Ambalaža gotove hrane izvršava važnu ulogu zaštite hrane od vanjskih utjecaja i očuvanje njezinih svojstava, također služi transportu do potrošača. Materijali koji su danas najviše korišteni za ambalažu su papir ili karton, aluminij te polimeri. Polimeri iz fosilnih izvora dominiraju tržištem zbog vrlo niske cijene te povoljnih mehaničkih i kemijskih svojstava.

Unatoč dobrim karakteristikama polimera plastike kao ambalaže proizvoda, nakon korištenja postaju otpad kojeg nije lako zbrinuti. Neefikasno skupljanje materijala za recikliranje te neisplativost recikliranja određenih materijala poput stiropora, dovodi do nakupljanja velikih količina otpada na odlagalištima. Razvojem biopolimera, materijala nastalih iz prirodnih izvora koji su biorazgradivi i u nekim slučajevima kompostabilni, uvodi se nova vrsta materijala na tržište gotove hrane. Biopolimeri čine vrlo mali dio tržišta ambalaže, usprkos ekološki povoljnijim svojstvima. Visoka cijena, lošija mehanička svojstva te manjak infrastrukture za proizvodnju koči širu primjenu biopolimera u industriji. Po mišljenjima potrošača ugostiteljski objekti imaju odgovornost pokrenuti inicijativu korištenja biopolimera u ambalažne svrhe, ali također očekuju da je cijena biopolimera usporediva ili povoljnija od cijene konvencionalnih materijala.

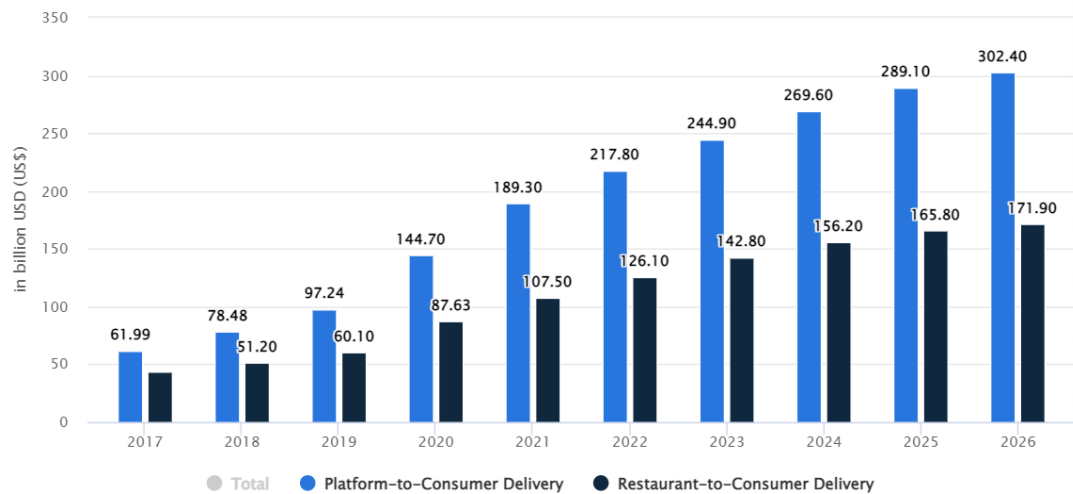
Praktični dio rada imao je cilj dizajnirati ambalažu za dostavu gotove hrane koja bi se mogla primijeniti za široki raspon jela, od materijala koji su ekološki prihvatljivi. Dizajn uzima u obzir kako će ambalaža odraditi svoju ulogu zaštite i transporta te kakav će utjecaj na okoliš imati ambalaža kao otpad nakon korištenja. Kombinacija je kartona koji nije u kontaktu s hranom i biopolimera za posudu jela. Karton je pogodan za recikliranje ili ponovno korištenje ako nema oštećenja, a biopolimer je biorazgradiv ili čak i kompostabilan.

## 2. TRŽIŠTE DOSTAVE GOTOVE HRANE

Način na koji se konzumiraju obroci drastično se promijenio u zadnja dva desetljeća. Dostava gotove hrane bila je limitirana na takozvanu „brzi hranu“ kao što su pizze, hamburgeri i slično. No danas kupci imaju širok raspon izbora. Industrija dostave hrane danas vrijedi više od 150 milijardi USD (Slika 1). Iako je industrija dostave gotove hrane godinama postepeno rasla, tijekom COVID-19 pandemije došlo je do njezinog masivnog rasta. Promet je postao preko dva puta veći nego što je to bio prije pandemije, a svaka godina prije imala je postepen rast od 8% (Slika 2). [1]

Dostava hrane se utemeljila u društvu, dovelo je do razvijanja novih online platformi i aplikacija koje spajaju kupce i ugostiteljske ustanove te mijenja način na koji ugostitelji posluju. Tijekom pandemije broj potrošača koji su konzumirali obrok unutar restorana se drastično smanjio te su ugostitelji morali okrenuti dostavi gotove hrane. Dostava jela u usporedbi s posluživanjem unutar ugostiteljskog objekta donosi manji profit ugostiteljstvu. Dostava koja se provodi preko online platforme ili aplikacije naplaćuje naknadu ugostiteljima za korištenje. Ugostiteljima je profit usluge zanemariv ili nepostojeći nakon pokrivanja svih troškova. Prosječni profit ugostiteljima prije plaćanja usluga platformi je u rasponu od 7% do 22% ukupne cijene, dok platforme za usluge dostave mogu imati naknade od 15% do 30%.

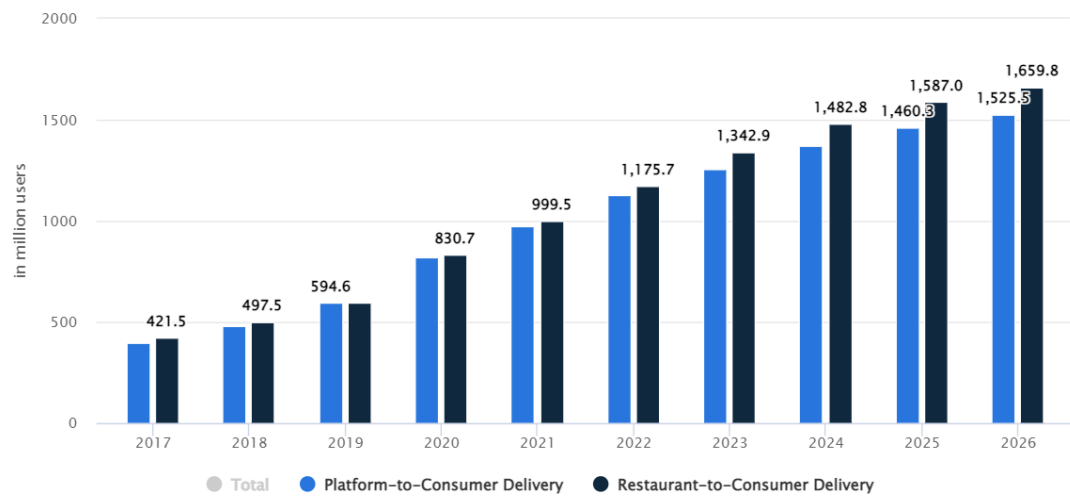
Rizik ugostiteljskim objektima stvara novi trend virtualnih kuhinja, takozvani „*ghost kitchens*“, koji se još mogu zvati i restorani samo za dostavu. Pojam virtualna kuhinja razlikuje se od virtualnog restorana, virtualni restoran je jedan određeni brend hrane dok virtualna kuhinja nije vezana za jedan brend te se u njoj može proizvoditi više vrsta hrane. Princip rada je ponuda samo za van, to jest dostavu. Virtualne kuhinje su se počele pojavljivati 2015. godine, ali nagli porast je nastao tijekom COVID-19 pandemije. Mnogi restorani su prešli na princip virtualne kuhinje tijekom karantene da minimaliziraju gubitke i nastave poslovati. Kako nemaju troškove ugostiteljskog objekta, virtualne kuhinje i restorani gube manje profita na plaćanje platformi za dostavu što ih stavlja u prednost. Restorani, da izbjegnu ovaj trošak, se vraćaju na vlastitu dostavu ili opciju preuzimanja hrane u objektu. [1,2]



Most recent update: Dec 2021

*Slika 1 Prihod tržišta dostave gotove hrane po godinama*

(<https://www.statista.com/outlook/dmo/eservices/online-food-delivery/worldwide#revenue>)



Most recent update: Dec 2021

*Slika 2 Korisnici tržišta dostave gotove hrane po godinama*

(<https://www.statista.com/outlook/dmo/eservices/online-food-delivery/worldwide#revenue>)

### 3. MATERIJALI AMBALAŽE GOTOVE HRANE

#### 3.1. Papir i karton

Papir i karton su materijali koji se najviše odnosi pojam „*greenwashing*“ gdje se proizvod oglašuje kao više ekološki prihvatljiv nego što zapravo je. Papir se može u potpunosti reciklirati, ali papir u industriji ambalaže gotove hrane nije uvijek podložan reciklaži, iako se reklamira kao ekološki povoljnija alternativa drugih materijala što nije u potpunosti istina. Kod recikliranja papirnate ambalaže gotove hrane treba uzeti u obzir je li papirnati materijal premazan slojem plastike za poboljšanje otpornosti na hranu te ako je došlo do upijanja hrane. [3,4]

Papir i karton je često korišten materijal u industriji gotove hrane i pića. Papirnati ubrusi se nude uz narudžbe, papirnati škartoci ili papirnate vrećice, ne mogu se reciklirati ako su došli u kontakt s većom količinom hrane osobito ako se radi o masnoći. Određene papirnate vrećice djelomično mogu biti od plastične folije što otežava recikliranje zbog različitih materijala. Nadalje papirnate šalice, koje se često koriste za topla pića kao kave i čajeve, su premazane na unutrašnjoj strani premazom polimera iz fosilnih izvora, te nije prikladno za reciklažu u većini reciklažnih pogona. Posude za gotovu hranu su najčešće u obliku složene kutije s otpornim plastičnim premazom kao i šalice, koriste se za azijski tip hrane (Slika 3). Problematične su za recikliranje jer su višeslojne te ako dođe do upijanja hrane u papir nisu pogodne za reciklažu. Možda najpoznatija ambalaža od kartona je kutija za dostavu pizze, sastoji se od ne premazanog kartona te se može reciklirati, ali samo oni dijelovi koji nisu upili masnoću iz hrane, to je najčešće poklopac dok se donji dio mora odložiti u otpad. Iako papirnatu ambalažu nije moguće uvijek reciklirati papir je biorazgradiv. Problem „*greenwashing*“ papira je sortiranje nepovoljnih papirnih predmeta za recikliranje što dovodi do kontaminacije cijele skupine papirnog materijala u reciklažom pogonu. [3,5,6]





*Slika 3 Ambalaža za gotovu hranu od kartona*

*(<https://www.webstaurantstore.com/guide/651/disposable-take-out-containers-guide.html>)*

### **3.2. Aluminij**

Aluminijska ambalaža za dostavu gotove hrane (Slika 4) je često aluminijska posuda koju zatvara poklopac od kartona. Aluminijske posude održavaju toplinu te su dobar izbor za tekuća i masna jela. Aluminij korišten za proizvodnju posude sastoji se od 32% recikliranog aluminija te 68% novonastale sirovine. Posuda se izrađuje procesom ekstrudiranja aluminija. Prema podacima na području Europske unije 54% aluminijskih posuda se reciklirano, a 46% ide na odlagalište otpada. Aluminijske posude se u potpunosti mogu reciklirati uz uvjet da se isperu svi ostaci hrane. Hrana je nepoželjna u procesu recikliranja te može kontaminirati cijelu masu materijala koja se zatim neće moći reciklirati. [3,5]



*Slika 4 Ambalaža za gotovu hranu od aluminija*

*(<https://www.webstaurantstore.com/guide/651/disposable-take-out-containers-guide.html>)*

### **3.3. Polimeri**

#### **3.3.1. Polipropilen - PP**

Polipropilen je materijal dobiven preradom fosilnih goriva. Za dostavu gotove hrane PP je u obliku tvrde plastike. Prema istraživanju Europske unije samo 11 posto PP posuda gotove hrane su reciklirane, 44 posto je spaljeno te 45 posto završi na odlagalištu otpada. [3,5]



*Slika 5 Ambalaža za gotovu hranu od plastike*

*(<https://www.webstaurantstore.com/guide/651/disposable-take-out-containers-guide.html>)*

### 1.1.1. Ekspandirani polistiren – EPS

Ekspandirani polistiren ili EPS se još naziva stiropor ili još bijeli stiropor. Materijal je koji se dobiva preradom fosilnih goriva, a posude se dobivaju ekstrudiranjem. Posude od EPS-a prevladavaju na tržištu zbog svoje niske cijene i funkcionalnosti. Ako usporedimo s drugim materijalima kao aluminij i PP plastika, proizvodnja EPS-a troši najmanje energije. No primarni nedostatak EPS-a je odlaganje nakon korištenja jer nije moguće recikliranje. Postupak recikliranja nije isplativ stoga posude od stiropora završe na odlagalištu otpada ili spaljene. [5]



*Slika 6 Ambalaža za gotovu hranu od polipropilen/stiropora*

*(<https://www.webstaurantstore.com/guide/651/disposable-take-out-containers-guide.html>)*

## **2. BIOPOLIMERI**

Materijali koji se pomoću živih organizama razgrađuju na potpuno prirodne elemente poput ugljičnog dioksida i vode nazivaju se biorazgradivi polimeri – biopolimeri. Biopolimeri mogu biti prirodnog porijekla, bazi obnovljivih sirovina ili iz fosilnih goriva, Biopolimeri nalaze primjenu u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Imaju širok raspon struktura i svojstava. [7]

Razlikuju se biopolimeri koji su biorazgradivi i oni koji su kompostabilni. Kompostabilni materijal se treba razgraditi u određenom vremenskom periodu, prema europskom standardu EN 13432, prema kojemu nakon 6 mjeseci 90% ili više materijala se mora razgraditi. Produkti kompostiranja materijala su primarno ugljični dioksid, voda i mineralno gnojivo – kompost. Biorazgradivi biopolimeri neće pridonijeti stvaranju komposta, a proces razgradnje materijala je CO<sub>2</sub> neutralan. Kompostabilni biopolimeri povoljniji su ekološki izbor time što pridonose proizvodnji komposta. [7,8]

Biopolimeri trenutno zauzimaju manje od 1% udjela proizvedene plastike 2021., iste godine proizvodnja plastike je dosegla 367 milijuna tona. Očekivano je četverostruko povećanje proizvodnje biopolimera u narednih pet godina, a za kapacitet proizvodnje predviđeno je trostruko povećanje. Od ukupnog udjela proizvedenih polimera 48% se koristi za prehrambenu ambalažu. [8]

### **2.1. Biopolimeri u funkciji ambalaže za gotovu hranu**

Za pakiranje tekuće hrane, biopolimer bi trebali imati sličan otpor, inerciju, dugoročnu stabilnost i prozirnost kao i konvencionalna plastika, npr. polietilen tereftalat (PET). Do sada samo PLA i njegovi kompoziti mogu zadovoljiti ove specifikacije za pakiranje tekuće hrane. Nažalost, takva ambalaža ima ograničenja,

Suha hrana posebno je osjetljiva na vlagu te mora biti zaštićena od ovlaživanja kako bi se izbjegao gubitak hrskavosti ili ljepljivost hrane. Zbog visoke osjetljivosti na vodu, jednoslojni ili nemodificirani biopolimeri nisu prikladni. Polimlaktidna kiselina (PLA), polihidroksialkanoati (PHA) i njihovi derivati pokazuju najnižu propusnost vodene pare u usporedbi sa skupim agropolimerima kao što je gluten, škrob i njihovi derivati. Dobra alternativa može biti kombinacija biopolimera i jeftinih agropolimera (vlakna) kako bi se dobio dvoslojni ili kompozitni sloj s nižom osjetljivošću na vodu i smanjeni troškovi

proizvodnje. Biopolimeri se već koriste za pakiranje suhe hrane sa srednjoročnim ili dugoročnim rokom trajanja. Biopolimeri koji se trenutno koriste za takve primjene uglavnom se temelje na PLA, papiru i drugim celuloznim vlaknima.

## 2.2.Sirovine biopolimera

Biopolimeri dobiveni iz biljnih ili životinjskih biomasa mogu biti u obliku polisaharida i bjelančevina. Polisaharidi su dio razvijanja i rasta svakog živog organizma, a bjelančevine se nalaze u svakoj stanici organizma. Mogu se podijeliti na tri različite kategorije u sektoru ambalaže za hranu. Biopolimer kao materijal može biti od molekula bjelančevina, lipida ili polisaharida, također se više vrsta može kombinirati kako bi se dobila određena svojstva materijala. [7]

Tablica 1 Podjela sirovina biopolimera

<b>Polisaharidi</b>	<b>Bjelančevine</b>	<b>Alifatski poliestar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alginat</li> <li>• Celuloza</li> <li>• Karagenan</li> <li>• Hitin/kitozan</li> <li>• Curdlan</li> <li>• Gellan</li> <li>• Pululan</li> <li>• Pektin</li> <li>• Škrob</li> <li>• Ksantan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Želatina</li> <li>• Kolagen</li> <li>• Protein soje</li> <li>• Protein sirutke</li> <li>• Zein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimlaktidna kiselina (PLA)</li> <li>• Polihidroksibutirat (PHB)</li> </ul>

### 2.2.1. Polisaharidi

Alginat je neprobavljiv polisaharid koji se proizvodi i skuplja od smeđih algi, molekularna struktura alginata je nerazgranata i izrađena od linearnih binarnih kopolimera. Jestive folije na bazi alginata se sve više koriste te imaju bolje kvalitete smanjenja dehidracije, boljeg izgleda i poboljšanih mehaničkih svojstava u usporedbi s plastičnom folijom. [7]

Celuloza je član obitelji polisaharida i napravljena je od međusobno povezanih jedinica glukoze. To je jedan od najzastupljenijih organskih polimera na zemlji i važan dio strukture zelenih biljaka i algi. [7]

Karagenan je izvrstan prirodni, jestivi biopolimer. Ima dobre sposobnosti stvaranja folije. Ova skupina prirodnih polimera obično se ekstrahira od crvenih morskih algi i ponekad se uzgajaju, posebno u tropskim zemljama. Često se koristi u prehrambenoj industriji za svojstvo formiranja emulzija i gelova za stabilizaciju masti. [7]

Hitin je drugi najzastupljeniji polisaharid u prirodi nakon celuloze. Hitin je ekološki prihvatljiv, kompatibilan, funkcionalan, i posjeduje antibakterijska svojstva. Kotozan, također nadovezuje funkcionalne tvari poput minerala ili vitamina. Zbog antibakterijskih svojstava mogu biti bolji izbor materijala u odnosu na druge materijale za pakiranje na prirodnoj bazi. Moguća je modifikacija u gelove, folije, vlakna, spužve ili nanočestice, [7]

Curdlan je linearni polisaharid glukoze netopljiv u vodi. Smatra se nutritivnim vlaknom sa svojstvima želatine, zagrijavanjem u vodenoj otopini ima mogućnost pretvorbe u elastični gel. Uglavnom se proizvodi od mikroorganizama *Alcaligenes faecalis* i nepatogene vrste *Agrobacterium*. [7]

Gallan je biokompostabilan, netoksičan i biorazgradiv, također je stabilan u prisustvu kiselina, lužina i enzima, u rasponu od 2 do 10 pH vrijednosti. Gallan je otporan na više temperature i sprječava upijanje masnoća. Sada se komercijalno proizvodi od vrsta mikroorganizama *S. paucimobilis*. [7]

Pullulan je netoksičan, biorazgradiv, nekancerogen, mehanički jak i jestiv biopolimer. Razgrađuju se na temperaturi od 250 do 280 C, Povoljan je za stvaranje folija i fleksibilnih premaza. Pullulan ima visoku topljivost u vodi, ali je netopiv u organskom otapalu. Ponekad su jestive pululanske folije obložene antimikrobnim spojevima za produljenje vijeka trajanja te za poboljšanje zaštite prehrambenih proizvoda. Pullulan se proizvodi industrijski fermentacijom gljive *Aureobasidium pullulans*, koja se obično nalazi u tlu, vodi ili biljnim materijalima. [7]

Pektin je razgranati heteropolisaharid, čija je struktura je građena od jedinica galakturonana zajedno s ksilozom, arabinosom, ramnozom, galaktozom i drugim

neutralnim šećerima. Izvori sirovine su mnogobrojni, komercijalno ekstrakcija pektina se događa iz voća na bazi citrusa i jabuke. Također se može izvući iz nekoliko drugih plodova kao i njihovih nusproizvoda, npr: kora manga, pulpa šećerne repe, ljuska soje, glavica suncokreta, kora od banane i slično. U prehrambenoj industriji koriste se pektinski polimeri za izradu probavljivih premaza i folija. Premazi na bazi pektina kao prirodne barijere kontroliraju razmjenu plinova, vlage, tekućina i hlapljivih tvari između okoliša i proizvoda pakiranog u ambalaži te posjeduje antibakterijska svojstva. [7]

Škrob se lako može odvojiti od ostalih komponenti, ovisno o svom različitom botaničkom izvoru, granule škroba imaju različite oblike, veličine, strukture i kemijski sastav. Škrob se sastoji od dva glavna polisaharida, a to su amiloza i amilopektin. Također imaju mali broj drugih molekula kao što su lipidi i proteini. Folije od škroba nastaju kada se želatinasti škrobni talog ohladi nakon prerađivanja u vodenoj otopini, disperzirane molekule amiloze ponovno se povezuju u fleksibilne gelove. Mogu potisnuti razmjene plinova što rezultira odgođenom oksidacijom. Škrob se dobiva od mnogih poljoprivrednih biljaka kao što su pšenica, grah, kukuruz, krumpir, riža itd. Škrob čini 60% sastava zrna žitarica. [7]

Ksantan guma je izvanstanični polisaharid, relativno visoke molekularne mase. Poznat je kao važan komercijalni mikrob hidrokoloid koji se koristi u prehrambenoj industriji kao zgušnjivač, stabilizator itd. Ksantan može utjecati na mehanička svojstva i upijanja vlage škrobne folije. Komercijalno nastaje iz bakterije *Xanthomonas campestris*. [7]

### 2.2.2. Bjelančevine

Kolagen je vlaknaste prirode, lako dostupan, netoksičan i može pružiti izvrsnu osnovu za razvoj biopolimera. Može biti otopljen u razrijeđenoj kiselini, lužini ili organskim otapalima. Kolagen se koristi za proizvodnju jestivih folija i obloga od životinjskih bjelančevina, Kolagenska folija pokazuje izvrsno svojstvo prepreke kisika na 0% relativne vlažnosti, ali propusnost raste s povećanjem relativne vlažnosti. Izvori ovog proteina su životinjsko tkivo, kože, kosti i tetive, koji čine oko 30% ukupne mase tijela. [7]

Želatina se koristi za izradu jestivih premaza i folija. Materijalima daje svojstvo biorazgradivosti i dobra svojstva geliranja. Svojstva želatine će biti drugačija ovisno o

strukturama amino kiselina, molekulskoj težini, metodi ekstrakcije te prijašnjoj obradi materijala. Premaz i filmovi na bazi želatine stvaraju barijeru za plin, vodu, ulje, aromu i okusa, koji se iskorištavaju za zaštitu hrane. Komercijalni izvori želatine su svinjska koža (80%), goveđa koža (15%), a ostala želatina dolazi iz svinjske kosti, goveđe kosti i ribe (5%). [7]

Bjelančevine soje imaju veliki potencijal zbog svojih svojstava biokompatibilnosti, razgradivosti i sposobnosti stvaranja folija. Emulgiranje i teksturiranje su dvije glavne karakteristike sojinih bjelančevina u prehrambenoj industriji. Nalazi se u tri različita oblika kao što je sojino brašno (SF), koncentrat bjelančevine soje, i izolat bjelančevine soje (SPI). Može koristiti u prehrambenoj industriji za proizvodnju materijala kao što su plastika, ljepila i materijali za pakiranje. [7]

Bjelančevine sirutke (*engl. Whey protein*) može se rastaviti i umrežiti na novi polimer pod određenim uvjetima, zbog toga je povoljno za proizvodnju folije za pakiranje hrane i premaze. Bjelančevina sirutke se ističu zbog svoje optičke vidljivosti i barijernih svojstava prema plinovima u usporedbi s postojećim biopolimerima. Bjelančevina sirutke se koriste za proizvodnju folija i premaza koje se koriste kao zamjena sintetičkih polimera u ambalaži prehrambeni proizvoda. Bjelančevina sirutke se dobiva iz mlijeka životinja, u procesu izrade sira je nusproizvod. [7]

Zein je bjelančevina prolaminske skupine te ima hidrofobne karakteristike. Zein je jedan od najvažnijih biopolimera koji stvaraju folije u prehrambenoj industriji. Najvažnije karakteristike biopolimera na bazi zeina su: jedinstvena sposobnost stvaranja filma, topivost u organskim otopinama to jest etanolu, kompatibilan je s većinom prirodnih antioksidansa i antibakterijski sredstava. Folije i premazi od zeina posjeduju dobru propusnost plinova. Zein je bjelančevina biljnog izvora, to su najčešće žitarice, više od polovice proizvodnje čini kukuruz, a koriste se i ječam, pšenica, raž i sirak. [7]

### 2.2.3. Alifatski poliester

Polimlaktidna kiselina (PLA) se dobiva od šećera ili škroba. Povoljan je materijal za ambalažu hrane jer je netoksičan, biorazgradiv i kompostabilan, ali potrebno je industrijsko kompostiranje za razgradnju. PLA biopolimeri mogu zamijeniti polistiren. Posjeduje dobra plastična svojstva, može biti proziran te je mehanički jak. Čaše i boce



od PLA mogu se koristiti za izradu ambalaže namijenjene za gotova jela i pića, iako se ne mogu usporediti sa svojstvima dugotrajnosti i niske vodopropusnosti koja posjeduju PET (polietilen tereftalat) proizvodi. Unatoč tome mogu se primijeniti za kratkotrajnu upotrebu kao što je slučaj konzumiranja gotovih jela (Slika 7). Za proizvodnju jednokratnih predmeta kao: posuda za gotova jela, čaše za pića, tanjure i pribor za jelo, PLA te mješavine PLA i škroba su usporedni u kvaliteti konvencionalnoj plastici i polietilen obloženim papirom ili kartonom. [8,7] PLA ima specifičnu strukturu mliječne kiseline, kada se PLA pomiješa s prirodnim antimikrobnim sredstvima kao što su hitin, srebro zeolita i lizozima, pokazuje inhibirajuće učinke protiv određenih mikroorganizama. Među tim mikroorganizmima više su *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylo coccus aureus* i *Micrococcus lysodeikticus*. Otpad PLA mogu u potpunosti razgraditi mikroorganizmi u prirodi. [7]



Slika 7 Ambalaža za gotovu hranu od PLA

(izvor: <https://ecopack.ee/en/pla-deli-containers/480-pla-containers-250-ml-hinged-lid.html>)

Polihidroksibutirat (PHB) je prirodni termoplastčni poliester koji posjeduje mehanička svojstva koja su usporediva sa sintetičkim razgradivim poliesterima kao što su poli L-laktidi. PHB se sintetizira fermentacijom različitih izvora ugljika pomoću mikroorganizama, *Ralstonia eutropha* je najšire proučavan, zbog velike sposobnosti akumulacije biopolimera. Najčešći se sintetiziraju poli3-hidroksibutirat (PHB), polihidroksivalerat (PHV) i kopolimer PHB i PHV (PHBV). Ostali akumulacijski mikroorganizmi PHB biopolimera su *Halomonas boliviensis*, *Haloferax mediterranei* i *Bacillus megaterium*. PHB biopolimeri ili kompoziti se koriste u prehrambenoj industriji za potrebe pakiranja. [7]

### 3. GREENWASHING

*Greenwashing* je čin zavaravanja potrošača u pogledu utjecaja na okoliš od strane tvrtke vezan uz ekološke prednosti proizvoda ili usluge. Pojam *greenwashing* se razvio kako su potrošači zamijetili nedosljednost između tvrdnji tvrtke o povoljnosti za okoliš te stvarnog utjecaja proizvoda ili usluga tvrtke na okoliš. Izraz dolazi iz 1980-ih kad je Jay Westerveld uočio nedosljednost u hotelima koji nisu imali programe recikliranja, ali su poticali ponovnu upotrebu ručnika. Westerveld je optužio hotele za davanje lažnih tvrdnji o ekološkoj odgovornosti jer su hoteli prihvatili samo ekološki odgovorne prakse koje bi smanjile troškove. Princip *greenwashing*-a je pretpostavka kako tvrtka se zalaže kao ekološki prihvatljiva samo u svrhu zarade. Neke tvrtke pokušavaju izbjeći ovu pretpostavku donirajući dio zarade u dobrotvorne svrhe, no i ovo može djelovati motivirano profitom od strane javnosti. [4,9]

Kritična skupina ljudi identificirala je primjere *greenwashing*-a te su ih podijelili s javnosti preko platformi kao YouTube, blogovi, te web stranice fokusirane na *greenwashing*. Organizacije koje su izradile kriterije *greenwashing*a uključuju Greenpeace (n.d.), *EnviroMedia Social Marketing and the University of Oregon*, *TerraChoice Environmental Marketing* i povjerenstvo za oglašavanje. Određene platforme nude mogućnost participacije javnosti u procjeni *greenwashing*-a tvrtki. Omogućena je usporedba mišljenja javnosti s rezultatima istraživanja stručnjaka. [4]

Tvrtke se mogu predstavljati kao ekološki prihvatljive ili "zelene" jer potrošači imaju ograničene informacije o poslovanju organizacije i njihove održive poslovne prakse. Kritičari su zabrinuti da iza upadljivih reklama, malo se zapravo radi za zaštitu okoliša. Temeljni stavovi o načinu poslovanja mogu utjecati na uvjerenja ljudi o tome jesu li tvrtke uključene u *greenwashing*. Istraživanje je provedeno na primjeru tvrtke Starbucks, tvrdnje ekološke povoljnosti, javne objave, komentari kritičara te odgovor tvrtke na kritike.

U mnogim slučajevima, potrošačima je nedostajalo snage kada djeluju kao pojedinci. S današnjom tehnologijom, međutim, pojedinci mogu koristiti nove medije za kolektivno izražavati pitanja i pritužbe. Društveni mediji imali ogroman utjecaj na stvaranje direktne linije komunikacije javnosti i tvrtki. Potrošači postaju sve svjesniji društvene odgovornosti poduzeća te su očekujući više informacija od tvrtki.

Bitno je da tvrtke osiguraju načine za javnu provjeru točnosti ekoloških tvrdnji. Neki stručnjaci također preporučuju tvrtkama da objave kvantitativne rezultate mjera kontrole emisija u zrak, zagađenja vode, odlaganja opasnog otpada, potrošnje energije i emisija stakleničkih plinova. U potrazi za informacijama, potrošači traže autentičnost u marketingu tvrtki i ekoloških tvrdnji. Kako sve više tvrtki prihvaća zelene kampanje, potrošači sve su više zbunjeni oko toga što znači biti „zelen“. [4]

U slučaju ambalaže dostave hrane *greenwashing* se pojavljuje u više pogleda. Najveća zabluda se tiče papirnatih šalica. Iako se papir može reciklirati unutrašnja strana ambalaže je obložena slojem polimera što pospješuje svojstva pohrane tekućine, ali otežava njihovo recikliranje. Mnoga reciklažna dvorišta ne mogu reciklirati papirnatu šalicu obloženu polimerom te se preporučuje njihovo odlaganje u otpad, ne za recikliranje. [4]

#### 4. UTJECAJ NA OKOLIŠ

Pogrešno upravljanje otpadom stvara posljedice za okoliš. Oslobađa stakleničke plinove čime doprinosi globalnom zatopljenju. Nepravilno zbrinut plastični otpad se može pojaviti u staništima životinja i ugrožavati njihovu kvalitetu života. Naročito su ugrožene morske životinje koje se zapetljaju u otpad, progutaju ga misleći da je hrana što može uzrokovati gušenje. Proizvodnja plastike i spaljivanje plastičnog otpada također emitira stakleničke plinove. GHG (etilen i metan) emisije za plastiku na kraju životnog vijeka se često zanemaruju kad se raspravlja o utjecaju proizvodnje plastike kako se gleda na emisije plinova tijekom proizvodnje, ali ne i emisije plastike na odlagalištima.

GHG se emitiraju prilikom razgradnje plastike te se ispuštaju u okolišu kada su izloženi sunčevoj svjetlosti. Proizvodnja plastike i spaljivanje plastičnog otpada u Europi doprinosi oslobađanju oko 400 milijuna tona ugljičnog dioksida godišnje. Smanjenje proizvodnje novih plastičnih proizvoda za jednokratnu upotrebu smanjit će onečišćenje plastikom i obuzdati emisije stakleničkih plinova. Smanjivanje proizvodnje plastike jednokratne upotrebe neće biti sasvim dovoljno za smanjenje emisije stakleničkih plinova ili utjecaja na okoliš tako da je implementacija materijala koji su ekološki povoljniji potrebna za efikasnije smanjenje utjecaja na okoliš. [10]

Preko 76% sve plastike ikada napravljene sada je otpad na odlagalištima, spaljena ili bačena u okoliš, stvarajući nepovratan negativan utjecaj na okoliš. Samo gospodarenje otpadom nije dovoljno da suzbije rastuću globalnu količinu plastičnog otpada. Trenutne globalne stope recikliranja su niske, samo oko 9%, a gotovo 90% plastike se izvozi u zemlje u razvoju. Infrastrukture za recikliranje ili spaljivanje su često neadekvatne u tim zemljama.

## 5. PERCEPCIJA ODRŽIVE AMBALAŽE

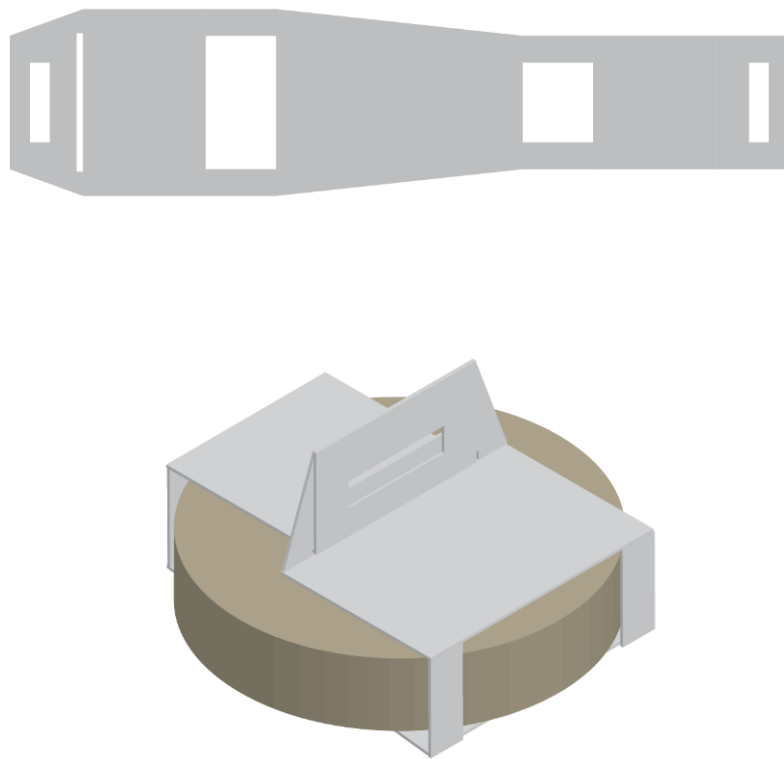
Prema istraživanju prevedenom u Vijetnamu potrošači smatraju plastiku najmanje ekološki prihvatljivim materijalom za ambalažu. S druge strane papir i biorazgradivi materijali se smatraju ekološki prihvatljivi. Potrošači preferiraju ambalažu koja je ekološki povoljnija no smatraju da odgovornost leži u dobavljačima. Potrebno je uključiti ekološki prihvatljive proizvode u izbor jer potrošači kupuju ono što je dostupno. Veliki brendovi imaju priliku započeti trend novih materijala u industriji. [11]

Predlaže se pokretanje inicijative unošenja ekološki prihvatljive ambalaže bez izravnih zahtjeva od strane potrošača, Ugostitelji i poslodavci su ti koji se trebaju upoznati s tehnologijom proizvodnje i korištenja ekološki povoljnijih materijala. Istraživanje je također uputilo na očekivanja potrošača o vizualnom izgledu ekološki prihvatljive ambalaže. Od ambalaže potrošači očekuju privlačan dizajn, funkcionalnost i prihvatljivu cijenu. Od dizajna se očekuju razne boje, prema istraživanju (Krah S., Todorovic T., Magnier L. 2019) ispitanici nisu zadovoljni s trenutnim izgledom ambalaže od papira ili kartona, za koje su smatrali da su ekološki povoljni. Dostupna ambalaža nije dovoljno raznolika i zanimljiva u izgledu. [11]

Potrošači očekuju minimalnu funkcionalnost od ambalaže, očuvanje proizvoda tijekom njegovog roka trajanja. Mnogo veći naglasak se daje na tržišnoj privlačnosti ambalaže. Funkcionalnost je bitnija od estetike te će potrošač izabrati manje estetski privlačnu ambalažu ako je njena funkcionalnost uspješnija. No ako dvije vrste ambalaže imaju podjednaku razinu funkcionalnosti prednost će imati ambalaže koja je estetski privlačnija. Nadalje u pitanje dolazi i cijena. U istraživanju koje su proveli (Krah S., Todorovic T., Magnier L. 2019) na području Vijatnama, ispitanici očekuju od ekološki povoljne ambalaže da bude iste ili niže cijene od konvencionalne ambalaže. Time je viša cijena glavna prepreka u probijanju ekološki povoljnih ambalaža na tržište. Od potrošača se ne može očekivati plaćanje više cijene već proizvođači imaju priliku preuzeti inicijativu u unapređenju i inovaciji isplativosti izrade. [11]

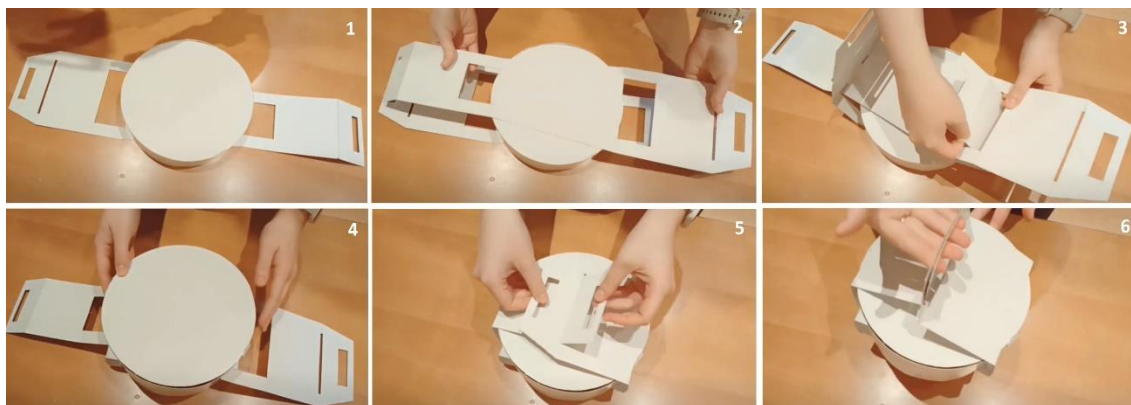
## 6. PRAKTIČNI DIO

Cilj razvoja ovog dizajna je stvaranje alternativnog načina korištenja usluge dostave gotove hrane. Korištenje ekološki povoljnih posuda za gotovu hranu samo jedan je dio usluge, posude dolaze često u plastičnim vrećicama s dodatnim predmetima kao pribor za jelo koji može biti plastični ili drveni, zamotani u plastični paket. Ovaj dizajn teži eliminaciji ekološki nepovoljnih posuda i dodataka u dostavi gotove hrane, ambalaža koja se odgovornim odlaganjem otpada može reciklirati i razgraditi u potpunosti. Naravno da dizajn neće odgovarati svakom obliku hrane, ali malim promjenama može se prilagoditi za oblik te volumen količine hrane.



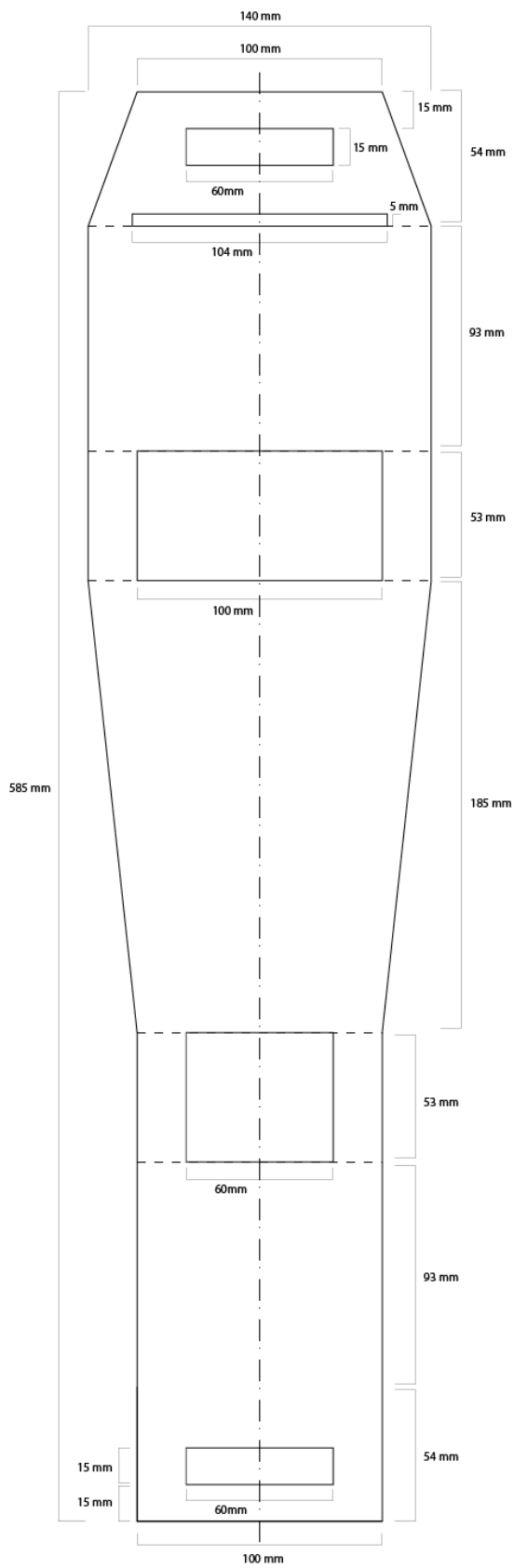
*Slika 8 Dizajn držača i držač s posudom*

Dizajn ove ambalaže može se podijeliti na dva dijela, „držač“ i „posude“ (Slika 8). Držač se postavi ispod posude i sa strana obuhvaća te na gornjoj strani, dva vrha držača su zakačeni jedan od drugog jer se jedan vrh provodi kroz rupu druge strane držača. Držači se također mogu nizati jedan na drugi neograničeno mnogo puta, koliko materijal držača može podržavati težine (Slika 9).



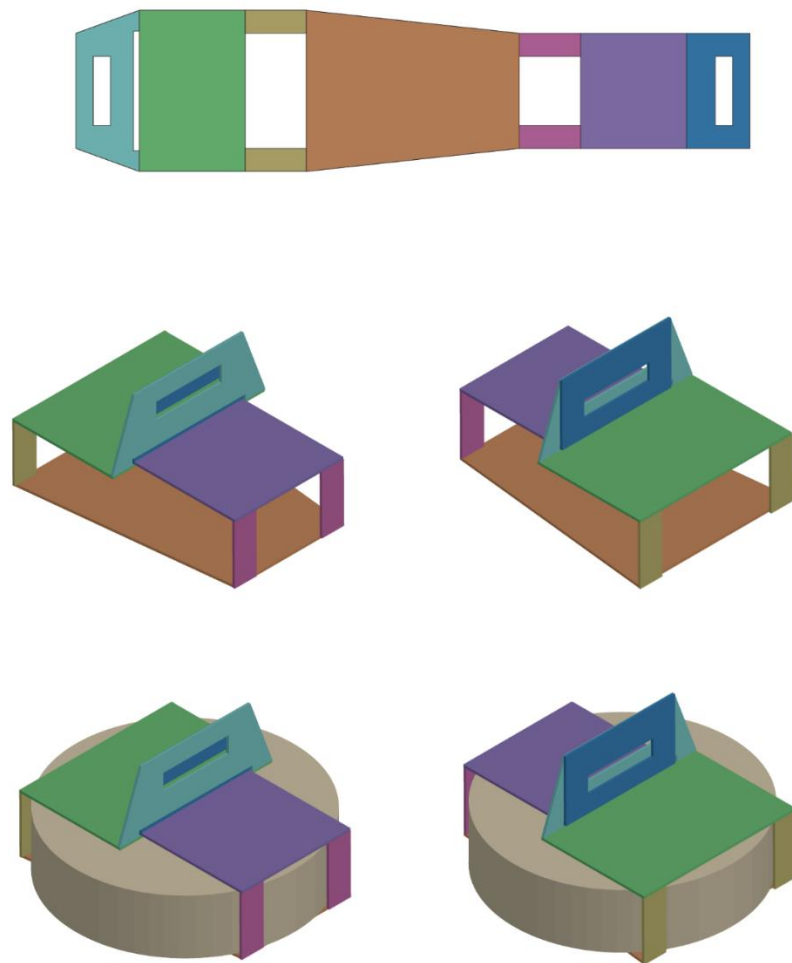
*Slika 9 Princip nizanja više držača i posuda*

Držač (Slika 10, Slika 11) je zamišljen da bude od kartona ili jednako jakog materijala koji je također ekološki povoljan, a kako ne dolazi do direktnog kontakta s hranom karton ima veliki potencijal recikliranja. Posude u dizajnu se zamišljene da budu od biopolimera, po mogućnosti kompostabilnog biopolimera. Posuda ne treba biti istog materijala, ovisno o vrsti hrane drugačiji biopolimeri će odgovarati. Posude samo trebaju biti istog oblika da funkcioniraju unutar dizajna, moraju biti sposobne podnositi težinu jedne ili više punih posuda. Cijeli koncept treba ispuniti kriterije: osnovne zaštitne funkcije ambalaže, funkcionalnost korištenja te ekološka prihvatljivost.



Slika 10 Nacrt držača

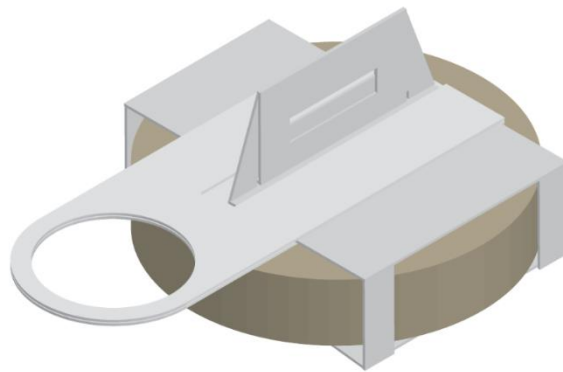
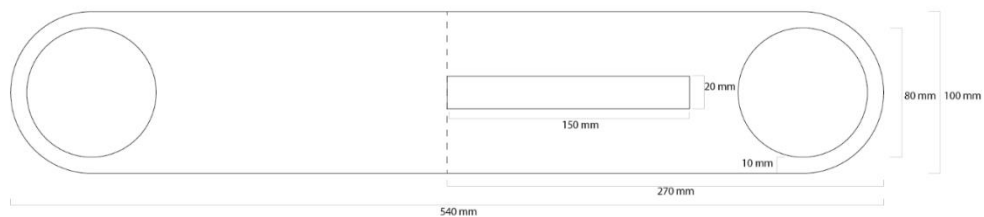




*Slika 11 3D prikaz sa segmentima držača*

Uz sam dizajn osmišljen je i princip korištenja. Za maksimiziranje potencijala zamišljen je sustav povrata, sličan povratu plastičnih boca samo umjesto boca su kartonski držači. Neoštećeni držači se mogu skupljati te zamijeniti za povlastice kao popusti i kuponi. Time se ponovno koristi predmet što je ekološki najpovoljnije rješenje. No kad se više ne može koristiti držač se jednostavno može odložiti za recikliranje papira. Biorazgradive posude omogućavaju brzo čišćenje, gdje u usporedbi s recikliranjem posuda polimera ili aluminija koje se moraju oprati da se mogu reciklirati biopolimer se može samo odložiti u biootpad zajedno s ostacima hrane bez čišćenja. Dizajn nudi minimalnu količinu otpada koji bi završio na odlagalištu.

Za dodatnu funkcionalnost dizajn poklopca može imati različita udubljenja ovisno o potrebama hrane koje se poslužuje. Na primjer može imati mjesto za pribor za jelo ili za dodatne umake i slično. Udubljenja ne oduzimaju mnogo mjesta od unutrašnjosti posude a njihova pozicija omogućava da se posude mogu slagati jedna na drugu. Dodatno slaganju posuda pomaže činjenica da je poklopac radi blago udubljenje u posudu kada se zatvori te time stvara mjesto gdje će sljedeća posuda ulegnuti i time je nastalo stabilniji objekt. Također za potrebe pića mogu se dodati jednostavni dodaci koji omogućuju prijenos pića uz gotov jelo (Slika 12).



*Slika 12 Nastavak za čašu*

### **6.1. Nedostaci dizajna**

Ograničenja biopolimera su također ograničenja ovog dizajna jer se oslanja na biopolimer kao materijal. Potreban je još razvoj materijala za vruću tekuću hranu, zadržavanje topline i otpornost na vlagu. Nadalje oblik ambalaže možda neće biti pogodan za sve vrste hrane, premalo, prenisko ili neodgovarajući oblik. Još jedna prekretnica može biti princip rada držača, ako će generalnoj publici biti kompliciran koncept bit će teže ga implementirati.

## 7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad obradio je tržište dostave gotove hrane, njegovo trenutno stanje i vrijednosti tržišta te kako je došlo njegovog rasta. Svake godine tržište je postepeno raslo, ali pandemija COVID-19 je uzrokovala značajni rast u količini prometa i novih korisnika. No rastom prihoda došlo je do direktnog porasta otpada jednokratne ambalaže gotove hrane. Istraživanja pokazuju da recikliranje nije efikasno rješenje nastalog otpada s globalnom stopom recikliranja od samo 9%, iako Europska unija potiče podizanje stope recikliranja i dalje će dio završiti na odlagalištu, u okolišu ili biti spaljeno. Materijali koji se danas najviše koriste u proizvodnji ambalaže, poput kartona, aluminija i plastike, nisu održivi za okoliš. Posebice plastika koja ima nisku stopu recikliranja te u okoliš ispušta stakleničke plinove i ugrožava biljni i životinjski svijet, primarno u morskim staništima.

Rad istražuje biopolimere kao zamjene za konvencionalne materijale ambalaže. Biopolimeri su biorazgradivi ili u neki slučajevima i kompostabilni, Sirovine za proizvodnju biopolimera mogu biti životinjske, biljne, gljive i mikroorganizmi. Izvor sirovina može biti i poljoprivredni otpad, time se koristi otpad jedne industrije za potrebe proizvodnje materijala drugih industrija. Mnogobrojne vrste biopolimera imaju razna svojstva koja se mogu prilagoditi širem rasponu jela.

Praktični dio rada predstavlja prijedlog dizajna ambalaže koja se fokusira na minimalizaciju negativnog utjecaja ambalaže kao otpada na okoliš. Sastoji se od više dijelova koji teže zamijeniti ne samo posude za hranu već, sveukupnu ambalažu prilikom dostave gotove hrane, Materijali namijenjeni za dizajn su karton koji je pogodan za recikliranje jer nema direktni kontakt s hranom te biorazgradivi biopolimer. Nedostaci rješenja su visoka cijena biopolimera. Nadalje rješenje nije prikladno za sve vrste gotove hrane, ali dizajn se može u određenoj mjeri prilagoditi po potrebi. S druge strane prednost su materijali koji su pogodni za recikliranje i biorazgradivi.

## 8. LITERATURA

1. Ahuja K., Chandra V., Lord V., Peens C. (2021), *Ordering in: The rapid evolution of food delivery*, McKinsey & Company, dostupno na: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ordering-in-the-rapid-evolution-of-food-delivery> datum pristupa: 12.6.2022.
2. McCauley C., *What Is a Ghost Kitchen?*, WebstaurantStore, dostupno na: <https://www.webstaurantstore.com/blog/2348/what-are-ghost-restaurants.html> datum pristupa: 12.6.2022.
3. Watsky D., (2022) *Wondering Which Takeout Containers Are Recyclable? Here's a Helpful Guide*, Cnet, dostupno na: <https://www.cnet.com/home/kitchen-and-household/which-takeout-containers-can-be-recycled/> datum pristupa: 22. 8. 2022.
4. Gallicano T. D., (2011), *A Critical Analysis of Greenwashing Claims*, The Public relations journal Vol. 5, No. 3, dostupno na: [https://www.researchgate.net/profile/Tiffany-Gallicano/publication/305438010\\_A\\_Critical\\_Analysis\\_of\\_Greenwashing\\_Claims/links/589756cda6fdcc32dbdbdefe/A-Critical-Analysis-of-Greenwashing-Claims.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tiffany-Gallicano/publication/305438010_A_Critical_Analysis_of_Greenwashing_Claims/links/589756cda6fdcc32dbdbdefe/A-Critical-Analysis-of-Greenwashing-Claims.pdf) datum pristupa: 22. 8. 2022.
5. Gallego-Schmid A., Mendoza J. M. F., Azapagic A., (2018), *Environmental impacts of takeaway food containers*, Journal of Cleaner Production 211 (2019) 417-427str.
6. Pelletier J., (2021.), *Should your takeout packaging go in the recycling bin, compost pile, or trash can? Here are some tips*, Bostone Globe, dostupno na: <https://www.bostonglobe.com/2021/03/02/lifestyle/should-your-takeout-packaging-go-recycling-bin-compost-pile-or-trash-can-here-are-some-tips/> datum pristupa: 22. 8. 2022.
7. Saha T., Hoque E., Mahbub T., (2020), *Advanced Processing, Properties, and Applications of Starch and Other Bio-Based Polymers*, poglavlje 13

Biopolymers for Sustainable Packaging in Food, Cosmetics, and Pharmaceuticals 197-214 str.

8. Markevičiūtė Z., Varžinskas V., (2022), *Smart Material Choice: The Importance of Circular Design Strategy Applications for Bio-Based Food Packaging Preproduction and End-of-Life Life Cycle Stages*, Sustainability
9. Aji H. M., Sutikno B., (2015), *The Extended Consequence of Greenwashing: Perceived Consumer Skepticism*, International Journal of Business and Information Vol. 10, No. 4, 433-468str, dostupno na: [https://www.researchgate.net/profile/Hendy-Aji/publication/296700585\\_The\\_Extended\\_Consequence\\_of\\_Greenwashing\\_Perceived\\_Consumer\\_Skepticism/links/56d93d3208aee1aa5f8060ed/The-Extended-Consequence-of-Greenwashing-Perceived-Consumer-Skepticism.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hendy-Aji/publication/296700585_The_Extended_Consequence_of_Greenwashing_Perceived_Consumer_Skepticism/links/56d93d3208aee1aa5f8060ed/The-Extended-Consequence-of-Greenwashing-Perceived-Consumer-Skepticism.pdf) datum pristupa: 22. 8. 2022.
10. Walker T. R., McKay D. C., (2021), *Comment on “Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic”*, Environmental Science & Technology (2021) 1339-1340 str.
11. Anh Thu N., Parker L., Brennan L., Lockrey S., (2019), *A consumer definition of eco-friendly packaging*, Journal of Cleaner Production (2019)