



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Renata Tomerlin

**OPTIMIZACIJA KOLORIMETRIJSKIH
VRIJEDNOSTI FLEKSIBILNE
AMBALAŽE NAKON POSTUPKA
STERILIZACIJE I OBRADJE VISOKIM
HIDROSTATSKIM TLAKOM**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2019.



University of Zagreb

Faculty of Graphic Arts

Renata Tomerlin

**OPTIMIZATION OF COLORIMETRIC
VALUES OF FLEXIBLE PACKAGING
AFTER STERILIZATION PROCESS AND
PROCESSING WITH HIGH
HYDROSTATIC PRESSURE**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2019



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Renata Tomerlin

**OPTIMIZACIJA KOLORIMETRIJSKIH
VRIJEDNOSTI FLEKSIBILNE
AMBALAŽE NAKON POSTUPKA
STERILIZACIJE I OBRADU VISOKIM
HIDROSTATSKIM TLAKOM**

DOKTORSKI RAD

Mentor:
izv. prof. dr. sc. Mario Tomiša

Zagreb, 2019.



University of Zagreb

Faculty of Graphic Arts

Renata Tomerlin

**OPTIMIZATION OF COLORIMETRIC
VALUES OF FLEXIBLE PACKAGING
AFTER STERILIZATION PROCESS AND
PROCESSING WITH HIGH
HYDROSTATIC PRESSURE**

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
Assoc. Prof. Mario Tomiša, PhD

Zagreb, 2019

UDK BROJ: 535.6:621.798:655

Imenovano Povjerenstvo za ocjenu doktorskoga rada:

1. prof. dr. sc. Nikola Mrvac, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik,
2. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član,
3. izv. prof. dr. sc. Damir Vusić, Sveučilište Sjever, vanjski član.

Imenovano Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada:

1. prof. dr. sc. Nikola Mrvac, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik,
2. izv. prof. dr. sc. Damir Modrić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član,
3. doc. dr. sc. Dean Valdec, Sveučilište Sjever, vanjski član,
4. doc. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenski član,
5. doc. dr. sc. Krunoslav Hajdek, Sveučilište Sjever, zamjenski vanjski član.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Mario Tomiša, Sveučilište Sjever

Datum obrane doktorskoga rada: 25. srpnja 2019.

Mjesto obrane doktorskoga rada: Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada donijelo je sljedeću odluku:

„Obrabila s ocjenom summa cum laude (*s najvećom pohvalom*) jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

Životopis mentora

Mario Tomiša rođen je 29. travnja 1972. godine u Koprivnici. Diplomirao je 1996. godine na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Magistrirao je 2007. godine na Fakultetu organizacije i informatike u Varaždinu. Na Grafičkom fakultetu u Zagrebu doktorirao je 2012. godine na poslijediplomskom doktorskom studiju “Grafičko inženjerstvo i oblikovanje grafičkih proizvoda”, s temom “Određivanje kvalitativnih kriterija dizajna grafičkoga proizvoda u procesu grafičke komunikacije” pod mentorstvom prof. dr. sc. Nikole Mrvca.

Nakon diplomiranja, 1996. godine radi u Marketingu i Korporativnim komunikacijama tvrtke Podravka. Od 2006. godine prelazi na posao kreativnog direktora tvrtke Skin 29, specijalizirane za dizajn i produkciju grafičkih i multimedijских sadržaja. Od 2010. godine zaposlen je na Veleučilištu u Varaždinu, a od 2012. godine prvo na Medijskom sveučilištu, kasnije na Sveučilištu Sjever, gdje radi kao prorektor Sveučilišnog centra Koprivnica. Tijekom godina član je uprava tvrtki: Skin 29, Superprint, Evalus 360, Kuglana i Media uni. Izvanredni je profesor u znanstveno-nastavnom zvanju i docent u umjetničko-nastavnom zvanju. Težište njegova dosadašnjeg rada kao i područje interesa najvećim dijelom je bilo usmjereno prema razvoju i vođenju projekata iz područja vizualnog komuniciranja (grafičkih, multimedijских i web projekata), razvoju i produkciji vizualnih identiteta te kreativnih kampanja.

Aktivni je sudionik na međunarodnim znanstvenim i stručnim skupovima. Objavio je 27 znanstvenih radova u časopisima i zbornicima međunarodnih konferencija koji su zastupljeni u relevantnim bazama podataka poput SCI Expanded, ESCI i Scopus, 9 stručnih radova i jednu knjigu, na temu multimedija, dizajna, tipografije, edukacije, grafičke tehnologije, tiskarstva i weba. Objavljeni radovi su upisani u bibliografiju hrvatskih znanstvenika Crossbi (www.bib.irb.hr) pod brojem znanstvenika 299690. Recenzirao je znanstvene i stručne radove za više međunarodnih časopisa. Održao je pozvano predavanje i grafičke izložbe na inozemnim sveučilištima: Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro u Brazilu te na College of Computing, Prince of Songkla University, Phuket Campus u Tajlandu. Član je znanstvenog i recenzentskog odbora

međunarodnog znanstvenog skupa Tiskarstvo i dizajn, član je znanstvenog odbora međunarodne konferencije tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija Blaž Baromić, član recenzentskog odbora međunarodne konferencije Matrib te član organizacijskog odbora međunarodne Foundrymen konferencije. Član je uredništva časopisa Tehnički glasnik, časopisa Acta graphica, kao i uredničkog vijeća časopisa Podravina te je član Upravnog vijeća Muzeja grada Koprivnice.

Mario Tomiša aktivno je sudjelovao u realizaciji znanstvenog projekta u okviru Nacionalnog znanstveno-istraživačkog programa "Evaluacija kvantitativnih i kvalitativnih kriterija procesa grafičke reprodukcije". Bio je mentor na 51 završnom studentskom radu. Dobitnik je četrdesetak nagrada za grafički i digitalni dizajn. Izlagao je na šest samostalnih izložbi i u suradnji s koautorima na još trinaest skupnih izložbi. Član je Mense i Hrvatskog dizajnerskog društva, te Društva grafičkih inženjera i prijatelja. Sudjelovao je u organizaciji više od stotinu koncerata, četrdesetak znanstvenih i stručnih gostovanja, izložbi, kazališnih predstava te umjetničkih akcija i performansa. Tečno govori i piše engleski jezik.

Veliku zahvalnost želim iskazati mentoru izv. prof. dr. sc. Mariju Tomiši koji mi je korisnim savjetima, usmjeravanjem, diskusijama i nesebičnom podrškom pomogao u izradi ovoga rada.

Veliku podršku dobila sam od tvrtke u kojoj sam zaposlena; bez financijske pomoći koju je osigurala Podravka d.d. ovaj rad ne bi bilo moguće realizirati.

Također želim zahvaliti tvrtkama koje su sudjelovale u izradi uzoraka za istraživački dio rada, Anilox d.o.o. i Aluflexpack Novi d.o.o., Umag.

Hvala članovima povjerenstva za obranu doktorske disertacije prof. dr. sc. Nikoli Mrvcu, izv. prof. dr. sc. Damiru Modriću, doc. dr. sc. Deanu Valdecu, doc. dr. sc. Miroslavu Mikoti te doc. dr. sc. Krunoslavu Hajdeku na svim sugestijama koje su mi bile korisne u stvaranju ovog rada.

Posebna zahvala ide mojoj mami za cjeloživotnu podršku i pozitivnu energiju.

SAŽETAK

Sastavni dio svakog prehrambenog proizvoda čini ambalaža koja je jedan od ključnih faktora pri donošenju odluke o kupnji. Cilj je da kroz čitav grafičko-tehnološki proces i proces obrade gotovog proizvoda ambalaža ostane nepromijenjena u svim svojim karakteristikama. Ambalažni materijal koji je predmet istraživanja višeslojna je fleksibilna ambalaža, koja se sastoji od ukupno četiri sloja, od čega su tri sloja polimerni materijali (poliester, orijentirani poliamid i polipropilen), a jedan sloj je aluminij.

Za potrebe istraživanja pripremljeni su uzorci s apliciranim dizajnom dvije tekuće juhe (Vegeta – Krem juha od šparoge i Podravka – Krem juha od koprive). Krem juha od šparoge otisnuta je u dominantno *Vegeta plavoj* boji, a Krem juha od koprive u dominantno *Podravka crvenoj* boji. Navedene spotne boje i njihova kolorimetrijska odstupanja tijekom grafičko-tehnološkog procesa i procesa obrade gotovog proizvoda predmet su istraživanja. Za obje boje predefinirovano je područje tolerancije u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru boja.

Mjerenja su izvršena na uzorcima dva dizajna za fazu tiska, kaširanja, sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom. Kolorimetrijska odstupanja u tisku za obje boje unutar su definiranog tolerantnog područja (*Podravka* $\Delta E_{CMC} = 0,38$; *Vegeta* $\Delta E_{CMC} = 0,23$). Kaširanjem transparentnog polimernog materijala na sloj aluminija dolazi do neželjenih kolorimetrijskih odstupanja kod obje boje (*Podravka* $\Delta E_{CMC} = 3,21$; *Vegeta* $\Delta E_{CMC} = 1,56$), dok procesom sterilizacije *Podravka crvena* ima neznatan povrat prema vrijednostima standarda, a *Vegeta plava* raste u kolorimetrijskom odstupanju (*Podravka* $\Delta E_{CMC} = 2,99$ za rominjanje, $\Delta E_{CMC} = 2,94$ za zrak-paru; *Vegeta* $\Delta E_{CMC} = 1,69$ za rominjanje, $\Delta E_{CMC} = 1,69$ za zrak-paru). Kod obrade visokim hidrostatskim tlakom *Podravka crvena* opada u odstupanju i dolazi do još jednog povrata vrijednosti prema standardu, a kod *Vegeta plave* zabilježen je rast vrijednosti odstupanja (*Podravka* $\Delta E_{CMC} = 2,47$; *Vegeta* $\Delta E_{CMC} = 1,94$).

Na temelju dobivenih rezultata vidljivo je da se u fazi kaširanja transparentnog poliestera na sloj aluminija događa najveće i neprihvatljivo odstupanje za zaštićene boje robnih marki koje su predmet istraživanja. Dvije se boje ne ponašaju identično kroz grafičko-tehnološki proces i svaka faza uzrokuje različita kolorimetrijska odstupanja. Prevenciju kolorimetrijskih odstupanja potrebno je odraditi u fazi grafičke pripreme i recepturi spot boja.

Ključne riječi: CIE $L^*a^*b^*$, fleksibilna ambalaža, kolorimetrijsko odstupanje, obrada visokim hidrostatskim tlakom, samostojeća vrećica, spot boja, sterilizacija

ABSTRACT

Packaging is an integral part of the food product and it has become one of the most influential factors in the purchase decision. Aside from aesthetic graphic parameters, which enhance the attractiveness of the product and affect the purchase process, packaging must meet various other functional parameters. Accordingly, food packaging is often subjected to the finished product processing such as various sterilization processes or Hydrostatic Pressure Processing treatment (HPP). The main objective is to keep the food packaging characteristics unchanged throughout the entire graphic technology process and the processing of the final product. Since all these procedures affect the colorimetric color values and stability, they also inevitably affect the aesthetic graphic parameters and the behavior of the package container and packaging material in general. Hence, it is necessary to examine and control for the graphic procedure influence during the packaging production process and processing of the final food product.

This study aims to examine behavior of a multilayer flexible composite packaging consisting of a total of four layers, of which three layers are polymer materials (polyester, oriented polyamide and polypropylene), and one layer is aluminum. Aforementioned combination is used to form a self-contained bag, also known as retort stand - up pouch. This type of packaging is gradually entering the market, taking over the glass and metal packaging dominance in the sterilized food products sector. Combination of several different layers of material provides an adequate protection and barrier for the final product, and allows necessary physical mechanical packaging properties that are subjected to the sterilization process and Hydrostatic Pressure Processing treatment.

Global companies usually strive to standardize and enhance recognition of their main visual attributes. Given that, Podravka is no exception, investing great efforts in quality, repeatability and uniformity of all visual materials, including packaging. The most significant brands are Podravka and Vegeta. Making precisely the protected spot colors for these two brands the aim of this research. In cooperation with their suppliers (packaging producers), Podravka defined the recipe and composition for *Podravka red* and *Vegeta blue*, with defining areas as the toleration within which colors can have colorimetric deviation. The *Podravka red* tolerance is: $\Delta E \leq 2$, while *Vegeta blue* tolerance is: $\Delta E \leq 1$.

For the research purpose, samples were prepared with the experimental design of two liquid soups applied (Vegeta - Asparagus Cream Soup and Podravka - Nettle Cream Soup).

Asparagus Cream Soup is printed in the dominant *Vegeta blue* color, and Nettle Cream Soup in the dominant *Podravka red* color. The subject of this research are the aforementioned spot colors and their discrepancy during the graphical technological process and the final product processing. The samples were printed using rotogravure printing technique at the Aluflexpack Novi printing house in Umag, while prepress and printing forms were made in Anilox company.

The lamination, forming and sealing of self-contained bags was also carried out at the Aluflexpack Novi. For the purpose of this research, processing of the finished product was simulated using water at the Podravka Pilot Laboratory for applying the sterilization process and the Faculty of Food Technology in Zagreb for Hydrostatic Pressure Processing treatment. This paper has studied the impact of the graphic process by phase (printing, lamination) on the colorimetric deviation of *Vegeta blue* and *Podravka red* spot colors, and their behavior after the sterilization process and processing with high hydrostatic pressure. The aim of this research was to define a process phase where the greatest deviation in the colorimetric values is present, while also offering guidelines for the prevention of color spot deviation from the set, prescribed values. Measurements were performed on 25 samples for each design, for phase of printing, lamination and sterilization. After applying the Hydrostatic Pressure Processing treatment, 24 samples were measured.

Statistical methods were applied to analyze the measurement results, and they are expressed by the median as the core result of the set of measured samples. Colorimetric deviations in printing values for *Podravka red* are $\Delta E_{CMC} = 0.38$ for light source D65./10 ° and are therefore found acceptable. For *Vegeta blue*, colorimetric deviation under the same printing conditions is $\Delta E_{CMC} = 0.23$. By lamination the transparent polymeric material on the aluminum layer, undesirable colorimetric variances occur in both colors - *Podravka red* is more distinct with value $\Delta E_{CMC} = 3.21$, while *Vegeta blue* value amounts half less $\Delta E_{CMC} = 1.56$. Applying sterilization, there is a slight improvement in colorimetric deviation of *Podravka red* color, while CIE L*a*b* color values return to the default standard ($\Delta E_{CMC} = 2.99$ for resurfacing, $\Delta E_{CMC} = 2.94$ for air vapor). After sterilization, colorimetric values of *Vegeta blue* remain virtually identical as after the phase of lamination, with slightly increased deviation ($\Delta E_{CMC} = 1.69$ for the resurfacing, $\Delta E_{CMC} = 1.69$ for the air vapor). After applying the Hydrostatic Pressure Processing treatment to the product, *Podravka red* color is returned to its default and standard values ($\Delta E_{CMC} = 2.47$), while *Vegeta blue* deviation increases ($\Delta E_{CMC} = 1.94$).

The obtained research results reveal that the largest and unacceptable colorimetric deviation of the trademark brand colors are present in the lamination phase. Therefore, it is necessary to redefine the color recipe before the printing phase, considering the colorimetric deviation that occurs during the lamination phase. If the final product is subjected to a sterilization process or treated with Hydrostatic Pressure Processing, these deviations must be taken into account. It has also been noted that after lamination, smaller difference in *Vegeta blue* color is visibly stronger than the difference in *Podravka red* color. For this reason, the tolerant area is not identical for both colors - *Podravka red* tolerance is twice larger as the tolerance for *Vegeta Blue* color.

The study and definition of colorimetric deviations in spot colors of protected brands are of particular interest to global companies such as Podravka. The goal of almost every global company is to achieve and maintain recognition. In particular, protected and defined spot colors must be kept within the prescribed standard and tolerance, throughout the complete graphical technological process and prepress processes of the final product. Spot colors can be precisely measured and the area in which the colorimetric deviations will occur can be recognized for a particular type of packaging material and a particular printing technique.

Keywords: CIE L*a*b*, flexible packaging, Hydrostatic Pressure Processing treatment, stand up pouch, spot color deviation, sterilization

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Ambalaža za prehrambene proizvode	4
2.1. Definicija i uloga ambalaže u prehrambenoj industriji	5
2.2. Vrste ambalažnih materijala	6
2.3. Polimerna i kompozitna ambalaža	9
2.3.1. Odabir strukture materijala	13
2.3.2. Barijerna svojstva	15
2.3.3. Mehanička svojstva	17
2.3.4. Migracije	18
2.3.5. Samostojeće vrećice od višeslojnih kompozitnih materijala	20
2.4. Uloga dizajna ambalaže	28
2.4.1. Ambalaža kao element marketing mixa	30
2.4.2. Od ideje do realizacije	31
2.4.3. Vizualni identitet robne marke	34
2.4.4. Obavezni elementi	36
3. Karakteristike i percepcija boje	38
3.1. Odabir boje i utjecaj na donošenje odluke o kupnji	40
3.2. Boje za tisak ambalaže prehrambenih proizvoda	45
3.3. Referentni prostori boja	48
3.4. Kolorimetrija i mjerni uređaji za kontrolu kvalitete reprodukcije boje	55
4. Glavne tehnike tiska ambalaže za prehrambene proizvode	59
4.1. Fleksotisak	60
4.2. Bakrotisak	62
4.2.1. Graviranje tiskovnih formi	64
4.2.2. Boje za tehniku tiska bakrotisak	65
4.3. Digitalni tisak	67
5. Sterilizacija i obrada prehrambenih proizvoda visokim hidrostatskim tlakom	70
5.1. Obrada hrane procesom sterilizacije	71
5.2. Obrada hrane visokim hidrostatskim tlakom	73
5.3. Inovacije u ambalaži i procesima obrade hrane	77
6. Istraživački dio rada	84
6.1. Materijali, metodologija i plan istraživanja	86

6.2. Izrada testnih uzoraka	89
6.2.1. Dizajn, separacija i definiranje boja	90
6.2.2. Priprema, tisak, dorada	95
6.2.3. Sterilizacija, obrada visokim hidrostatskim tlakom	97
6.3. Instrumentalna analiza – mjerenje vrijednosti boja	99
6.3.1. Mjerenje nakon faze tiska	103
6.3.2. Mjerenje nakon faze kaširanja	106
6.3.3. Mjerenje nakon faze sterilizacije – rominjanje	108
6.3.4. Mjerenje nakon faze sterilizacije – zrak/para	110
6.3.5. Mjerenje nakon obrade visokim hidrostatskim tlakom	112
7. Rezultati istraživanja i utjecaj pojedinih faza na korimetrijsko odstupanje	114
8. Zaključak	121
9. Popis literature	124
10. Popis tablica, slika, grafova i formula	136
11. Životopis	143

1. UVOD

Ambalaža uključuje procese dizajna i procese proizvodnje spremnika koji omata proizvod. Tradicionalno, primarna funkcija ambalaže bila je da drži proizvod i štiti ga od vanjskih utjecaja. U novije vrijeme, mnogi faktori imaju utjecaj i učinili su ambalažu važnim marketinškim alatom. Povećana konkurencija i gužva na policama trgovačkih lanaca podrazumijeva da upravo ambalaža ima veliki utjecaj na odluku o kupnji. [1,2,3] Prednost određenog proizvoda u odnosu na konkurenciju leži u sposobnosti zadržavanja pažnje potrošača na prodajnome mjestu, tijekom kratkoga vremena u kojemu se donosi odluka o kupnji. Najdominantnije osjetilo koje prima podražaje korišteno u navedenom procesu je vid, a ambalaža postaje ključni element za donošenje odluke o kupnji. [4] Društvena zajednica prožeta je ambalažom, nužna je za sve proizvedene robe, ona omata, promovira i štiti proizvode koje kupujemo, od procesa proizvodnje, rukovanja i skladištenja, sve do krajnjeg potrošača, korisnika. Bez korištenja ambalaže, rukovanje materijalima bilo bi neuredno, neučinkovito i moglo bi se nazvati skupom vježbom, a moderna trgovina bila bi nemoguća. Ambalaža za prehrambene proizvode zauzima esencijalno mjesto u današnjoj, modernoj prehrambenoj industriji. [5] Danas je u upotrebi uz konvencionalne ambalažne materijale, staklo, metal, papir i karton, sve više ambalaže od polimernih materijala, poznatijih pod nazivom plastični materijali. Početak upotrebe i otkrivanje polimernih materijala veže se uz 1908. godinu i otkriće celofana, za koje je zaslužan Jacques E. Brandenberger. [6] Polimerne materijale moguće je koristiti kao mono materijale za pakiranje prehrambenih proizvoda, no uobičajena je praksa koristiti više slojeva i kombinacija raznih polimernih materijala. [7,8] Osim polimernih materijala u sastavu mogu biti aluminij i papir. Ambalažu možemo definirati kao spoj umjetnosti i znanosti, ona je materijal i oprema, zaštita i promocija, legislativa i logistika, proizvodnja i rukovanje materijalima. [9]

Grafički proces izrade ambalaže dijelimo u četiri faze: grafički dizajn, priprema za tisak, tisak i dorada. Danas gotovo da nema primarne ambalaže za prehrambene proizvode koja na sebi nema apliciran tisak. Pod tiskom podrazumijevamo reprodukciju nekog originala pomoću ranije definirane i odabrane tehnike tiska. Za tisak ambalaže od fleksibilnih polimernih materijala obično se koriste tehnike tiska fleksotisak ili bakrotisak, a u novije vrijeme i digitalni tisak. Za potrebe ovoga istraživanja koristila se tehnika tiska bakrotisak. Kako bi se razumjeli trendovi u tiskarstvu, potrebno je iste promatrati u puno širem kontekstu te razjasniti na koji način implementacija suvremenih tehnologija i znanja u grafičku industriju utječe na način

proizvodnje. [10] Završna faza u grafičkom procesu je dorada. Doradni procesi obuhvaćaju sve potrebne aktivnosti koje od otisnutog materijala čine finalni proizvod. Za potrebe ovoga istraživanja uzorci su kaširani, rezani na format te su formirane samostojeće vrećice.

Glavni je cilj procesa izrade ambalaže kvalitetna reprodukcija dizajna i kvalitetan finalni proizvod. [11] Podudaranje boja i vizuala s potpisanim standardom jedan je od najvažnijih segmenata kontrole kvalitete za otisnutu ambalažu. Prije svega potrebno je definirati standard i granice dozvoljenih odstupanja. Proces definiranja tolerancije odstupanja boja nije nimalo lak zadatak; ako je tolerancija premala, vrlo je izgledno da će povećati troškove procesa, a ako je prevelika, može doći do odbijanja potrošača i neprepoznatljivosti robne marke na polici. Potrošači su također skloni povezivanju tonalnih vrijednosti boja s određenim karakteristikama proizvoda. [12, 13, 14] Istraživanja pokazuju da je donošenje odluke o kupnji proizvoda na prodajnom mjestu više povezano s bojom ambalaže nego s njezinim formatom. [15] Određena pak istraživanja pokazuju da boja i oblik ambalaže imaju utjecaj na senzorska očekivanja potrošača prilikom konzumacije proizvoda. [16] Jedan je od primarnih ciljeva procesa grafičke tehnologije osiguranje visoke razine kvalitete reprodukcije boja. Najpotpuniji matematički trodimenzionalni model boja CIE $L^*a^*b^*$ s Euklidskom metrikom, specificiran od ICC (*fran. Commission internationale de l'éclairages*), dobro opisuje standardne načine prikaza boja pomoću tri komponente, svjetline, kromatičnosti i tona, te definira boje pomoću njihovih fizikalnih mjerljivih obilježja. [17] U ovom istraživanju mjerit će se navedene tri komponente boja. Boje koje se koriste za tisak ambalaže za prehrambene proizvode trebaju udovoljiti regulativama te ne smiju ni na koji način ugroziti sigurnost proizvoda i imati eventualne neželjene migracije u proizvod. [18] Korištenjem višeslojne fleksibilne ambalaže povećava se opasnost od pojave migracija, ne samo iz unutarnjeg sloja ambalaže koji je u direktnom kontaktu s prehrambenim proizvodom, već i iz svih unutarnjih slojeva materijala i korištenih sredstava. [19] U slučaju da je boja aplicirana na vanjsku stranu materijala, transfer boje moguć je na unutarnju stranu prilikom procesa proizvodnje materijala i skladištenja u rolama, što povećava mogućnost migracija. Za potrebe istraživanja u ovome radu korišten je interni tisak na poliester.

Razvoj samostojećih vrećica od fleksibilne ambalaže pogodnih za proces sterilizacije započeo je u Sjedinjenim Američkim Državama (*engl. United States of America*) u ranim 1950-tim, u laboratorijskim uvjetima, za korištenje u Apollo programu. Komercijalna testiranja kreću od 1968. godine, a 1977. godine Američka agencija za hranu i lijekove FDA (*engl. Food and Drug Administration*) notificirala je i dozvolila upotrebu samostojećih vrećica za mesne

proizvode. [20] Struktura ugradbenih materijala može varirati, ovisno o namjeni. Većina samostojećih vrećica izrađena je od tri ili četiri sloja, unutarnji sloj koji je u direktnom kontaktu s hranom obično je polipropilen (PP), zatim sloj poliamida (PA), barijerni sloj aluminijski u sredini (Al), vanjski sloj poliamida ili poliestera (PA ili PET). Vrećice mogu biti i transparentne, bez sloja aluminijski. [21] Poliester u sastavu garantira visoku otpornost na temperaturu, ima potrebnu čvrstoću i izvrsna je podloga za tisak. [22] Istraživanje je vezano uz kolorimetrijske promjene spot boja tijekom procesa grafičke reprodukcije te nakon procesa obrade gotovoga proizvoda. Kaširanje je doradni proces koji ima utjecaja na vizualni dojam tiska i percepcije spotnih boja. [23]

Prehrambena industrija razvija se velikom brzinom, inovativne metode i postupci u primjeni su s ciljem minimalnog gubitka kvalitete i produljenja roka trajnosti proizvoda. Za razliku od procesa sterilizacije u kojemu je proizvod podvrgnut agresivnom temperaturnom režimu, kod procesa obrade visokim hidrostatskim tlakom koristi se ambijentalna temperatura pri kojoj barijerna svojstva i izgled različitih polimernih fleksibilnih materijala ne bi trebali doživjeti vidljive promjene. [24] Rok trajnosti proizvoda uvelike ovisi o barijernim svojstvima ambalažnoga materijala i propusnosti na vodenu paru i kisik. Kod ambalaže koja ima zavarene dijelove uvijek postoji povećana opasnost od transfera u proizvod. [25] U tijeku procesa obrade gotovoga proizvoda i kasnije kroz režim čuvanja, a kroz čitav rok trajnosti, ne smije doći do neželjene interakcije proizvoda i primarne ambalaže. Obrada visokim hidrostatskim tlakom može produžiti rok trajnosti proizvoda, posebno ako se procesira s prirodnim aktivnim sastojcima u ambalaži. [26] Istraživanja predviđaju rast tržišta za aktivnu i inteligentnu ambalažu, a s ciljem produljenja roka trajnosti i smanjenja otpada. [27]

2. AMBALAŽA ZA PREHRAMBENE PROIZVODE

S početkom civilizacije, u dalekoj povijesti, hrana je konzumirana na mjestu pronalaska. Obitelji i zajednice bili su samoodrživi, prehranjivali su se onim što su ulovili ili stvorili. Ako se pojavila potreba za spremnicima, priroda je osiguravala razne materijale poput lišća, trava, drva, kože, školjki i životinjskih organa. [28]

Industrijskim razvojem, pojavom gradova, preprodajom dobara te potrebom da se hrana transportira, uskladišti i sačuva tijekom određenoga perioda, razvijaju se i kao ambalaža koriste materijali poput gline, stakla, drva i metala. Drevne civilizacije Egipćana, Rimljana i Grka bile su najvještije u izradi ambalaže od navedenih materijala. Papir kao ambalažni materijal počinje se koristiti tek s početkom 19. stoljeća i od tada se razvoj ambalaže i pakiranja može potpunije pratiti i dokumentirati, a dolazi i do niza novih pronalazaka u području ambalažnih materijala, procesa pakiranja i obrade prehrambenih proizvoda. [29]

Ambalaža za prehrambene proizvode glavni je poslovni sektor unutar cjelokupne industrije ambalaže. Prema najnovijem izvješću grupe IMARC pod nazivom „Tržište ambalaže hrane: globalni trendovi u industriji, udio, veličina, rast, prilika i prognoza 2018 – 2023“, globalno tržište ambalaže za prehrambene proizvode dostiglo je vrijednost od oko 273,9 milijardi američkih dolara u 2017. godini. [30] Mnogobrojni novi prehrambeni proizvodi pojavljuju se na tržištu svake godine i suočavaju se s visokom razinom konkurencije, a zahtjevi potrošača sve su veći. Svaki prehrambeni proizvod uključuje sustav pakiranja hrane, koji postaje sve utjecajniји faktor pri donošenju odluke potrošača o kupnji baš toga određenog proizvoda u izboru raznih robnih marki istoga tipa proizvoda. Jednako kao i hrana, ambalaža za prehrambeni proizvod mora zadovolјiti visoke kriterije i standarde kvalitete i sigurnosti te mora odgovarati svim zakonskim regulativama i propisima da bi postigla uspjeh na tržištu. [31]

Razni trendovi imaju utjecaj na rast industrije ambalaže, a ovisni su o nizu faktora. Sve veća urbanizacija, razvoj maloprodajnih lanaca, rastuća gospodarstva, povećana potrošnja lijekova, higijenskih potrepština i procesuirane hrane, nužno dovodi do povećanja i rasta količine proizvedene ambalaže i ambalažnih materijala.

Proizvodnja ambalaže važna je industrija u mnogim nacionalnim gospodarstvima, a organizacija Smithers Pira predviđa da će globalno tržište ambalaže rasti. Ukupna vrijednost u globalnoj industriji ambalaže u 2018. godini dosegla je 876 milijardi američkih dolara, uz

stalni rast koji će potaknuti navedenu vrijednost na 1 bilijun američkih dolara u 2023. Do 2028. dodatnih 150 milijardi američkih dolara bit će dodano tržištu ambalaže. [32] Najrazvijenija gospodarstva očekivano su najveći korisnici i proizvođači ambalaže. Razvijena tržišta trenutno prolaze kroz velike promjene u lancu vrijednosti pakiranja, potaknute demografskim i ekološkim promjenama te "novim gospodarstvom". S druge pak strane, ekonomije u nastajanju stvaraju nove mogućnosti, čime zadovoljavaju očekivanja stanovništva. Među najdinamičnijim, tržište ambalaže Bliskoga istoka i Sjeverne Afrike, MENA (*engl. Middle East and North Africa*) ostvaruje vrijednost od 60,1 milijardi američkih dolara u 2017. godini, a do 2022. godine tržište bi trebalo bilježiti rast vrijednosti na 71,5 milijardi američkih dolara, s godišnjom stopom rasta višom od globalnoga tržišta ambalaže. [33]

2.1. Definicija i uloga ambalaže u prehrambenoj industriji

U početku se ambalažom smatralo sve što drži, štiti i pohranjuje sadržaj. Evoluirajući kroz povijest, ambalaža se razvija i od svoje prve uloge postaje ključni element i pokretač *marketing mixa*. Od jednostavnosti dolazi se do kompleksnosti, uz zadržavanje osnovnih funkcionalnih obilježja ambalaža dobiva niz novih atributa. Ona komunicira, jedinstvena je oblikom, prepoznatljiva, koristi inteligentne materijale i boje, jedinstveno kodiranje, interaktivna je, biorazgradiva, a u nekim situacijama i jestiva. Sve navedeno, a i još mnogo više, danas je karakteristika ambalaže za prehrambene proizvode. [11]

Hrvatski Pravilnik o ambalaži koji je trenutno u upotrebi definira ambalažu i niz pojmova vezanih uz nju. Prema Pravilniku ambalaža je definirana:

“**Ambalaža** – predstavlja sve proizvode bez obzira na prirodu materijala od kojega su izrađeni ili su korišteni za sadržavanje, čuvanje, rukovanje, isporuku i predstavljanje robe, od sirovina do gotovih proizvoda, od proizvođača do korisnika ili potrošača, a može biti:

1. *prodajna ili primarna ambalaža* – najmanja ambalažna jedinica u kojoj se proizvod prodaje konačnom kupcu

2. *skupna ili sekundarna ambalaža* – ambalažna jedinica koja sadrži više proizvoda u primarnoj ambalaži tako da je proizvod pristupačan kupcu u skupini, a može se izdvojiti i uzeti pojedinačno

3. *transportna ili tercijarna ambalaža* – zaštitna ambalaža koja omogućava prijevoz, pretovar i rukovanje određenom količinom proizvoda pakiranog samo u prodajnoj ili i u prodajnoj i skupnoj ambalaži; u ovu vrstu ambalaže ne spadaju spremnici (kontejneri) za cestovni, željeznički, prekomorski i zračni prijevoz robe. Ambalaža su i nepovratni predmeti uporabljeni za namjenu iz prvoga stavka ovoga članka, kao i pomoćna sredstva za pakiranje, koja služe za omatanje ili povezivanje robe, pakiranje, nepropusno zatvaranje, pripremu za otpremu i označavanje robe.“ [34]

U ovome radu obrađena je primarna, kontaktna ambalaža za prehrambeni proizvod, proces njezina nastanka, kontrole i standardizacije. Radi se o najkompleksnijem proizvodu u ambalažnoj industriji. Kompleksnost ne proizlazi samo iz grafičkoga segmenta, a koji uključuje grafičku pripremu, tisak i doradu. Potrebno ju je promatrati kroz niz procesa u kojima se kreira i nastaje ambalaža za etabliranu i poznatu robnu marku te promotriti kojim sve parametrima mora udovoljiti da bi zadovoljila sve zahtjeve današnjega tržišta.

Razvoj atraktivne ambalaže zahtijeva donošenje niza odluka. Iz perspektive tvrtke i potrošača (korisnika), ambalaža mora postići nekoliko ciljeva:

1. Identificirati robnu marku
2. Sadržavati opis proizvoda i pravovaljane informacije
3. Olakšati neometani prijevoz i zaštitu proizvoda
4. Olakšati skladištenje kod potrošača
5. Omogućiti laganu konzumaciju proizvoda [35]

2.2. Vrste ambalažnih materijala

Ambalažni materijal je svaki materijal od kojega se proizvodi ambalaža kao: staklo, plastika, papir, karton, drvo, metal, višeslojni miješani materijali i drugi materijali. [34]

Zbog specifičnih zahtjeva te sve strožih zakonskih propisa i regulativa s kojima ambalaža treba biti u sukladnosti, poseban naglasak je na adekvatnom odabiru ambalažnog materijala.

Ambalaža za prehrambene proizvode doživljava najveću ekspanziju i procvat u drugoj polovici dvadesetog stoljeća. Djelomično su tome doprinijeli razvoj i otkriće novih polimernih materijala, a djelomično i povećana proizvodnja hrane uslijed porasta broja stanovništva,

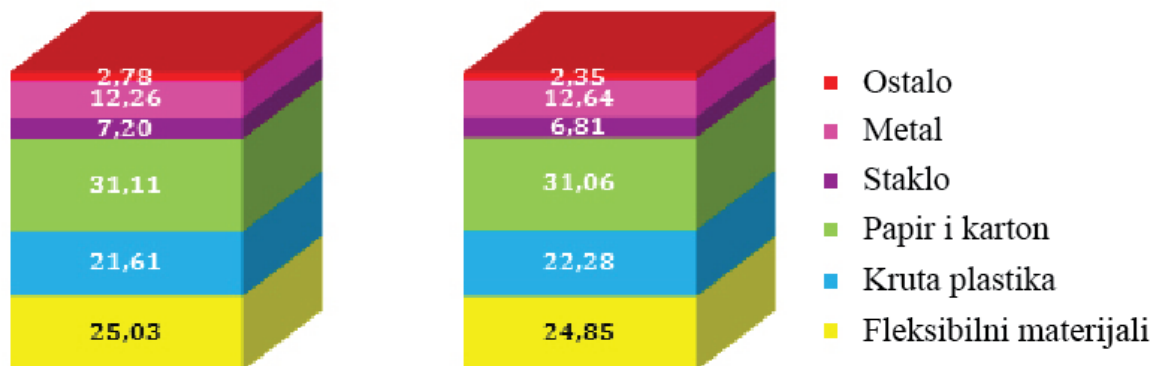
povećanje urbanizacije, promjena načina života, zaposlenost žena i sve izraženije higijenske navike stanovništva. [36]

Za izravno pakiranje i čuvanje prehrambenih namirnica koristi se uglavnom nekoliko glavnih grupa ambalažnih materijala:

- papirna i kartonska ambalaža
- metalna ambalaža (bijeli lim, aluminij)
- staklo
- polimerni materijali (čvrsti polimerni materijali, fleksibilni polimerni materijali)
- ostalo (drvo, tekstil).

Gledajući po količini potrošnje, na prvome je mjestu u svijetu danas u upotrebi i najviše se koristi ambalaža od fleksibilnih materijala (36%), slijedi papir i karton (24%), zatim čvrsti polimerni materijali (20%). Najčešće korišteni tip ambalaže su vrećice (875.59 milijardi komada), boce (810,32 milijardi komada) i limenke (412.95 milijardi komada). [37]

UDIO (%) AMBALAŽNIH MATERIJALA U VRIJEDNOSTI



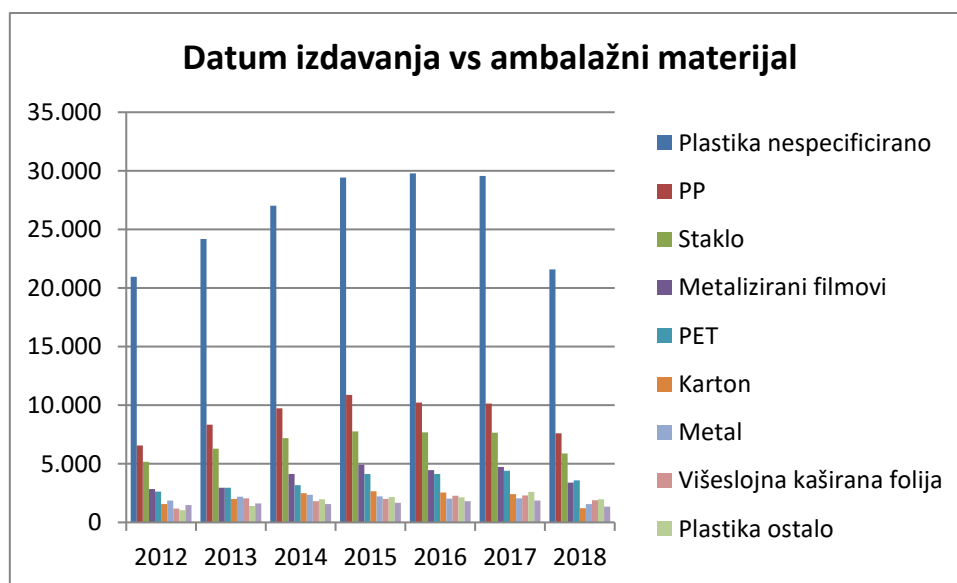
2015. (UKUPNO: 839 milijardi USA \$) 2020. (UKUPNO: 998 milijardi USA \$)

Slika 2.1. Financijski postotak udjela ambalažnih materijala [38]

Potrošnja po grupama ambalažnih materijala u Europi, prema Mintel bazi pretraživanja, u području ambalaže za kategoriju prehrambenih proizvoda, na području je Europe sljedeća:

Tablica 2.1. Ambalažni materijali za prehrambene proizvode, prema vrsti ambalažnog materijala, Europa [39]

Ambalažni materijal	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ukupno
Plastika nespecificirano	20.946	24.186	27.013	29.427	29.774	29.568	21.593	182.507
PP	6.575	8.335	9.737	10.869	10.220	10.144	7.612	63.492
Staklo	5.173	6.292	7.205	7.755	7.690	7.664	5.886	47.665
Metalizirani filmovi	2.860	2.963	4.119	4.918	4.470	4.743	3.408	27.481
PET	2.618	2.949	3.171	4.135	4.138	4.404	3.595	25.010
Karton	1.577	2.001	2.503	2.657	2.554	2.413	1.209	14.914
Metal	1.874	2.196	2.366	2.229	2.029	2.069	1.578	14.341
Višeslojna kaširana folija	1.191	2.045	1.811	2.000	2.265	2.305	1.906	13.523
Plastika ostalo	1.039	1.392	1.968	2.176	2.147	2.611	1.969	13.302
Višeslojni karton	1.488	1.610	1.575	1.673	1.815	1.858	1.349	11.368
Ukupno	56.475	65.403	75.226	82.502	81.493	80.947	60.301	502.347



Graf 2.1. Ambalažni materijali za prehrambene proizvode, prema vrsti ambalažnog materijala, Europa [39]

Podatci u tablici 2.1. i grafu 2.1. dobiveni su na Mintel bazi pretraživanja, a odnose se na broj komada novoplasiranih prehrambenih proizvoda na tržište od 2012. do 2018. godine. Za pretraživanje baze potrebna je licenca i pretplata te stoga nije moguće pristupiti pretraživanju bez plaćanja. Baza se koristi u Podravki za praćenje stanja na tržištu prehrambenih proizvoda, kretanje trendova i aktivnosti konkurencije.

2.3. Polimerna i kompozitna ambalaža

Ambalaža od polimernih materijala, uključujući krute i fleksibilne materijale, danas zauzima najveći postotak u proizvodnji i upotrebi ambalažnih materijala te u ukupnome financijskom iznosu. Prema predviđanjima očekuje se veći rast ambalaže od krutih polimernih materijala do 2020. godine. Proizvodnja ambalaže i ambalažnih materijala zauzima najveći segment u industriji polimera. U 2015. godini udio je iznosio gotovo 40% od ukupne proizvodnje. [40]



Slika 2.2. Potražnja za polimernim materijalima u Europi, glavni proizvodni sektori [40]

Povijesno gledajući, polimerni materijali u upotrebi su kao ambalažni materijal kroz najkraći vremenski period, a od početka masovne upotrebe u 50-tim godinama 20. stoljeća do danas konstantno se poboljšavaju njihova svojstva, mijenjaju se i unapređuju.

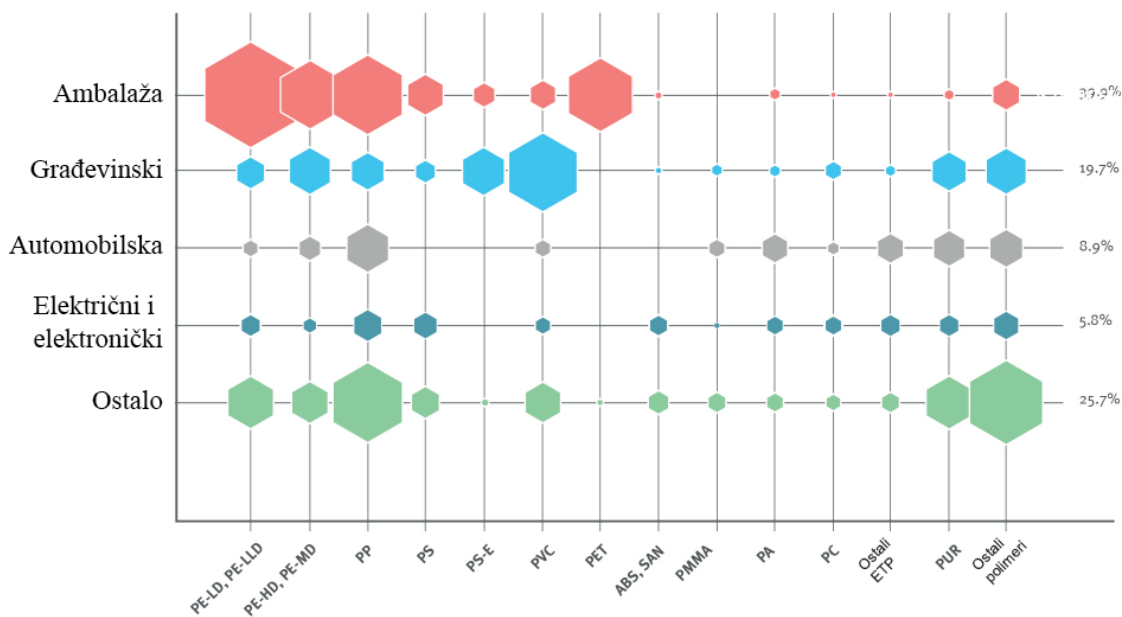
Kao prihvatljiva i sveobuhvatna podjela polimernih materijala prihvaćena je ova:

- duromeri – prostorno gusto umrežene makromolekule, ne rastvaraju se, ne tope se pri povišenoj temperaturi i ne bubre u razrjeđivaču
- elastomeri – temperatura ostakljivanja niža im je od temperature primjene
- plastomeri – linearne i razgranate makromolekule topive više puta na povišenoj temperaturi. [7]

Pri izradi ambalažnih materijala gotovo se isključivo koriste plastomeri. U znatno manjoj količini duromeri, a elastomeri se koriste kao pomoćni materijal za brtvene mase u poklopcima i zatvaračima. [7]

Od plastomera za izradu ambalaže najčešće se koriste:

- polietilen (PE)
- polipropilen (PP)
- homo i kopolimeri stirena [polistiren, (PS); stirenakrilonitril, (SAN); akrilonitrilbutadienstiren, (ABS)]
- polivinilklorid (PVC)
- poliamid (PA)
- polietilentereftalat (PET)
- polikarbonat. (PC) [7]



Slika 2.3. Potražnja za polimernim materijalima prema vrsti i sektoru proizvodnje u Europi [40]

Uobičajena je podjela na fleksibilne i krute polimerne ambalažne materijale. Sve što ima debljinu do 250 mikrona (0.010 inch), smatra se fleksibilnim materijalom ili filmom, a deblje od toga krutim polimerom. U praksi navedena podjela i nije najbolja jer krutost materijala ovisi o vrsti polimera. Tako će npr. PVC (polivinilklorid) ili celulozni nitrat biti krut već na 70 – 80 mikrona, a LD PE (polietilen niske gustoće) neće biti krut ni na 300 mikrona. [41]

Polimerni materijali vrlo se rijetko koriste u svojem izvornom obliku, izravno nakon reakcije polimerizacije, već im se dodaju određeni niskomolekulni spojevi koji poboljšavaju njihova svojstva, a nazivaju se aditivi. Dodaci ili aditivi svrstavaju se u nekoliko većih skupina i podskupina:

1. Modifikatori mehaničkih svojstava: plastifikatori ili omekšivači, dodaci za povećanje žilavosti, punila i očvršćivači.
2. Aditivi za povećanje postojanosti: svjetlosni stabilizatori, antioksidansi, biocidi.
3. Dodaci za poboljšanje prerade: toplinski stabilizatori, maziva, dodaci za poboljšanje viskoznosti.
4. Modifikatori optičkih svojstava: pigmenti i bojila, strukturizatori.
5. Modifikatori površinskih svojstava: vanjska maziva, antistatici, poboljšivači adhezivnosti.
6. Dodaci za smanjenje gorivosti. [42]

Danas se susrećemo s nizom kritika na račun polimerne ambalaže, razmišlja se o zabrani korištenja određenih materijala, no činjenica je da su polimerni materijali uvelike doprinijeli smanjenju gubitka hrane, čuvanju namirnica i ako se pravilno zbrinjavaju i odlažu, ne predstavljaju opasnost za okoliš koja im se pripisuje, a i niz činjenica ide tome u prilog. Nova Direktiva vezana uz plastiku, koja će uskoro biti u primjeni, pod nazivom SUP Direktiva (*engl. Single Use Plastics*), vezana je uz smanjenje utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš. Glavni je cilj ove inicijative sprječavanje i smanjenje plastičnoga otpada u morima i marinama, a koji nastaje od plastičnih predmeta za jednokratnu uporabu. [43]

S druge pak strane samo 1,5% svih ulja i plina potrošeno u Europi služi kao sirovina za proizvodnju plastične ambalaže, dok se 90% koristi za grijanje, transport i proizvodnju energije. Ako se hrana pakira pomoću drugih ambalažnih materijala, povezana potrošnja energije bi se udvostručila, a emisije stakleničkih plinova bile bi gotovo trostruke. To bi također bilo popraćeno povećanjem težine ambalaže za 360%. [40]

Radi se o najlakšem materijalu za pakiranje. Više od 50% svih europskih proizvoda pakirano je u plastiku, a istovremeno oni čine samo 17% ukupne težine ambalaže na tržištu. Nadalje, ova je težina smanjena za 28% tijekom posljednjih 10 godina. Lagana ambalaža znači lakše opterećenje ili manje kamiona potrebnih za isporuku iste količine proizvoda, čime se smanjuje transportna energija, smanjuje se emisija i smanjuju se troškovi prijevoza. Također pomaže smanjiti količinu proizvedenoga otpada. [40]

Generalno gledajući, polimerni materijali omogućavaju niz prednosti u korištenju kao resurs za ambalažu prehrambenih proizvoda. Neke od prednosti su:

- vrlo su male težine i niske cijene u usporedbi s drugim ambalažnim materijalima
- imaju izvrsnu otpornost na ulja i kemikalije
- izvrsna su barijera za vodenu paru i kisik
- termalno su stabilni i imaju izolacijska svojstva
- lako se procesuiraju (termoformiranje, brizganje i ekstruzija)
- jednostavno im se poboljšavaju svojstva dodavanjem raznih aditiva
- lako se kombiniraju s ostalim vrstama ambalažnih materijala
- jednostavno ih je ponovo koristiti i reciklirati. [31]

Tablica 2.2. Karakteristike polimera koji se koriste za ambalažu prehrambenih proizvoda

[31]

Polimer	Toplinska svojstva				Čvrstoća		Gustoća (g/cm ³)
	T _m ^a (°C)	T _g ^b (°C)	HDT ^c (°C)	CTE ^d (ppm/°C)	Vlačna čvrstoća (K psi)	Tlačna čvrstoća (K psi)	
LDPE	98-115	-25	40-44	100-220	1.2-4.6	—	0.910-0.940
LLDPE	122-124	—	—	—	1.9-4.0	—	0.916-0.940
HDPE	130	—	79	59	3.2	2.7	0.940-0.970
PMMA	—	85	79	50	7.0	10.5	1.17
PP	168-175	-20	107-121	81-100	4.5-6.0	5.5-8.0	0.89-0.92
PS	—	74-105	68-96	50-83	5.2-7.5	12.0-13.0	1.04-1.05
PVC	—	75-105	57-82	50-100	5.9-7.5	8.0-13.0	1.3-1.58
PVDC	172	-15	54-66	190	3.5-5.0	2.0-2.7	1.65-1.72
Poliamid	—	310-365	277-360	45-56	10.5-17.1	30.0-40.0	1.36-1.43
PET	245	73	21	65	7.0	11.0	1.29

^a Temperatura tališta
^b Temperatura staklastog prijelaza
^c Temperatura topline izobličenja ispod a 66-psi load.
^d Koeficijent toplinskog širenja

U tablici 2.2 navedeni su polimeri koji se najčešće koriste u proizvodnji ambalaže za prehrambene proizvode. Vidljive su karakteristike i svojstva polietilena niske gustoće (LDPE), polietilena visoke gustoće (HDPE), linearnog polietilena niske gustoće (LLDPE), polimetil metakrilata (PMMA), polipropilena (PP), polistirena (PS), polivinilklorida (PVC), poliviniliden klorida (PVDC), poliamida i poliestera (PET).

Tablica 2.3. Svojstva monomaterijala koja se prenose u izradi višeslojne ambalaže [44]

Materijal	Svojstva
Papir	Čvrstoća, krutost, neprozirnost, prikladnost za tisak, mogućnost metalizacije
Aluminijska folija	Zanemariva propusnost na vodenu paru, plinove i mirise, otpornost na masnoće, neprozirnost, moć refleksije, zadržavanje savijenog oblika
Celulozni film (lakirani)	Obradivost na strojevima Čvrstoća, transparentnost, sjajnost, otpornost na ulja i masnoće, termozataljivost; propusnost na vodenu paru, plinove i mirise, ovisno o primijenjenom laku (prevlaci)
PE i etilen kopolimeri	Izdržljivost, termozataljivost, niska propusnost na vodenu paru, dobra kemijska otpornost, dobro podnošenje niskih temperatura, može se metalizirati. Etilen kopolimeri poboljšavaju čvrstoću i otpornost na niskim temperaturama te smanjuju temperaturu zataljivanja
PE-LLD i ionomeri	Poboljšavaju žilavost i vruće prekidno zataljivanje
PP i PP kopolimeri	Vrlo niska propusnost na vodenu paru, otpornost termovara na temperaturu sterilizacije, mehanička čvrstoća pri niskim temperaturama ovisi o udjelu i tipu kopolimera
OPP	Dobra transparentnost i sjaj, vrlo dobra barijera na vodenu paru, dobra mehanička čvrstoća, koekstrudirani filmovi za termozataljivost. Filmovi prevučeni PVDC filmom posjeduju vrlo dobra barijerna svojstva na plinove i mirise, termozataljivi su
Metalizirani OPP	Poboljšana barijerna svojstva na plinove, vlagu, UV i svjetlo
Poliesterski film (PET)	Transparentnost i sjaj, izdržljivost, termozataljivost, dobra barijera na vodenu paru. Prevučeni filmovi imaju vrlo dobra barijerna svojstva na vlagu, plinove i mirise

2.3.1. Odabir strukture materijala

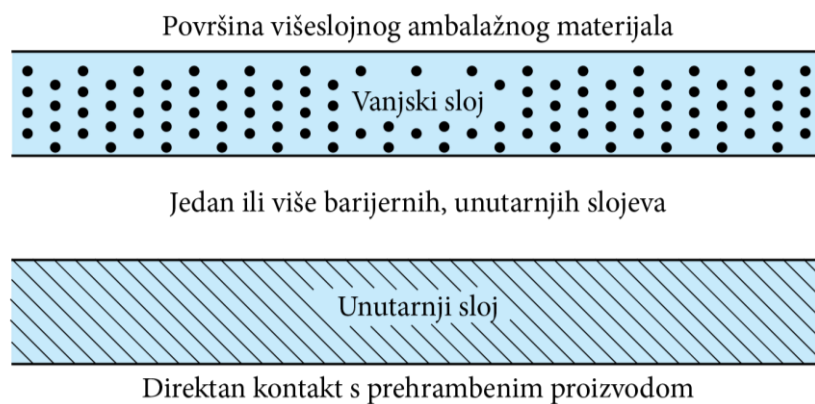
Da bi ambalaža zadovoljila svoju osnovnu funkciju, čuvanje proizvoda kroz definirani rok trajnosti, i adekvatno zaštitila proizvod tijekom cijeloga logističkog lanca te osigurala da krajnji potrošač dobije proizvod koji je odabrao na prodajnome mjestu, potrebno je prije svega definirati i odabrati adekvatni ambalažni materijal.

Proces odabira nije jednostavan i uključuje niz faktora koje je potrebno sagledati prije definiranja i donošenja odluke.

Osnovni je zadatak zaštita proizvoda od vanjskoga utjecaja kisika, svjetla i vlage. Osim toga ambalaža treba imati i određena mehanička svojstva koja će izdržati sve uvjete proizvodnje, transporta i distribucije. Parametre zaštite okoliša također treba uzeti u obzir, a to

podrazumijeva držanje ambalažnih materijala na minimumu, što znači upotrebu tanjih materijala, uz zadržavanje dovoljno mehaničkih i barijernih karakteristika. Ambalažna rješenja trebaju, naravno, biti tehnički izvediva i ne smiju imati negativan utjecaj na brzinu linija. Dimenzije primarne ambalaže trebaju biti adekvatno definirane u odnosu na količinu proizvoda i logistički podudarne sa sekundarnom ambalažom. [45]

Da bi se pronašla odgovarajuća struktura ambalažnog materijala, za aplikaciju i rješenje ne koriste se samo mono materijali. Postoji niz kombinacija: da se mono materijalu dodaju određeni aditivi, da se kombiniraju dvije ili više vrsta polimera ili da se polimerni materijali kombiniraju s drugim vrstama ambalažnih materijala (papir, aluminij).



Slika 2.4. Generički višeslojni ambalažni materijal [6]

Kombinaciju više slojeva u ambalažnom materijalu moguće je dobiti pomoću tri procesa:

- koekstruzijom materijala (*engl. Coextrusion*),
- ekstruzijskim oslojavanjem (*engl. Extrusion laminating*),
- kaširanjem ili laminacijom (*engl. Adhesive lamination*). [44]

Koekstruzijom se naziva postupak izrade višeslojnih polimernih ili kombiniranih ambalažnih materijala. Više ekstrudera povezano je u jednu mlaznicu iz koje izlazi višeslojna folija ili folija u obliku crijeva. Postupak se koristi da bi se poboljšala svojstva ambalažnog materijala. [44]

Ekstruzijskim oslojavanjem smatra se nanošenje polimernog sloja na već pripremljenu podlogu. [44] Vrlo se često u praksi primjenjuje struktura materijala koja u sastavu ima papir (PAP) koji je oslojen slojem polietilena (PE). Navedenim postupkom također se poboljšavaju svojstva ambalažnog materijala.

Spajanje različitih vrsta ambalažnih materijala lijepljenjem naziva se kaširanje ili laminacija. Kaširanjem se uobičajeno spajaju polimerni materijali, aluminij, papir i karton. U ovom istraživanju korišten je kaširani 4-slojni kombinirani materijal sljedećeg sastava materijala:

- poliester (PET), aluminij (Al), orijentirani poliamid (OPA), polipropilen (PP)

Debljine pojedinih slojeva materijala su:

- PET12 μ /Al19 μ /OPA15 μ /PP75 μ



Slika 2.5. Višeslojni fleksibilni ambalažni materijal korišten u istraživanju

Cilj je samostojećim vrećicama zamijeniti metalnu ambalažu (limenke) i staklo, a navedeno osigurava dugi rok trajnosti proizvoda, skladištenog na ambijentalnoj temperaturi.

Kod višeslojnih ambalažnih materijala obično se kao unutarnji sloj (koji je u direktnom kontaktu s hranom), koristi polietilen (PE), a koji ima dobra svojstva varenja. Kod samostojeće vrećice koja se podvrgava procesu sterilizacije i HPP-a to nije moguće jer PE nije otporan na visoku temperaturu te se kao unutarnji sloj koristi polipropilen (PP).

2.3.2. Barijerna svojstva

Ključni faktor uspjeha za brzi rast ambalaže od fleksibilnih materijala, za njihov razvoj i široku primjenu, svakako je veliki raspon sofisticiranih barijernih filmova u formi laminata, koekstrudiranih ili oslojenih filmova, uključujući i metalizirane materijale. U godinama koje slijede očekuje se razvoj novih materijala koji će rezultirati još dužim rokom trajnosti sve većeg broja procesuiranih prehrambenih proizvoda.

Poznate su brojne standardne metode za mjerenje propusnosti kisika, vodene pare i ugljičnog dioksida kroz ambalažni materijal. Metode su obično izdane od strane regulatornih tijela i organizacija koje se bave standardizacijom poput:

- Međunarodno Američko udruženje za testiranje materijala, ASTM Int. (*engl. American Society for Testing Materials*)
- Međunarodna organizacija za standardizaciju, ISO (*engl. International Standard Organisation*). [46]

Pri traženju i ispitivanju određenih ambalažnih materijala uobičajeno se mjeri propusnost na vodenu paru, ili WVTR (g/m²/day) (*engl: water vapour transmission rate per day*) i kisik, tj. OTR (cc/m²/atm/day) (*eng: oxygen transmission rate*).

Kod pakiranja i skladištenja dehidriranih i praškastih proizvoda u višeslojnu fleksibilnu ambalažu od polimernih materijala nije teško pronaći adekvatnu kombinaciju različitih struktura. Prisutan je veliki broj metaliziranih i oslojenih filmova koji nude zamjenu za sloj aluminija koji se za očuvanje arome i dugi rok trajnosti proizvoda pokazao kao najbolja opcija. Tekući proizvodi koji se podvrgavaju termičkim procesima obrade kao što su sterilizacija i pasterizacija ili obrada visokim hidrostatskim tlakom zahtijevaju poseban odabir ambalažnog materijala, a koji će izdržati gore navedene agresivne režime obrade hrane.

Napravljen je niz mjerenja vezanih uz različite strukture i kombinacije materijala te u različitim režimima obrade gotovoga proizvoda.

U tablici 2.4. prikazana su barijerna svojstva ambalažnog materijala prije i nakon obrade visokim hidrostatskim tlakom i visokom temperaturom HPT (*engl. High Pressure Temperature*). Radi se o procesu obrade hrane koji još nije u potpunosti u komercijalnoj primjeni, a posebno je zahtjevno pronaći odgovarajuću strukturu ambalažnog materijala koja će kroz režim ostati nepromijenjena. U istraživanju koje su proveli Bull et. al., kao uzorak su korištene formirane vrećice koje su u strukturi materijala sadržavale poliesterski film (PET), aluminij (Al), silicijev i aluminijski oksid (SiO_x, AlO_x), orijentirani najlon (ON), orijentirani poliamid (OPA), polivinil klorid – metil akrilat (PVDC-MA) i kast polipropilen (CPP). Mjerena je propusnost na kisik i vodenu paru za 11 vrsta ambalažnih materijala (tablica 2.4.) u različitim kombinacijama. Tretiranjem samostojećih vrećica visokim tlakom i temperaturom detektirano je da nisu sve strukture ambalažnog materijala pogodne za navedene režime i ne mogu osigurati željeni rok trajnosti gotovoga proizvoda zbog velike propusnosti na vodenu paru i zrak.

Najkritičnije su se pokazale kombinacije s orijentiranim najlonom i poliamidom te s takvim kombinacijama materijala nije moguće podvrgnuti proizvode navedenom režimu obrade. Ambalažni materijal koji je u kombinaciji sastava imao aluminij kao barijeru definirao se kao pogodan za obradu i kao sigurna opcija za očuvanje prehrambenog proizvoda kroz željeni rok trajnosti. [47]

Tablica 2.4. Propusnost ambalažnog materijala na zrak i vodenu paru prije i nakon procesuiranja temperaturnim režimom pri visokom tlaku [47]

Ambalažni materijal - sastav	HPT uvjeti procesa			OTR (cc/m ² /atm/dan)		WVTR (g/m ² /dan)	
	Prethodno zagrijana tem (°C) /vrijeme (min)	HPT vrijeme (min)	Približno u ambalaži T _{max} (°C)	Prije-HPT	Nakon-HPT	Prije-HPT	Nakon-HPT
PET 12 μm/ON 25 μm/R-CPP 80 μm	95/15	5	100 ^a	12.25±0.03	16.02±0.18c	0.68±0.16	0.62±0.01
PET 12 μm/ON 15 μm/R-CPP 80 μm	95/15	5	100 ^a	11.94±0.03	18.82±0.58c	0.79±0.04	0.88±0.06
PET 12 μm/PVDC-MA 50 μm/PPP 70 μm	95/35	10	115 ^a	1.38±0.10	1.59±0.00	0.14±0.08	0.12±0.01
PET 12 μm/ON 15 μm/Al 7 μm/R-CPP 70 μm	95/15	5	100 ^a	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02
PET 12 μm/Al 7 μm/PPP 70 μm	92/35	10	115	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02
PET 12 μm/Al 12 μm/PP 70 μm	92/35	10	115	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02
PET 23 μm/PET-SiOx 12 μm/PP 75 μm	92/35	10	115	0.18±0.07	24.84±0.08 ^c	0.31±0.06	0.86±0.01 ^c
PET-SiOx 12 μm/OPA 15 μm/PPP 75 μm	95/35	10	115 ^a	<0.05	39.92±1.23 ^c	0.17±0.09	1.09±0.01 ^c
PET-AlOx 12 μm/ON 15 μm/PPP 80 μm	95/5	5	70 ^a	0.58±0.11	21.02±0.62 ^c	0.16±0.00	0.92±0.11 ^c
PET-AlOx 12 μm/ON 15 μm/PPP 70 μm	95/5	5	70 ^a	<0.05	13.05±3.87 ^c	0.04±0.00	1.05±0.26 ^b
PET-AlOx 12 μm/ON 15 μm/white CPP 100 μm	95/5	5	70 ^a	0.16±0.05	15.45±3.30 ^c	0.08±0.01	0.65±0.05 ^c

2.3.3. Fizičko mehanička svojstva

Osim odgovarajućih barijernih svojstava svi ambalažni materijali moraju udovoljiti i određenim fizičko-mehaničkim svojstvima. Navedena svojstva materijala posebno su naglašena kod ambalaže koja se zajedno s proizvodom podvrgava režimima obrade u kojima je izložena visokome tlaku i visokoj temperaturi.

U opisanim situacijama bitno je predvidjeti moguće učinke procesa obrade na strukturu i morfologiju ambalažnih materijala. Osim funkcionalnih svojstava polimernih ambalažnih materijala, podvrgavanjem režimima obrade može doći i do estetskih promjena npr. u svjetlini polimera. Vrlo česta pojava je i delaminacija ili dekaširanje slojeva što dovodi do neprihvatljivosti ambalažnog materijala.

Nemoguće je postići željena fizičko-mehanička svojstva samo s jednim ambalažnim materijalom, tj. mono polimernim materijalom. Spajanjem različitih materijala pomoću procesa koekstruzije ili kaširanja poboljšavaju se svojstva materijala i postižu se željeni parametri.

Prema fizičkim svojstvima ambalažu dijelimo na:

- krutu (čvrstu)
- polukrutu (polučvrstu)
- meku (fleksibilnu, savitljivu). [44]

Karakteristika je krute ambalaže stalan oblik koji nije podložan promjenama pri djelovanju fizičkih sila. Polukruta ambalaža stalnog je oblika i podložna je deformacijama pri djelovanju vanjske sile, a da pritom ne dolazi do pucanja ili oštećenja iste. Meka, fleksibilna ambalaža definiranih je dimenzija, a oblik poprima ovisno o upakiranome sadržaju i djelovanju vanjskih sila. Oblik se mijenja ovisno o agregatnom stanju proizvoda koji se pakira. [44]

2.3.4. Migracije

Osim što štiti proizvod i pomaže u produljenju roka trajnosti, ambalaža ima i svoju negativnu stranu, a to se odnosi na područje migracija. Transfer kemijskih komponenti iz ambalažnog materijala u prehrambeni proizvod može imati negativan utjecaj na kvalitetu i sigurnost proizvoda. Prehrambeni proizvodi i pića mogu sadržavati agresivne sastojke i mogu imati snažan utjecaj na interakciju proizvoda i ambalažnog materijala. [48]

Iz višeslojne polimerne ili kombinirane ambalaže može doći do različitih migracija. Obično se radi o određenim komponentama iz boja, sredstava za kaširanje, lakova, otapala i svih ostalih materijala koji se koriste. Da bi se detektirala razina migracija iz ambalažnog materijala u hranu, uobičajeno se provode testiranja u za to specijalno opremljenim laboratorijima.

Pod najvećim praćenjem migracija iz ambalaže u proizvod su tiskarske boje. Istraživanje koje su proveli Aznar, Domeno, Nerín i Bosseti odnosi se na migracije u različitim kombiniranim višeslojnim fleksibilnim materijalima. Ispitivanje je provedeno sa simulant otopinama, korišteni su etanol i Tenax. Prema rezultatima ispitivanja čak 17 različitih migranata može imati neželjeni utjecaj na gotov proizvod zbog uvjeta skladištenja ambalaže i prelaska sredstva na površinu ambalažnog materijala koja je u direktnom kontaktu s hranom. Situacija se može poboljšati nanošenjem laka i smanjiti broj migranata, a najveći broj smanjenja postiže se tiskom s unutarnje strane polimera, tzv. tiskom u sendviču. [49]

Sažetak faktora koji utječu na migracijski proces može se prezentirati na sljedeći način:

Povećanje migracije:

- produženo vrijeme kontakta
- povećana temperatura
- veći stupanj kemijskih spojeva u ambalažnom materijalu
- površina koja je u kontaktu s hranom
- agresivni sastojci u proizvodu.

Smanjenje migracije:

- veća molekularna težina u sastojcima ambalažnog materijala
- samo suhi ili indirektni kontakt
- korištenje inertnih ambalažnih materijala
- prisutnost barijernog sloja. [48]

Sva ambalaža za prehrambene proizvode na tržištu Republike Hrvatske mora udovoljiti sljedećim regulativama, a kojima je pokriveno područje migracija:

1. EU Regulativa 1935/2004/EC

Definicija Regulative: “Prehrambena ambalaža ne smije u prehrambeni proizvod prenositi korištene materijale koji bi mogli promijeniti narav, supstance ili kvalitetu hrane/prehrambenog proizvoda u količinama koje su štetne za zdravlje”. [50]

2. EU Regulativa 2023/2006EC

Ovom Regulativom definirani su zahtjevi prema kojima proizvođači moraju proizvoditi, a odnosi se na dobru proizvođačku praksu GMP (*engl. Good Manufacturing Practice*).

3. EU Regulativa 10/2011

Regulativa je na snazi za ambalažu od polimernih, plastičnih materijala, odnosi se na sljedeće kategorije:

- a) materijali i predmeti i njihovi dijelovi sastavljeni isključivo od plastike
- b) plastični višeslojni materijali i predmeti spojeni ljepilima ili na neki drugi način
- c) materijali i predmeti pod a) i pod b) koji na sebi imaju tisak ili neku vrstu premaza
- d) plastični slojevi ili premazi koji čine brtvene mase u poklopcima i zatvaračima

e) plastični slojevi u kombiniranim ambalažnim materijalima i predmetima MMLL, (*engl. multi-material multi-layer*)

Regulativa donosi dozvoljene granice tvari u ambalaži i dozvoljene granice migranata u hrani ili modelnoj otopini.

Samo tvari u Listi unije, a listu odobrava Europska agencija za sigurnost hrane, EFSA (*engl. European Food Safety Authority*) mogu se namjerno koristiti u proizvodnji plastičnih materijala i predmeta odnosno njihovih sastavnih dijelova (Aneks 1), a odnosi se na cca 900 spojeva.

Lista unije sadržava: monomere, aditive, tvari koje se koriste kao mediji za proizvodnju polimera (*engl: polymer production aids*), makromolekule dobivene mikrobiološkom fermentacijom. I druge tvari dozvoljene kao mediji za proizvodnju polimera u skladu s nacionalnim zakonima. Boje i otapala dozvoljene u proizvodnji polimernih slojeva u skladu s nacionalnim zakonima. Aditivi odobreni za proizvodnju polimera koji su također odobreni kao aditivi dopušteni za upotrebu u proizvodnji hrane (*engl: dual-use additives*) ne smiju migrirati u hranu u količinama koje će imati tehnički učinak na hranu i njihova MDK (maksimalna dnevna količina) mora biti u skladu sa zahtjevima propisa koji se na njih odnose. [51]

2.3.5. Samostojeće vrećice od višeslojnih kompozitnih materijala

Samostojeće vrećice od višeslojnih fleksibilnih ambalažnih materijala razvijene su 50-tih godina prošlog stoljeća. Hermetički su zavarene na tri ili četiri strane i izrađene od jednog ili više slojeva polimernih materijala ili kombinacije, a svaki sloj ima svoju određenu funkciju. Odabir barijernih slojeva, slojeva za varenje i sloja koji je u direktnom kontaktu s hranom ovisi o procesu proizvodnje, samom proizvodu i željenom roku trajnosti. Uobičajeni proces sterilizacije uključuje temperaturu od 121°C kroz vremenski period od 30 minuta. Prednost samostojeće vrećice u odnosu na limenku je tanja stijenka materijala, čime se smanjuje vrijeme procesa sterilizacije do 60%. Navedena prednost omogućava i brže zagrijavanje prije konzumacije. Osim navedenoga, samostojeće vrećice imaju i niz drugih prednosti, lakše su za rukovanje (funkcionalnije), proizvod se lako servira i zagrijava, imaju smanjenu težinu i štede prostor. [5]

Danas su samostojeće vrećice prisutne u raznim segmentima proizvoda, uključujući kemijsku industriju, farmaceutsku industriju, hranu za kućne ljubimce, prehrambenu industriju

i industriju pića. Praktične su za upotrebu, lagane, štede prostor i energiju te imaju niz benefita u odnosu na konvencionalne ambalažne materijale. Vrlo je važno da u današnjemu užurbanom stilu života pružaju mogućnost konzumacije bilo gdje, bez ikakvih pomagala, npr. bez žlice, pribora za jelo ili dodatnog posuđa. Najbolji je primjer za navedeno vrlo poznata robna marka dječjih kašica – Hipp (slika 2.6. i 2.7.). Poznata i prihvaćena kao proizvođač dječjih kašica u staklu, u zadnjih nekoliko godina konstantno širi svoj asortiman kašica i proizvoda u samostojećim vrećicama sa sigurnosnim zatvaračem koje omogućavaju roditeljima prehranu djece bilo gdje i u bilo kojemu trenutku. Budući da se radi o dječjoj hrani, radi se i o vrlo strogoj zakonskoj regulativi, a to znači da su proizvodi apsolutno sigurni i zdravi za konzumaciju.

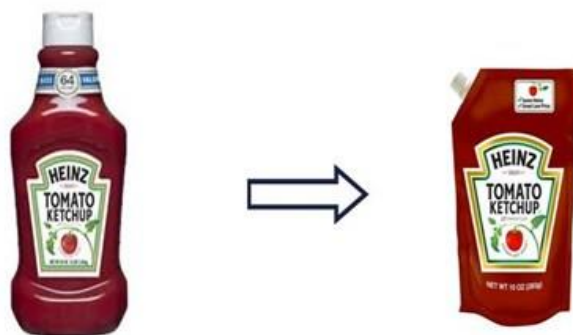
Osim Hipp-a mnogi drugi poznati proizvođači prehrambenih robnih marki napuštaju i rade zamjenu konvencionalnih ambalažnih materijala sa samostojećim vrećicama. Poznata robna marka kečapa Heinz (slika 2.8.) uvela je ambalažu od fleksibilnih materijala, a i mnogi proizvođači juha mijenjaju koncept poslovanja i s dehidriranih, praškastih rade promjenu na tekuće juhe ili rade zamjenu konvencionalnih materijala, npr. metala s fleksibilnim ambalažnim materijalima.



Slika 2.6. Hipp dječje kašice u staklenoj ambalaži [52]



Slika 2.7. Hipp dječje kašice u samostojećim vrećicama [53]



Slika 2.8. Heinz kečap u zamjenskom ambalažnom materijalu [54]



Slika 2.9. Heinz juhe u limenkama [55]



Slika 2.10. Heinz juhe u samostojećim vrećicama [55]



Slika 2.11. Campbell's juhe u limenkama [56]



Slika 2.12. Campbell's juhe u samostojećim vrećicama [57]



Slika 2.13. Knorr dehidrirane juhe u vrećicama [58]



Slika 2.14. Knorr juhe u samostojećim vrećicama [59]

Konkurenti Podravke u segmentu juha također su počeli raditi zamjenu tradicionalnih ambalažnih materijala (limenka) s fleksibilnim ambalažnim materijalima (slika 2.10., 2.12., 2.14.) i prisutni su na tržištu kao moderna inačica tradicionalnog obroka. Juhe pripremljene i upakirane na ovaj način omogućavaju brzu i jednostavnu konzumaciju, bez dugotrajne i skupe pripreme. Proizvodi navedenog tipa proizvođača Knorr nisu prisutni na hrvatskome tržištu, ali na tržištu Zapadne Europe bilježe rast. Promjene ovakvoga tipa za proizvođače hrane i industriju nisu jednostavne i brzo provedive. Potrebna je ekspertiza i znanje o tehnološkom procesu, interakciji ambalažnog materijala i proizvoda, nove proizvodne linije i niz drugih parametara. Veličina tržišta također diktira mogućnost ulaska u navedene investicije. Kod izlaska novih tipova proizvoda i ambalaže te tipa pakiranja uobičajeno je za početak, a prije ulaska u velike investicije unutar tvrtki, odraditi testiranje tržišta s proizvodom proizvedenim kod vanjskih (*engl. outsourcing*) partnera. Na navedeni način moguće je pratiti uspješnost i kretanje prodaje novog proizvoda na tržištu, te ako rezultati prodaje pokažu rast, moguće je planirati proces investicija.



Slika 2.15. Dizajn Podravka i Vegeta juha, dehidrirane juhe



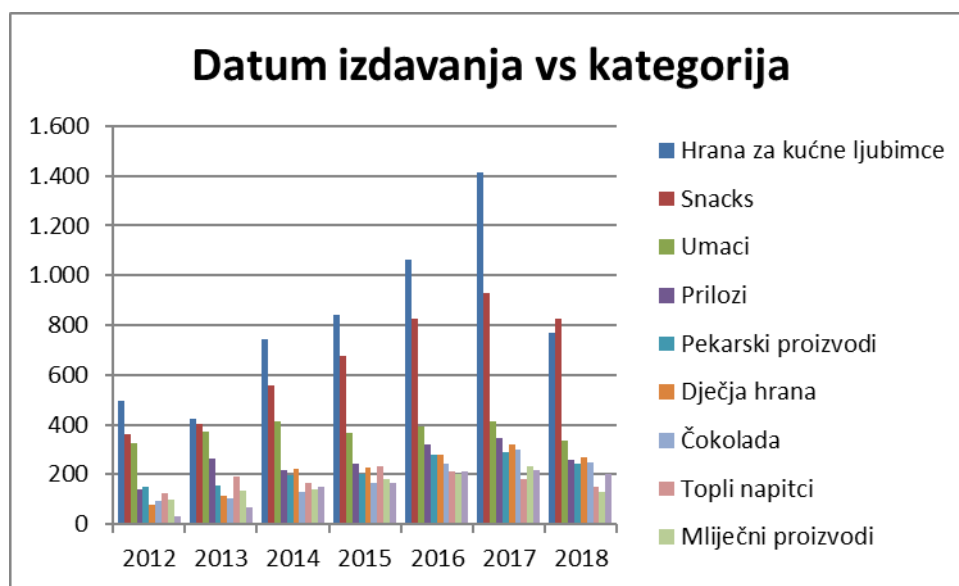
Slika 2.16. Prijedlog dizajna za Podravka i Vegeta tekuće juhe

Prema Mintel bazi pretraživanja, ako se u pretraživanje postavi samostojeća vrećica kao tip ambalaže, zabilježen je konstantni rast broja prehrambenih proizvoda izdanih u navedenome tipu ambalaže, od 2012. do 2018. godine. Pretraga je izvršena u listopadu 2018. godine. Najviše proizvoda plasirano je na tržište u polimernim fleksibilnim materijalima koji nisu definirani,

što znači da se radi o nekoliko različitih vrsta materijala. Od proizvoda su definitivno u posljednjih nekoliko godina najdominantniji proizvodi za kućne ljubimce, slijede proizvodi iz *snack* kategorije, a zatim segment umaka, gotovih jela i juha.

Tablica 2.5. Broj samostojećih vrećica prema kategorijama proizvoda plasiranih na tržište, Europa [39]

Kategorija	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ukupno komada
Hrana za kućne ljubimce	497	422	744	843	1.063	1.416	770	5.755
Snacks	363	403	558	674	827	928	825	4.578
Umaci	326	370	412	369	390	411	336	2.614
Prilozi	142	263	217	242	321	347	257	1.789
Pekarski proizvodi	150	156	198	201	279	291	241	1.516
Dječja hrana	77	116	221	227	281	322	270	1.514
Čokolada	92	101	129	165	241	298	246	1.272
Topli napitci	123	191	166	230	214	180	148	1.252
Mliječni proizvodi	99	132	139	182	201	231	127	1.111
Žitarice za doručak	29	65	148	165	210	218	199	1.034
Ukupno komada	2.320	2.749	3.490	3.988	4.781	5.330	4.081	26.739

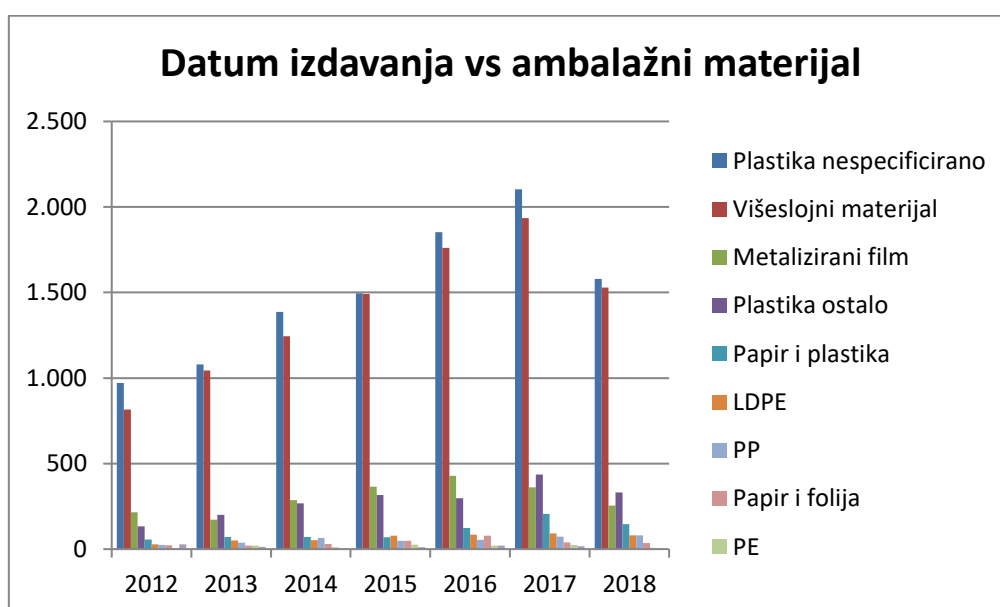


Graf 2.2. Broj samostojećih vrećica prema kategorijama proizvoda plasiranih na tržište, Europa [39]

Podatci u tablici 2.5. i grafu 2.2., dobiveni su na Mintel bazi pretraživanja, a odnose se na broj komada novoplasiranih prehrambenih proizvoda u samostojećim vrećicama na tržište od 2012. do 2018. godine. U priloženome je vidljiv rast navedenoga tipa ambalaže, a dominira segment ambalaže za kućne ljubimce i *snack* proizvode.

Tablica 2.6. Broj samostojećih vrećica plasiranih na tržište prema vrsti materijala, Europa [39]

Ambalažni materijal	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ukupno
Plastika nespecificirano	971	1.079	1.386	1.496	1.852	2.103	1.580	10.467
Višeslojni materijal	816	1.045	1.245	1.492	1.761	1.935	1.529	9.823
Metalizirani film	216	173	286	364	428	361	255	2.083
Plastika ostalo	132	200	268	316	297	436	331	1.980
Papir i plastika	56	71	71	69	123	205	145	740
LDPE	28	50	52	78	84	91	81	464
PP	25	37	65	48	54	73	81	383
Papir i folija	22	20	30	49	79	39	36	275
PE	5	20	12	26	21	25	8	117
Papir	28	13	1	12	20	17	3	94
Ukupno	2.320	2.749	3.490	3.988	4.781	5.330	4.081	26.739



Graf 2.3. Broj samostojećih vrećica plasiranih na tržište prema vrsti materijala, Europa [39]

Podatci u tablici 2.6. i grafu 2.3., dobiveni su na Mintel bazi pretraživanja, a odnose se na broj komada novoplasiranih prehrambenih proizvoda u samostojećim vrećicama na tržište od 2012. do 2018. godine, prema vrsti ambalažnog materijala. Dominantan je ambalažni materijal nespecificirana plastika i višeslojni kompozitni materijali, koji su najčešća kombinacija za proizvodnju i izradu samostojećih vrećica za razne namjene u industriji prerađene hrane.

Usporedbom troškova logistike i opskrbnog lanca općenito, između konvencionalnih ambalažnih materijala (staklo, metal, kruta plastika) u odnosu na fleksibilni ambalažni materijal, niz pokazatelja govori o prednostima i uštedama koje tvrtke mogu postići promjenom u pristupu i načinu pakiranja. Uštede u prijevozu ambalaže od fleksibilnih ambalažnih materijala u odnosu na prijevoz konvencionalnih ambalažnih materijala višestruko su veće, i u slučaju kada se polemizira o održivome razvoju i prihvatljivosti ambalaže od polimernih materijala i navedene parametre potrebno je uzeti u obzir.



Slika 2.17. Benefiti ambalaže od fleksibilnih materijala s aspekta održivoga razvoja [60]

2.4. Uloga dizajna ambalaže

Dizajn ambalaže je specijalizirana djelatnost i uglavnom uključuje suradnju industrijskih dizajnera, tehnologa za ambalažu i proizvodnju. U prehrani i farmaciji dizajn je pod državnim regulativom i zakonodavstvom. Dizajn ambalaže samo je jedan dio slagalice uključene u kompletan proces lansiranja proizvoda na tržište. [61]

Osim toga u samome procesu sudjeluje nekoliko službi unutar tvrtke. U samome dizajnu ambalaže potrebno je postići niz kompromisa u odnosu na predložena rješenja i svesti ih u tehničku izvedivost i operativnu efikasnost. Ambalaža svojim oblikom, materijalom, dimenzijama i drugim parametrima mora odgovarati karakteristikama proizvodnih linija i kapaciteta. Osim toga mora biti cjenovno pozicionirana tako da nema preveliki utjecaj na profitabilnost proizvoda. U samome procesu kreiranja i dizajna ambalaže potrebno je voditi

računa i o sekundarnom i tercijarnom pakiranju, uvjetima skladištenja, logistici, transportu, načinu izlaganja na polici i nizu drugih faktora.

Budući da je tema ovoga istraživanja primarna ambalaža, koja je u neposrednom, direktnom kontaktu s hranom, glavni naglasak u ovome poglavlju bit će upravo na navedenom, no potrebno je naglasiti da primarna ambalaža nije jedini segment u procesu kreiranja, dizajniranja i nastajanja ambalaže za određeni proizvod.

Dizajn ambalaže mijenja se kroz povijest i podložan je trendovima. Trendovi se očituju u ambalažnim materijalima, a već je navedeno da sve više proizvoda koristi ambalažu od fleksibilnih polimernih materijala, zatim je tu tipografija, boje, ilustracije, fotografije, određeni navodi na ambalaži proizvoda ovisno o trendovima u prehrani, regulatorni zahtjevi itd.

Pri dizajnu ambalaže za određenu ekstenziju već postojećega proizvoda potrebno je voditi računa da dizajn bude u duhu identiteta robne marke, da zadrži prepoznatljivost te konstantne vizualne elemente kao što su oblik, zaštitni znak, boja i tipografija. Zadržavanjem elemenata s kojima potrošač ima emotivnu vezu povećavamo prepoznatljivost proizvoda na polici, a samim time povećavamo mogućnost da će potrošač odabrati upravo naš proizvod.

Različiti proizvođači oduvijek su ambalažom radili distinkciju svojih proizvoda u odnosu na konkurenciju. Prva uloga manifestacije različitosti bilo je grafičko rješenje etikete. Danas je proces diferencijacije sofisticiraniji i dok je u povijesti naglasak bio na grafičkom izričaju, danas je pristup mnogo kompleksniji. *Coca-Cola* svoju prepoznatljivost postiže oblikom, a drugi proizvođači navedeno postižu kroz distinkciju bojom, određenim materijalom ili završnom obradom. [61]

Kod kreiranja dizajna posebno je potrebno voditi računa o tome kojoj je ciljanoj skupini dizajn namijenjen. Nije isto raditi dizajn za stariju populaciju, djecu, generaciju Z ili generaciju X. Mlađa populacija vrlo je zahtjevna po pitanju ambalaže prehrambenih proizvoda i vodi računa o svim aspektima njezine proizvodnje. Sukladno tome na ambalaži se npr. naglašava da su sirovine (za ambalažu i proizvod) iz kontroliranih izvora, da sadrži određeni udio recikliranih materijala u ambalažnom materijalu, da je ambalaža pogodna za reciklažu, da je proizvod proizveden u skladu s etičkim načelima, da nije testiran na životinjama i niz drugih argumenata i navoda. U dizajnu su im prihvatljive jasne poruke, jake boje i inovativnost. Starije generacije potrošača, s druge pak strane, imaju više zahtjeva koji se oslanjaju na povećani tekst deklaracije,

prepoznatljivost na polici i lagano rukovanje ambalažom, a to uključuje lagano otvaranje i zatvaranje, konzumaciju, eventualno ponovno punjenje spremnika itd.

Svaki dizajn podložan je ocjenjivanju i evaluaciji. U navedenom procesu koriste se razne metode istraživanja tržišta, ispitivanja fokus grupa, različite kampanje te danas sve popularniji upitnici na internetu. Prije postupka ocjenjivanja potrebno je definirati jasne kvalitativne kriterije za ocjenjivanje grafičkoga dizajna. Ocjena kvalitete grafičkoga dizajna obuhvaća relacije u trokutu: proizvod (robna marka/usluga) – ciljana skupina – konkurencija. Temelj za definiranje kriterija je adaptirani trokut robne marke (slika 2.18.). [62] Grafički dizajn može se smatrati relevantnim ako je između ostalog prilagođen ciljanoj skupini, odnosno ako su ideje i koncept grafičkoga dizajna u skladu sa zadatkom i s ciljanom skupinom. U elemente grafičkoga dizajna potrebno je ugraditi razmišljanje krajnjega korisnika. [63]



Slika 2.18. Adaptirani trokut robne marke [62]

2.4.1. Ambalaža kao element *marketing mixa*

Prema rezultatima istraživanja koje su proveli Ahmed, Parmar i Amin, a koje je provedeno o ulozi ambalaže na ponašanje potrošača, ambalažu je potrebno promatrati kao jedan od najvrjednijih alata u marketinškoj komunikaciji, napraviti detaljnu analizu svih elemenata i njihova utjecaja na ponašanje potrošača. U istraživanju su posebno promatrali boju, ambalažni materijal, ukupni dizajn i inovativnost. [64]

Važno mjesto unutar *marketing mixa* određenog proizvoda zauzima ambalaža. Marketing se sastoji od velikoga broja elemenata, svaki od njih koristi se na drugačiji način, ovisno o tipu

proizvoda, starosti, prodajnome mjestu, cjenovnoj poziciji i ciljanome tržištu. Dizajn ambalaže unutar *marketing mixa* potrebno je iznad svega promatrati kao neprocjenjivu i moćnu komponentu jer je komercijalno efektivan ako ga se u današnjem svijetu globalizacije robnih marki koristi na ispravan način. [65]



Slika 2.19. *Marketing mix* [65]

2.4.2. Od ideje do realizacije

Put svakog dobrog dizajna ambalaže započinje kvalitetnim i detaljnim *briefom*. *Brief* izrađuje *marketing manager* i mora u dokument uklopiti što više podataka, a s ciljem olakšavanja posla dizajneru. Dizajner mora dobiti jasno definirane upute, smjernice i tehničke parametre unutar kojih mora ponuditi idejno rješenje.

Brief se razlikuje ovisno o tome radi li se samo o aplikaciji grafičkoga rješenja na već postojeći tehnički nacrt, novome rješenju za kompletno novi dizajn proizvoda koji se prvi put lansira na tržište, dizajnu ekstenzije postojećega proizvoda i širenju linije ili prilagodbi

grafičkoga dizajna na novu dimenziju pakovine. Sve navedene situacije mogu se pojaviti u prehrambenim i drugim tvrtkama koje imaju u svojem portfelju mnogo različitih linija proizvoda. Naravno, može se također dogoditi situacija razvoja sasvim novoga ambalažnog oblika, korištenje novoga ambalažnog materijala i prilagodba na novu proizvodnu liniju i liniju pakiranja. Da bi proces funkcionirao, potrebna je dobra koordinacija svih sudionika, interno unutar tvrtke te eksterno od svih pružatelja usluga.

Podravka unutar sektora Korporativni marketing i komuniciranje ima službu Ambalaža i dizajn. Služba se sastoji od Studija za dizajn i Razvoja ambalaže. U Studiju za dizajn radi se kreativni dio poslova vezanih uz ambalažu, dizajn, ekstenzije i prilagodbe postojećih linija proizvoda, tehničke prilagodbe za različita tržišta i formate pakovina te različite vrste ambalažnih materijala. U Razvoju ambalaže definiraju se svi tehnički parametri i zahtjevi, izrađuju tehnički nacrti za aplikaciju dizajna, definiraju pozicije za obavezne elemente na ambalaži, bar kod, pozicija za otiskivanje datuma, mjesta proizvodnje, pozicije i vrste ambalažnih znakova, definirana veličina i pozicija obaveznog teksta deklaracije, izrađuju se i definiraju specifikacije ambalažnoga materijala za pojedinu grupu proizvoda i svi ostali zahtjevi vezani uz ambalažu.

Dizajn ambalaže osim kreativnih elemenata mora sadržavati i one obvezujuće elemente, propisane Direktivama i Uredbama EU, odnosno zemljama na čije tržište se plasira proizvod. 22. studenoga 2011. godine objavljena je Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskoga Parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2011. o pružanju informacija o hrani potrošačima. Uredba definira pojmove Vidno polje i Glavno vidno polje, a najvažnije je da je Uredbom propisana veličina teksta na ambalaži. Veličina teksta ovisi o veličini pakovine tj. spremnika i iznosi 1,2 mm u slučaju da se radi o površini većoj od 80 cm². Ako je površina manja od prethodno navedene, veličina teksta je 0,9 mm. Kao mjerna jedinica definirana je visina slova x. U definiranju ove Uredbe očito nisu sudjelovali stručnjaci jer je općepoznato i prihvaćeno definiranje veličine tipografije putem mjerne jedinice tipografska točka, a što u ovoj Uredbi nije slučaj.

Na konkretnoj realizaciji samostojeće vrećice put od ideje do realizacije tekao je na sljedeći način:

1. Tvrtka Aluflexpack jedina u Hrvatskoj proizvodi samostojeće vrećice s tiskom koje je moguće podvrgnuti sterilizaciji i drugim oblicima obrade hrane.
2. Podravka želi uvesti navedeni tip gotovoga, tekućeg proizvoda u svoj asortiman.

3. S obzirom na činjenicu da je Aluflexpack partner za izradu ambalaže, prvi upit i konzultacije kreću s njima.
4. Podravka u postojećem portfelju i alatima proizvođača ambalaže traži adekvatno rješenje i prilagođava se vrećici koja se već proizvodi i ima definirane parametre.
5. Od Aluflexpacka dobivamo dokumentaciju o samostojećoj vrećici (Specifikacija materijala, tehnički nacrt i Izjava o sukladnosti). Navedeni dokumenti uglavnom su povjerljive prirode i nije dozvoljeno dijeliti ih trećoj strani.
6. Na postojeći tehnički nacrt aplicira se dizajn, svi obavezni i neobavezni dijelovi.
7. Prije slanja dobavljaču prijedlog je potrebno provjeriti i verificirati dizajn, obavezni tekst deklaracije, bar kod, ambalažne znakove, dimenziju, fotočelijske markice i definirati boje za separaciju s kojom će se ići u tisak.
8. Nakon potvrde, datoteke se šalju dobavljaču, a on ih šalje u grafičku pripremu. Izrađuje se finalna separacija boja, odvajaju se i definiraju spotne boje, dodaje napust na određene dijelove, postavljaju se parametri za gravuru (kut, linijatura). Nakon izrade separacije radi se probni otisak, uglavnom u digitalnoj tehnologiji (GMG proof, Epson ili neki drugi).
9. Podravka prima pdf datoteku s finalnom separacijom i fizički isprint, još jednom svi parametri prolaze kontrolu, potpisuju se i vraćaju proizvođaču ambalaže kao potvrda da može ići u sljedeću fazu procesa. Najbitnije je da se do ove faze do koje ne mogu nastati velike financijske reperkusije zbog pogreške sve ovjeri i potpiše.
10. Nakon potvrde grafičke pripreme slijedi faza izrade tiskovnih formi (u ovome slučaju radi se o tehnici tiska bakrotisak).
11. Graviranim valjcima radi se probni otisak na preši, proces se uglavnom radi ručno. Na otisku su vidljivi eventualni nedostaci na valjku i je li potrebna dorada.
12. S probnim otiskom i setom graviranih valjaka slijedi faza tiska. Ako se radi o prvom otisku, potrebno je da naručitelj odobri tisak i potpiše standard na stroju.
13. Nakon tiska slijedi doradna faza koja u ovome slučaju uključuje kaširanje različitih materijala. Kaširani materijal mora proći kroz vremenski period koji se naziva umrežavanje. Vrlo je bitno da višeslojna fleksibilna ambalaža u tom periodu bude kod dobavljača na propisanim, standardnim uvjetima vlage i temperature, a zbog eliminiranja pojave nedostataka poput dekaširanja (razdvajanja slojeva materijala), zaostalog mirisa, itd. Osim kaširanja, u doradi je samostojećih vrećica i štančanje te varenje vrećica na tri ruba. Ostavlja se otvor za punjenje na gornjoj strani pakovine.

14. Gotovi proizvod prolazi izlaznu kontrolu dobavljača, a nakon dolaska u skladište Podravke ulaznu kontrolu. Nakon što laboratorij za kontrolu kvalitete i analizu ambalaže potvrdi da je sve ispravno, proizvodnja može započeti.

Ovo je ukratko put realizacije ambalaže koja je predmet ispitivanja u ovome radu. Već je ranije napomenuto da se proces razlikuje ovisno o tipu ambalažnog materijala, namjeni te procesima obrade hrane.

2.4.3. Vizualni identitet robne marke

Stvaranje prepoznatljivoga vizualnog identiteta robne marke dugotrajan je i financijski vrlo zahtjevan zadatak. Vizualni identitet dio je ukupnoga identiteta određene robne marke i potrebno ga je graditi dugi niz godina.

Živimo u vrijeme kad smo preplavljeni različitim robnim markama. Od jutra kad se probudi, do kraja dana, prosječan potrošač izložen je količini od prosječno tri tisuće marketinških poruka. U navedenoj količini poruka potrebno je napraviti iskorak i biti primijećen. Jedinstvenost i diferencijacija osnovne su karakteristike koje određenu robnu marku čine prepoznatljivom i uspješnom. [61]

Dizajn ambalaže mora odražavati identitet robne marke i prezentirati sve elemente koji ju čine prepoznatljivom. Podravkine najpoznatije robne marke grade svoj ugled tijekom dugoga niza godina, prepoznatljive su i zaštićene, a našim potrošačima i korisnicima garantiraju kvalitetu i sigurnost.

U istraživanju su izmjerene kolorimetrijske vrijednosti dviju najvažnijih robnih marki iz Podravkina portfelja. Vizualni identitet uključuje nekoliko elemenata kojima su navedene dvije robne marke postale prepoznatljive, a svakako najvažnije sekvence u prepoznavanju su boja i zaštitni znak, zatim sam oblik pakovine, kompletan vizual, kolor jela ili neki drugi prikaz proizvoda (npr. povrće).

Najprepoznatljiviji je dio Vegeta robne marke plava boja, koristi se na ambalaži od samoga lansiranja proizvoda na tržište, od 1959. godine. Tijekom godina nijansa plave se mijenjala i prilagođavala raznim ambalažnim materijalima, tehnikama tiska, tehničko-tehnološkim mogućnostima dobavljača, a u nijansi u kojoj je sada, izmjerena i zaštićena kao element dizajna, koristi se od 1994. godine. Osim plave boje tu su i prepoznatljiva Vegeta

tipografija i lik kuhara. Elementi su se tijekom godina također mijenjali i doživljavali nadogradnju u skladu s trendovima u dizajnu. Posljednji zaštitni znak Vegeta blago je moderniziran i promijenjen u svim svojim elementima u 2015. godini. Zahvati i promjene na vizualnom identitetu Vegete ne rade se često i ne rade se nagle i velike promjene. Ni u jednome trenutku ne smije se dovesti pod upitnik prepoznatljivost na polici i emotivna veza potrošača s Vegetom. Uz osnovni proizvod, pod Vegeta robnom markom razvijen je niz ekstenzija i drugih linija proizvoda, kocke, juhe, bujoni, monozačini, itd. Kod dizajna ekstenzije osnovne linije uvijek se vodi računa o zadržavanju prepoznatljivosti i postizanju poveznice, s ciljem percepcije kvalitete proizvoda. Prijedlog dizajna tekuće juhe za potrebe ovoga rada definiran je na temelju postojećeg dizajna dehidrirane praškaste juhe koja se nalazi na tržištu.

Osim Vegete predmet je istraživanja i Podravka juha, s prepoznatljivom Podravka crvenom bojom i zaštitnim znakom Podravka. Zaštitni znak Podravka sastoji se od nekoliko elemenata, srca u štitu koje je u upotrebi od 1957. godine, tipografije koja je u upotrebi od 1994. godine i crvene podloge. Prijedlog dizajna Podravka juhe koja je predmet ovoga istraživanja također je izvedenica i prilagodba je dizajna standardne praškaste dehidrirane juhe koja je na tržištu od 2014. godine, a za koji dizajn je osvojena nagrada Cropak godine. [66]



Slika 2.20. Vegeta ambalaža, dizajn kroz povijest



Slika 2.21. Podravka zaštitni znak, dizajn kroz povijest

2.4.4. Obavezni elementi (tekst deklaracije, nutritivna tabela, barkod, ambalažni znakovi)

Ambalaža prehrambenih proizvoda koja se plasira i prodaje zajedno s proizvodima na tržištu Europske unije podliježe Direktivama i Regulativama EU te su definirani svi obavezni elementi koje ambalaža mora na sebi sadržavati.

Sve proizvode potrebno je ispravno deklarirati i navesti im sastav. Obavezni tekst deklaracije mora navoditi sastojke koji su u proizvodu, uputstva za upotrebu ako je potrebna određena dorada na proizvodu (kuhanje, pečenje, podgrijavanje ili bilo koji drugi način obrade), zatim rok upotrebe, uvjete skladištenja i čuvanja proizvoda, gramaturu proizvoda, datum i mjesto proizvodnje te adrese uvoznika ili distributera. Osim navedenoga, na ambalaži se navodi nutritivna tablica, zatim obavezni ambalažni znakovi i barkod. Ambalažni znakovi koji se apliciraju ovise o tipu ambalažnog materijala i proizvodu. Navode se trokut oznake za pojedini tip ambalažnog materijala, oznaka za preporuku odlaganja, zelena točka, znak čaše i vilice da se radi o ambalaži koja je u neposrednom direktnom kontaktu s hranom. Boce imaju posebnu oznaku definiranu na nivou RH, vezano uz povratnu naknadu. Zatim su tu znakovi koji nisu

obavezni, ali se koriste zbog povećane brige proizvođača prehrambenih proizvoda i proizvođača ambalaže za okoliš, a odnose se na oznake o kontroliranoj sječi šuma i korištenju papira, zatim određene interne oznake raznih certifikata kojima se podiže svijest i percepcija potrošača o važnosti održivog razvoja i očuvanja planeta.

22. studenog 2011. godine objavljena je Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskoga Parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2011. o pružanju informacija o hrani potrošačima, a predmet i područje primjene su:

- na subjekte u poslovanju s hranom u svim fazama prehrambenog lanca ako njihove djelatnosti uključuju pružanje informacija o hrani potrošačima
- na svu hranu namijenjenu krajnjem potrošaču, uključujući hranu koju nude objekti javne prehrane i hranu namijenjenu opskrbi objekata javne prehrane
- na ugostiteljske usluge koje pružaju prijevoznika poduzeća u slučaju polaska s državnih područja država članica na koje se primjenjuju Ugovori. [67]

PODRAVKA

Ova juha bogata je kokojšim mesom te ukusnim kokojšim okruglicama, raznim vrstama povrća i tjesteninom u obliku listića što je prikladno za svaku Vašu svečanu prikladnu.

Ta juha je bogata s kokojšim mesom i ukusnim kokojšim okruglicama, raznim vrstama povrća i tjesteninom u obliku listića što je prikladno za svaku Vašu svečanu prikladnu.

Ova su bogata s novonajom mesom i ukusnim kokojšim okruglicama, raznim vrstama povrća i tjesteninom u obliku listića što je prikladno za svaku Vašu svečanu prikladnu.

10 min. SVEČANA JUHA
Kokojšja juha s kokojšim okruglicama, tjesteninom i mesom
Kokojše okruglice 35%

SVEČANA JUHA
Kokojšja juha s kokojšim okruglicama, tjesteninom i mesom
Kokojše okruglice 35%

SVEČANA SUPA
Kokojšina supa s kokojšim okruglicama, tjesteninom i mesom
Kokojšine okruglice 35%

Uputa / Navodilo za pripremu / Упутство за употребу:

Sadržaj vrećice uspite u 1,1 L kipuće vode i promiješajte. Vrećicu vruće uspite u 1,1 L vruće vode i promiješajte. Sadržajata od kesineta uspite je u 1,1 L vrućina voda i mešajte.

Kuhajte na laganoj vatri 10 minuta u polupokrivenoj posudi i povremeno promiješajte. Kuhajte na zmanjenom ognju 10 minuta u na pol pokrivenoj posudi u običnoj premešajte. Gotajte na tvojim oganj 10 minuti vo polupokriven sad i povremeno mešajte.

Prosjekne hranjive vrijednosti / Average nutritive value

Prosjekna energetska vrijednost / Average energy value	100 g suhog proizvoda / 100 g of dry product	1 tanjir / juha / 100 ml / 330 ml
Energetska vrijednost / Energy value	1522 kJ / 362 kcal	294 kJ / 69 kcal
Bjelovinski / Protein	13,0 g	2,3 g
Ugljikohidrat / Carbohydrate	19,0 g	3,3 g
Ugljikohidrat od kojih šećeri / of which sugars	16,0 g	1,8 g
Masti / Fat	11,0 g	2,0 g
od toga: zasićena masne kiseline / of which saturated	6,5 g	1,2 g
Natrij / Sodium	3,5 g	0,6 g
	8,7 g	1,6 g

Tanjir / juha (250 ml) prosječno sadrži:

kcal	Sučen	Masti	Zasićene	Natrij
55	1,5 g	2 g	0,8 g	1 g
3%	2%	3%	4%	42%

Neto / Neto-težina 60 g / e

PODRAVKA d.d., A. Starčevića 32, 48000 Koprivnica, Hrvatska i Hrvatska
Trgovački put, Zagreb, Hrvatska, A. Starčevića 32, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Sloveniju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 1000 Ljubljana, Slovenija
Uvoznik za Srbiju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za BiH: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Ukrajinu: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Poljsku: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Rumuniju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Srbiju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Ukrajinu: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Poljsku: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Rumuniju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska

PODRAVKA

Jeste li razmišljali koliko vam je vremena i različitih sastojaka potrebno da sami pripremite knedle od mesa? Za samo 10 minuta pripremite čete Švicarsku juhu s ukusnim mesnim knedlicama.

Have you thought how much time and different ingredients you need to prepare meat dumplings at home? In only 10 minutes you can prepare Swiss soup with delicious meat dumplings.

10 min. ŠVICARSKA JUHA
Juha s mesnim knedlicama, tjesteninom i povrćem
SWISS SOUP
Soup with Meat Dumplings, Pasta and Vegetables

Uputa / Directions:

Sadržaj vrećice uspite u 800 ml kipuće vode i promiješajte. Empty the contents of the package into 800 ml of boiling water and stir.

Kuhajte na laganoj vatri 10 minuta u polupokrivenoj posudi i povremeno promiješajte. Po želji dodajte kocke topljenog sira. Simmer for 10 minutes in a half covered saucepan and stir occasionally. You may add diced soft cheese.

Prosjekne hranjive vrijednosti / Average nutritive value

Prosjekna energetska vrijednost / Average energy value	100 g suhog proizvoda / 100 g of dry product	1 tanjir / juha / 100 ml / 330 ml
Energetska vrijednost / Energy value	1522 kJ / 362 kcal	294 kJ / 69 kcal
Bjelovinski / Protein	13,0 g	2,3 g
Ugljikohidrat / Carbohydrate	19,0 g	3,3 g
Ugljikohidrat od kojih šećeri / of which sugars	16,0 g	1,8 g
Masti / Fat	11,0 g	2,0 g
od toga: zasićena masne kiseline / of which saturated	6,5 g	1,2 g
Natrij / Sodium	3,5 g	0,6 g
	8,7 g	1,6 g

Tanjir / juha (250 ml) prosječno sadrži:

kcal	Sučen	Masti	Zasićene	Natrij
65	1,8 g	2 g	1,2 g	1 g
3%	2%	3%	6%	42%

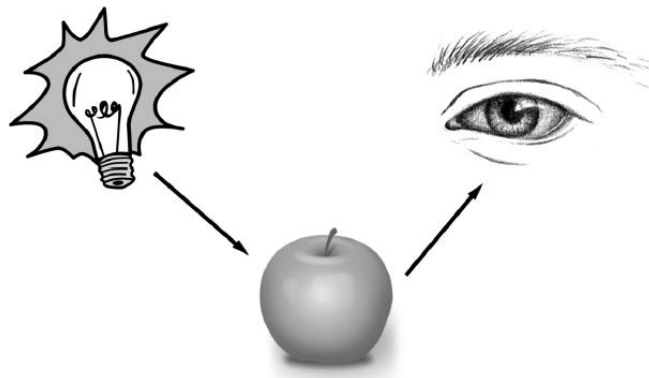
Neto / Net: 54 g e

PODRAVKA d.d., A. Starčevića 32, 48000 Koprivnica, Hrvatska i Hrvatska
Trgovački put, Zagreb, Hrvatska, A. Starčevića 32, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Sloveniju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 1000 Ljubljana, Slovenija
Uvoznik za Srbiju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za BiH: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Ukrajinu: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Poljsku: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska
Uvoznik za Rumuniju: Podravka d.o.o., Srednja ulica 40, 10000 Zagreb, Hrvatska

Slika 2.22. Primjena Uredba (EU) br. 1169/2011 na ambalaži Podravka juha (staro vs. novo)

3. KARAKTERISTIKE I PERCEPCIJA BOJE

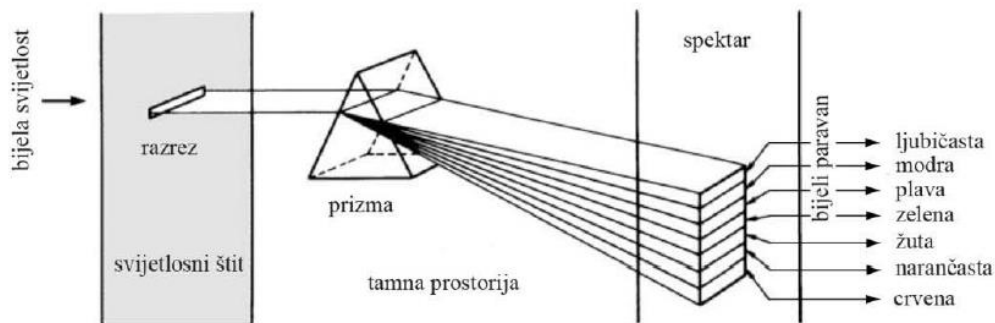
Boja je atribut koji koristimo za opis određenoga objekta. Da bismo percipirali, doživjeli boju, potrebno je ispuniti i imati tri preduvjeta: izvor svjetla, objekt i promatrača. Boja je osjećaj koji u oku izaziva svjetlost emitirana od nekoga izvora ili reflektirana od površine nekoga tijela.[68, 69] Mrežnica ljudskoga oka ima tri tipa konusnih receptora, s različitim spektralnim osjetljivostima, što rezultira opisom boje s tri broja. Četvrti tip fotoreceptorskih stanica, štap, također je prisutan, ali se koristi samo pri ekstremno niskim svjetlosnim razinama (noću) i ne pridonosi percepciji boje. Osjetljivost receptora za boje nije ista kod svih ljudi i ona ovisi o mnogo faktora, između ostaloga o kutu pod kojim se boja promatra, starosti i spolu promatrača te okolini. Nadalje, percepcija boje ne ovisi samo o podražaju receptora, već ovisi i o okruženju. Spektralna distribucija svjetla reflektiranoga s površine papira ovisit će o izvoru svjetla koje obasjava papir. Uspoređujemo li dnevno svjetlo ujutro, popodne i unutarnje osvjetljenje, rezultat će biti različita spektralna distribucija, ali u svakome će slučaju percepcija reflektiranoga svjetla biti ista bijela boja. [70]



Slika 3.1. Preduvjeti za percepciju boje [68]

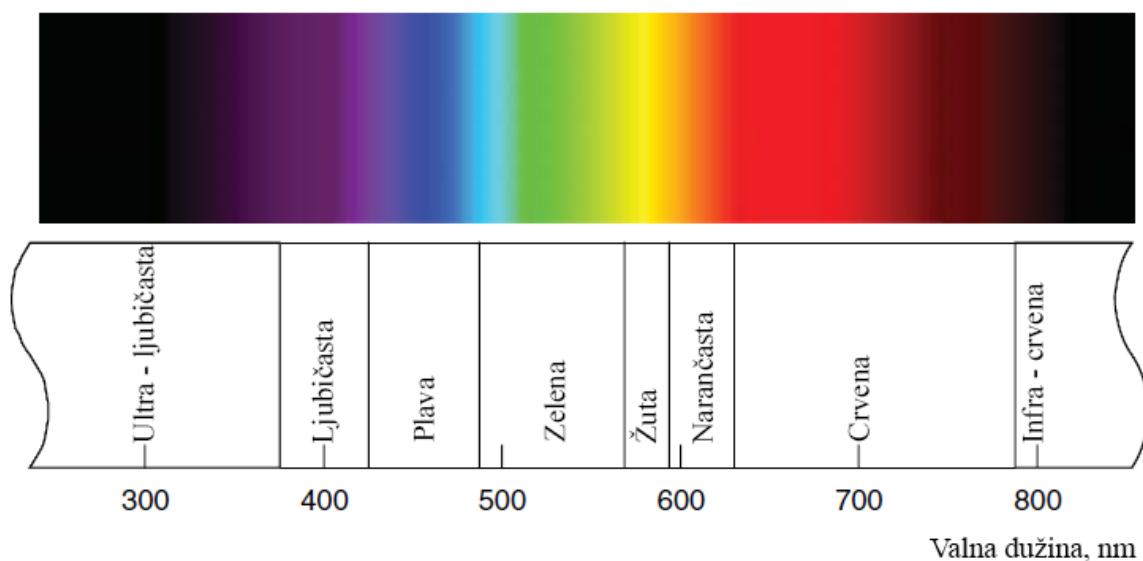
Eksperiment koji se može smatrati temeljem za percepciju boje izveo je Sir Isaac Newton 1676. godine koristeći optičku prizmu. Svojim eksperimentom objasnio je rastavljanje bijele svjetlosti na pojedine boje pomoću optičke prizme i dokazao da je boja objekata u direktnoj vezi sa selektivnom spektralnom refleksijom (transmisijom) upadne svjetlosti s njihove površine. [71] Devet boja koje su vidljive nakon rastavljanja bijele svjetlosti su: crvena, narančasta, žuta, žutozelena, zelena, zelenoplava, plava, indigo i ljubičasta. Navedene boje

također možemo vidjeti nakon kiše dok se pri lomljenju sunčeve zrake kroz kapi kiše razlažu na spektar boja (duga).



Slika 3.2. Disperzija sunčeve svjetlosti kroz prizmu [71]

Jedan od glavnih preduvjeta za percepciju boje je izvor svjetla. Od ukupnoga toka energije koju emitira određeni izvor svjetla, samo elektromagnetski valovi dužine od 380 do 750 nm pripadaju u vidljivi dio spektra.



Slika 3.3. Vidljivi dio spektra i nazivi boja [72]

Mora se naglasiti da su imena boja i granice valnih duljina navedene na slici namijenjene samo kao okvirni pokazatelj, svaka boja postupno se stapa u sljedeću te stoga nije moguće odrediti točnu granicu. Percepcija i doživljaj boje određene valne duljine ovisit će o uvjetima pod kojima se ona promatra, a također je izgledno da će se razlikovati od jednoga promatrača

do drugoga. Definirane nazive boja navedenih na slici 3 potrebno je imati na umu pri razmatranju podataka koji su prikazani kao funkcije valne duljine. [72]

„Poput ljepote, boja je u oku promatrača. Od početka znanstvenih istraživanja, priroda percepcije boja tema je od velikog interesa. Unatoč ogromnoj evoluciji tehnologije, temeljna pitanja percepcije boja ostaju neodgovorena. Mnogi znanstveni pokušaji objašnjavanja boja oslanjaju se isključivo na fizičku prirodu svjetlosti i promatranog objekta. Međutim, bez ljudskog promatrača nema boje.“ [73]

Boja je uistinu subjektivni psihički doživljaj, a navedeno dokazuje činjenica da identične dominantne valne dužine kod različitih ljudi izazivaju različite osjete. [74]

Jedan od najčešćih načina intuitivnog opisa boje temelji se na subjektivnim percepcijskim karakteristikama:

1. **Ton** boje je atribut vizualne percepcije na temelju kojega su neka promatrana površina ili objekt slični jednoj od percepcija suprotnih parova boja koje nazivamo crvena, zelena, žuta i ljubičasto-plava odnosno određenoj kombinaciji dviju od navedenih percepcija boja.
2. **Zasićenje** je atribut vizualne percepcije koji pokazuje razinu odstupanja boje od akromatske boje iste svjetline, odnosno predstavlja odstupanje boje od svoje potpune vrijednosti (ne sadrži akromatsku komponentu).
3. **Svjetlina** je atribut vizualne percepcije na temelju kojega uspoređivana površina u odnosu na definiranu površinu emitira ili reflektira određenu količinu svjetla. [75]

3.1. Odabir boje i utjecaj na donošenje odluke o kupnji

Boje su sastavni dio vizualnoga identiteta svake robne marke. Potrošači ne trebaju prepoznati tipografiju i ostale elemente dizajna, boja je ta koja im daje trenutnu poveznicu s robnom markom i budi emociju. U sekvencama vizualne percepcije mozak percipira boju nakon što je registrirao oblik, a prije nego pročita sadržaj. Odabir boje za identitet zahtijeva osnovno razumijevanje teorije boja i jasnu viziju na koji način želimo da robna marka bude percipirana i diferencirana. [61] Podravka za svoj zaštitni znak koristi crvenu boju od svojega utemeljenja, sadašnja nijansa prisutna je od 1994. godine, a Vegeta je u plavoj od samoga početka izlaska na tržište, 1957. godine.

Ako je smisao brendiranja razlikovati jednu robnu marku od svih ostalih, onda je odgovornost dizajnera da definira različite vizualne i ideološke teritorije. Boja je inherentna

komponenta grafičkoga dizajna. Ona predstavlja karakter, raspoloženje, sposobnost i rezonanciju. Bilo da nam se sviđa ili ne, većina grafičkih dizajnera treba bolje razumijevanje toga kako promatrati i koristiti boje te kako o njima govoriti. Čovjekovo upoznavanje s bojama započinje u rano doba. Kao djeca imamo unaprijed stvoreno mišljenje o boji prije nego naučimo objektivizirati kako stvari funkcioniraju. [76]

Potrošači su skloni povezivati boju s okusom proizvoda. Istraživanje koje su proveli R. Rebollar, et. al., a vezano uz utjecaj dizajna ambalaže guma za žvakanje na namjeru potrošača da kupe proizvod, pokazuje da je odluka o kupnji usko povezana s bojom ambalaže. [15] Ispitanici istraživanja (390 ispitanika ocjenjivalo je 30 atributa na 9 različitih dizajna guma za žvakanje) percipirali su ambalažu u toplim bojama kao voćni, kiselo-slatki okus, a ambalaža u hladnim tonovima povezana je s okusom mentola i začina. Ispitanici su također smatrali da ambalaža hladnih tonova ima intenzivniji i dugotrajniji okus. U analizi rezultata dobivenih na iskustvenoj razini proizvoda, tople boje povezivane su s atributima kao što su zabava, dinamičnost, senzualnost i buntovnost, a svi su dovedeni u poveznicu od strane mlađe populacije koja je bila dio ispitivanja. S druge strane, siva boja povezana je s elegancijom i tajanstvenošću. U analizi utjecaja boje na spremnost za kupnju može se vidjeti da potrošači vole pakiranje u toplim bojama, nakon toga u hladnim bojama i zatim u sivim bojama.

Pri odabiru i definiranju boje za određenu robnu marku važno je jasno definirati attribute robne marke, kome je namijenjena, o kakvom se proizvodu radi, koje emocije se žele potaknuti kod potrošača, korisnika, itd. Jasno i precizno postavljen *brief* pomoć je dizajneru za izradu najadekvatnijega rješenja. Odabirom boje iskazujemo karakter robne marke i šaljemo snažnu poruku. I dok su u ranijim vremenima dizajneri bili limitirani brojem boja i nijansi koje su se koristile, danas je spektar koji je u upotrebi širi i podložan je trendovima. Prepoznata je važnost i uloga boje te se trendovi nameću putem medija i svake se godine kreiraju nove nijanse. Najpoznatiji profesionalni sustav za boje *Pantone*, a koji je općeprihvaćen u grafičkoj industriji i olakšava posao dizajnerima, menadžerima za marketing i tiskarama pri standardizaciji, u posljednjih nekoliko sezona diktira trendove i u drugim industrijskim granama, posebno u modi, kozmetici, industriji namještaja i dekorativnih predmeta (slika 3.4., 3.5., 3.6.).

Vrlo je važno da dizajner u radu s bojama pravilno odabere pozadinsku boju, jer je navedenom bojom uglavnom prekrivena najveća površina. Potrebno je voditi računa o karakteru boje, svjetlini i ostalim parametrima boje te unaprijed znati koji se efekt želi postići. Pri dizajniranju se uglavnom koriste različiti elementi koji se kombiniraju (slovni znakovi,

simboli, slike ili razni drugi elementi). Svi navedeni elementi međudjeluju i omogućavaju jedni drugima kontraste u kvaliteti i kvantiteti. [63]



Slika 3.4. Pantone boja 2018. godine i utjecaj na kozmetičku industriju [77]



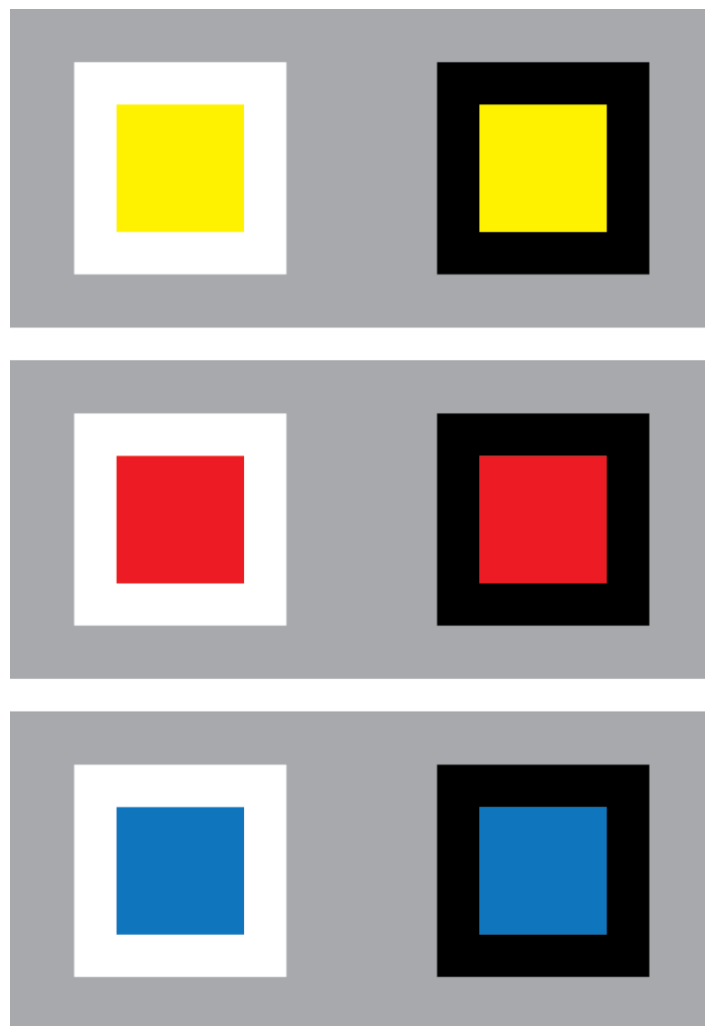
Slika 3.5. Utjecaj boje na industrijski dizajn [78]



Slika 3.6. Aplikacija Pantone boje na ambalaži prehrambenog proizvoda [79]

Osim trendova i ostalih parametara definiranih u *briefu*, pri odabiru boje potrebno je respektirati i kulturološko značenje određene boje, a koje se razlikuje od zemlje do zemlje. Dizajneri trebaju biti izuzetno pažljivi pri kreiranju globalnih robnih marki jer nema svaka boja identično značenje u svim zemljama, a važan je naravno i kontekst. Boju na emotivnoj razini povezujemo s robnom markom i svakako je najvažnije da emocije budu pozitivne.

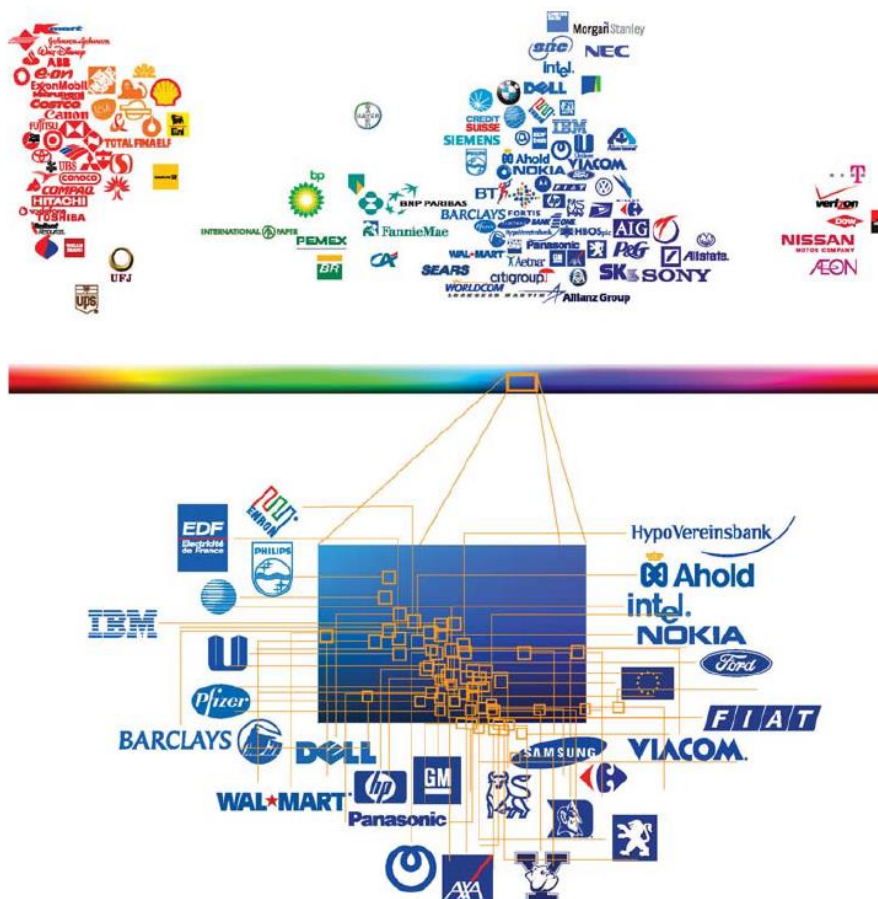
Važno je i okruženje u kojemu se boja nalazi (slika 3.7). Različite kombinacije daju različit efekt. Žuta će na crnome djelovati agresivno i sjajno dok na bijeloj pozadini djeluje tamnije s finim efektom topline. Crvena će boja na bijelome kvadratu izgledati tamno i snažno, na crnome će isijavati toplinu, dok će plava na bijelome biti tamna i duboka, bijeli će kvadrat djelovati svjetlije u odnosu na kombinaciju sa žutom. Na crnome kvadratu plava će imati brilijantan karakter s dubokom luminescencijom nijanse. [71]



Slika 3.7. Efekt boje na različitim podlogama [71]

Tri psihofizikalna efekta koja su uvjetovana pojavnošću boja su: simultani kontrast (indukcija), nabiranje i proširivanje. [74]

Prema tome dizajner u procesu dizajna treba imati na umu pravila za kombiniranje boja i efekt koji će se postići kombinacijom, no nije nužno da izlazak iz okvira neće rezultirati dobrim i upečatljivim dizajnom. Još jedan ograničavajući faktor za dizajnera je mogućnost jednostavne aplikacije u sve kanale komunikacije, od tiskanih medija, ambalaže, do televizije i interneta. Poželjne su čiste i jasne kombinacije sa što manjim brojem boja, a da bi se prevenirali dodatni troškovi u tisku, reproduciranju te samoj standardizaciji. Da bi se zaštićena i definirana boja robne marke ispravno aplicirala u sve kanale komuniciranja i bila unutar tolerantnog područja, potrebno je pravila jasno artikulirati i definirati te sve sudionike upoznati s pravilima. [80] Svi otisnuti materijali predmet su standardizacije i definiranja maksimalnog dozvoljenog i prihvatljivog odstupanja u kolorimetrijskim vrijednostima boja. [81]



Slika 3.8. Globalne robne marke i upotreba boja za vizualni identitet [76]

Mnogo globalnih tvrtki za svoj vizualni identitet odabire jednu od nijansi iz plavoga dijela spektra (slika 3.8). Plava boja ulijeva povjerenje, sigurnost, staložena je i smirujuća. Kad je za Vegetu kao zaštitna boja robne marke definirana plava boja, radilo se o hrabrome odabiru i iskoraku izvan okvira. U vrijeme 60-tih godina prošloga stoljeća plava boja nije bila uobičajena u ambalaži i općenito vizualnom identitetu prehrambenih proizvoda. Danas sve više proizvoda u segmentu prehrane poseže upravo za različitim nijansama plave. S druge strane, crvena je boja vrlo često prisutna u ambalaži i vizualnom identitetu prehrambenih robnih marki. Crvenu boju povezuje se s energijom, strastvenošću i dominacijom. Korištenjem crvene boje na ambalaži prehrambenih proizvoda može se potaknuti osjećaj gladi.

Osim na ambalaži, potrebno je identičnu boju koristiti za sva sredstva promocije i ostale vizualne materijale. Vrlo često nije moguće postići standardizaciju zbog niza razloga. Recimo za krutu ambalažu od plastike koristi se RAL skala boja i dio proizvođača navedenog tipa ambalažnog materijala vrlo je limitiran u izboru boja te se stoga odabir vrši na prvu sličnu nijansu, a koja neće potrošača/korisnika dovesti u zabludu. Velika pomoć za standardizaciju je izdavanje knjiga grafičkih standarda koje se rade za sve velike robne marke. Podravka i Vegeta imaju svoje priručnike u kojima je jasno definirana boja, korištenje u digitalnim i tiskanim medijima, definirana minimalna veličina zaštitnog znaka, tipografija, minimalni slobodni prostor oko zaštitnog znaka, aplikacija na promotivne materijale, itd. Knjige grafičkih standarda velika su pomoć i smjernice za dizajnere, marketinške timove, tiskare i sve uključene u proces izrade grafičkoga proizvoda. Što je knjiga preciznija, sveobuhvatnija i opširnija, tj. što više područja pokriva, lakše je upravljati vizualnim aspektom robne marke, postići standardizaciju, a samim time pozitivno utjecati na percepciju imidža i stvaranje ugleda.

3.2. Boje za tisak ambalaže prehrambenih proizvoda

Različite tehnike tiska i različiti ambalažni materijali zahtijevaju drugačije vrste tiskarskih boja. Kao rezultat navedenoga na tržištu postoji više vrsta tiskarskih boja, boje na bazi otapala, na bazi vode, boje za digitalni tisak i UV boje, samo su neke od danas prisutnih na tržištu. Sve boje sastoje se od sličnih sastojaka, ali njihovo porijeklo, vrsta i količina ovise o tehnici tiska i nizu drugih faktora. [82]

Boje za tisak obično se sastoje od:

- pigmenta

- otapala
- veziva
- aditiva. [83]

Za kreiranje vizualnoga dojma i doživljaj boje koriste se pigmenti. Pigmenti mogu biti organskoga i anorganskoga porijekla. Općenito su pigmenti anorganskoga porijekla jeftiniji i pristupačniji, no oni ne daju saturaciju poput organskih pigmenata. Najčešće korišteni anorganski pigmenti su: titanium dioksid, željezni oksid, željezo plava, cink žuta ili karbon crna. Bijeli pigmenti, poput titanium dioksida, povećavaju jasnoću boja u aplikacijama na ambalaži. Organski pigmenti sintetiziraju se iz petroleja, prirodnoga plina ili nekih drugih spojeva s ugljenom. Otapala poboljšavaju karakteristike protoka boja kako bi se osigurala optimalna upotreba. Veziva imaju ulogu da pigmenti imaju jednaku raspršenost i da se vežu na podlogu. Aditivi mijenjaju svojstva boje ovisno o svojem sastavu i zahtjevima kod određenog ambalažnog materijala. [83]

Poput ambalaže u cjelini, i boje moraju odgovarati strogim zahtjevima Regulative Europske unije. Jasne i točne specifikacije svih ulaznih materijala obaveza su proizvođača ambalaže, a sa svrhom i s ciljem izbjegavanja reklamacija ili ugrožavanja zdravlja potrošača.

Trenutno važeće Regulative za boje koje se koriste za ambalažu prehrambenih proizvoda identične su Regulativama koje se odnose na ambalažne materijale koji dolaze u direktan, neposredan kontakt s hranom. Zbog njihova sastava, boje pokriva identična regulativa koja je važeća i za polimerne ambalažne materijale:













- Regulativa EU 1935/2004
- Regulativa EU 2023/2006
- Regulativa EU 10/2011.

Osim regulativa koje pokrivaju područje EU svaka zemlja može izdati dodatne zahtjeve, a također zemlje izvan EU imaju druge zahtjeve i proizvođači prehrambenih proizvoda, ako žele izvoziti robu u navedene zemlje, trebaju udovoljiti svim traženim kriterijima i potkrijepiti navedeno dokumentacijom. Također velike multinacionalne tvrtke izdaju svoje smjernice i pisane zahtjeve kojima proizvođač ambalaže treba udovoljiti ako želi proizvoditi za njih. S obzirom na to da, uz sigurnost hrane, najveći izazov leži u postizanju ujednačenih tonskih vrijednosti boje robne marke, tvrtke proizvođači boja posebno su posvećene pronalasku rješenja za globalnu dosljednost i postizanje minimalnog odstupanja. *Sun Chemical* planira pokrenuti

alat *SunColorBox*, koji obuhvaća sveobuhvatan skup aplikacija i usluga namijenjenih podupiranju tiskara s ciljem proizvodnje boja robne marke dosljedno, bilo gdje u svijetu, unutar potpuno optimiziranog digitalnog procesa. [84] Tvrtke proizvođači hrane mogu zahtijevati od dobavljača ambalaže i tiskara točno određenog proizvođača boje i mogu kod tih proizvođača raditi specijalne boje za svoje robne marke te time odstupanja u tisku svesti na minimum vrijednosti.

Najbolja prevencija je korištenje boja koje u sebi ne sadrže mineralna ulja, a svaki proizvođač prehrambenih proizvoda mora se osigurati tako da od proizvođača ambalaže traži određenu dokumentaciju kojom se potvrđuje da koriste sirovine i materijale koji nisu reciklirani i u sebi ne sadrže nedozvoljene supstance. Iz toga razloga svaki proizvođač prehrambenih proizvoda vrlo pažljivo pristupa izboru i selekciji dobavljača koji mogu ući na listu odobrenih. Svaki dobavljač ocjenjuje se po nizu kriterija, rade se auditi kvalitete, snimaju se tehničko-tehnološke mogućnosti, reference, tvrtke partneri s kojima se surađuje i niz drugih parametara. Nakon opsežne evaluacije svih podataka s dobavljačem se može odraditi probna proizvodnja i vidjeti ponašanje i parametri ambalažnog materijala u vlastitim pogonima. Za pojedine, visoko rizične proizvode, a koji se podvrgavaju određenim režimima obrade, provode se i migracijski testovi sa simulant otopinama i gotovim proizvodom u, za navedene svrhe, specijalno opremljenim laboratorijima. Migracije bojila u proizvod mogu nastati na nekoliko načina: direktnom migracijom, indirektnom, skladištenjem i pod utjecajem topline (slika 3.9.).

Nastavno na sve veću zabrinutost za zdravlje i sigurnost potrošača, raste trend proizvodnje boja s malim udjelom migracija (*engl: low migration inks*). Kako bi se uskladili s važećim regulativama i zahtjevima, gotovo svi proizvođači boja ulažu velike napore u pronalazak rješenja za boje koje neće imati neželjene komponente, a koje mogu migrirati u proizvod.

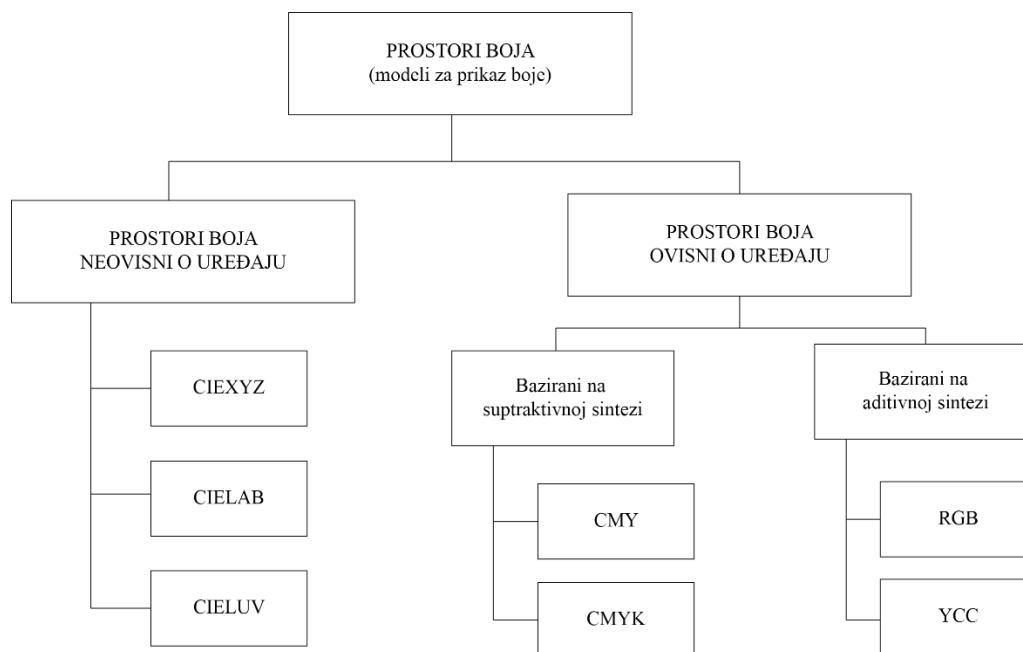
	Kako nastaje migracija?	Supstrat/podloga	Tiskarska boja
1.	Direktna migracija Direktna migracija iz boje u hranu, u slučaju da je boja u direktnom, neposrednom kontaktu s hranom.		
			
2.	Indirektna, prolazna migracija Penetracija boje kroz supstrat, podlogu		
			
3.	Migracija skladištenjem Otpuštanje migranata tijekom procesa skladištenja, na roli ili u arcima		
			
4.	Migracija toplinom i propusnošću supstrata Isparavanje i kondenzacija komponenata tijekom procesa zagrijavanja (sterilizacija, mikrovalna pećnica,...)		
			

Slika 3.9. Vrste migracija [84]

3.3. Referentni prostori boja i kolorimetrija

Prostori boja, prema klasifikaciji, mogu biti podijeljeni u dvije osnovne grupe:

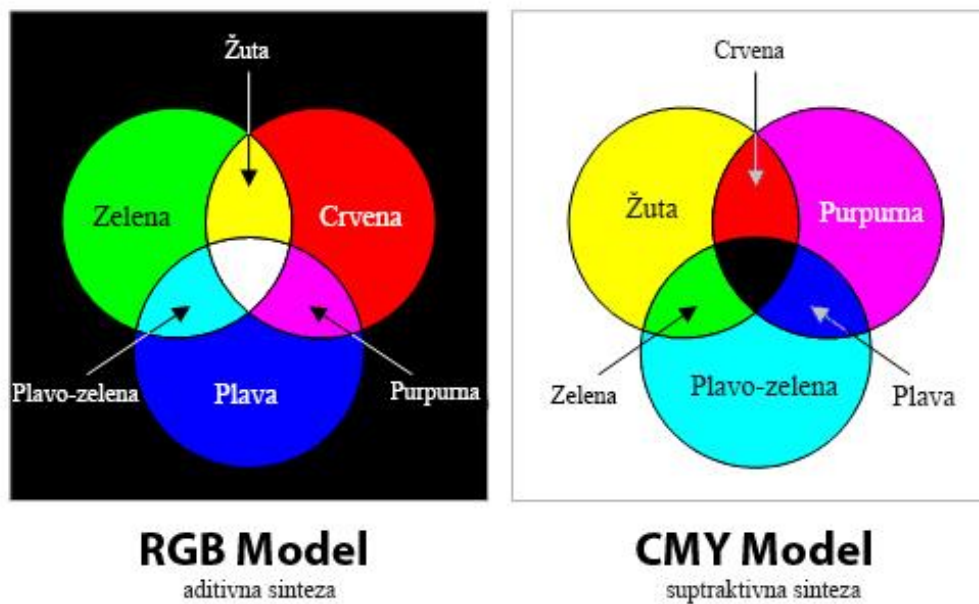
- prostori boja koji su ovisni o uređaju (*engl. device dependent*)
- prostori boja neovisni o uređaju. (*engl. device independent*). [85]



Slika 3.10. Klasifikacija prostora boja [85]

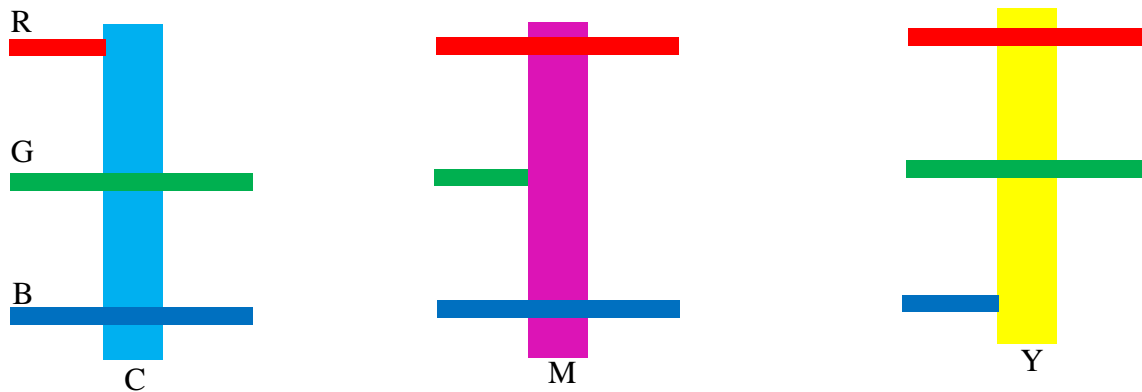
U prostore boja koji su ovisni o uređaju pripadaju dva najpoznatija sustava miješanja boja, a to su aditivna i suptraktivna sinteza. Aditivni sustav miješanja boja temeljni je sustav koji se bazira na trikromatskoj fiziologiji ljudskoga oka. To je miješanje svjetlosnih podražaja bez selektivne adsorpcije. [86] Kod aditivne sinteze kombinacijom crvene, zelene i ljubičastoplave dobivamo cijeli spektar boja. Klasični primjer reprodukcije boja pomoću aditivne sinteze je TV prijemnik u boji ili monitor računala. Boje koje se reproduciraju na zaslonu nastaju kombinacijom svjetla emitiranoga iz crvenog, zelenog i plavog izvora (R – red, G – green, B – Blue). Suptraktivni kolor sustav sastoji se od primarnih boja: plavozelene, purpurne i žute. Kad se te boje jednake jačine miješaju, stvaraju crnu. Miješanjem tri primarne boje neće nastati duboka crna, već više tamnosmeđa, te se iz navedenoga razloga crna dodaje. Kratica koja se koristi za model suptraktivne sinteze je CMYK (Cyan - plavozelena, Magenta - purpurna, Yellow - žuta, Key color - crna) i osnova je tiskarskog procesa, bilo da se radi o klasičnom tisku, inkjet tehnologiji ili o digitalnom tisku [87]

Boje aditivne i suptraktivne sinteze zavisne su od uređaja na kojima se reproduciraju te ovise o njihovim fizičkim karakteristikama. Na prikaz i percepciju boja utjecat će niz faktora poput karakteristika monitora (RGB) ili pisača i tiskarskih strojeva (CMYK). Prostori boja ovisni o uređaju ograničeni su gamutom ili rasponom boja koje je određeni uređaj sposoban prikazati i reproducirati.



Slika 3.11. Aditivna i suptraktivna sinteza boja [88]

Ako se pomiješaju dvije boje, aditivne sinteze rezultat će jednom od boja suptraktivne sinteze. Novonastala boja suptraktivne sinteze komplementarna je s trećom bojom aditivne sinteze koja nije sudjelovala u miješanju. Komplementarne boje su; ljubičasto-plava i žuta; zelena i purpurna; crvena i zeleno plava. [89]



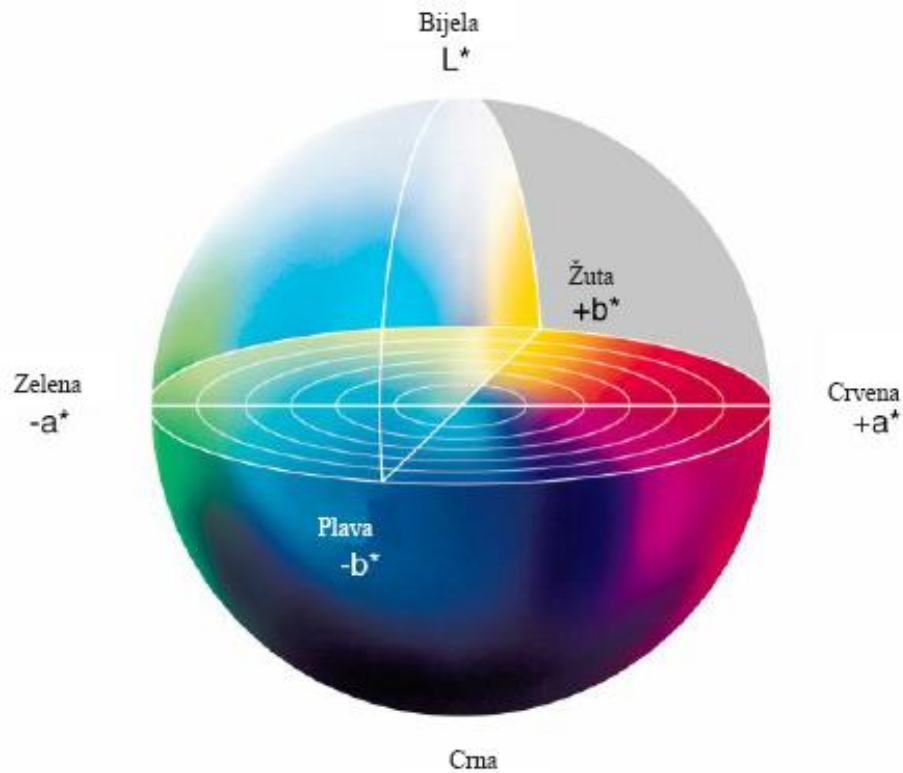
Slika 3.12. Prikaz principa djelovanja komplementarnih boja [89]

Za razliku od aditivne i suptraktivne sinteze, postoje prostori boja neovisni o uređaju, a definiraju boju na bazi percepcije Standardnog promatrača. Commission on Illumination, CIE (*fran. International Commission de l'Eclairage*) je u kolorimetriji predstavio Standardnog promatrača, 1931. godine, s ciljem omogućavanja opisa boje pomoću brojeva. Standardni promatrač predstavlja prosječnu osobu s normalnom percepcijom boja. CIE je definirala dva standardna promatrača s različitim kutovima promatranja: 2° i 10° . Promatrač s kutom od 2° odgovara promatranju objekta male veličine (pomoću optičkog uređaja), dok promatrač s kutom od 10° odgovara promatranju objekta u normalnim uvjetima. [90] Zajedno s CIE standardizacijom Standardnog promatrača pojavila se unutar industrije potreba za kvantifikacijom razlika u boji. Provedena su istraživanja koja su predložila korištenje Munsell sustava boja, dok su druga istraživanja bila usmjerena na korištenje CIE vrijednosti kromatičnosti. [91]

Neovisni sustavi za mapiranje boja koriste tristimulusne vrijednosti i iscrtavaju ih na x, y i z osi stvarajući trodimenzionalni prikaz boje. CIE $L^*a^*b^*$ i CIE Luv sustavi koriste tri vrijednosti:

- vrijednost svjetline ili tame (označena s L ili L^*)
- crvena/zelena vrijednost (označena kao $\pm A$, a^* ili U)
- žuta/plava vrijednost (označena kao $\pm B$, b^* , ili V).

Vrijednost L ima raspon od 0 do 100, gdje 0 predstavlja idealno bijelo, a 100 idealno crno.



Slika 3.13. CIE Lab prostor boja [92]

CIE Lab koristi kartezijske koordinate za definiranje boje u prostoru, a CIE LCH koristi polarne koordinate. L^* definira svjetlost, C^* čistoću boje (*engl. chroma*), a h° označava kut nijanse i mjerenje. CIE $L^*C^*h^\circ$ sustav nudi prednost nad CIE Lab jer ga je vrlo lako povezati s ranijim sustavima baziranim na fizičkim uzorcima, poput Munsell kolor sustava. [93]

CIE Lab preuzet je od CIE komisije 1976. godine i predstavlja trodimenzionalni model koji za izračun koristi kvadratne korijene.

$$L^* = 116\sqrt[3]{Y/Y_n} - 16 \quad (3.1)$$

$$a^* = 500\left[\left(\sqrt[3]{X/X_n}\right) - \left(\sqrt[3]{Y/Y_n}\right)\right] \quad (3.2)$$

$$b^* = 200\left[\left(\sqrt[3]{Y/Y_n}\right) - \left(\sqrt[3]{Z/Z_n}\right)\right] \quad (3.3)$$

Navedene formule vrijede ako je omjer $\frac{X}{X_n}$, $\frac{Y}{Y_n}$, i $\frac{Z}{Z_n}$, veći od 0,008856. U slučaju da je vrijednost manja ili jednaka od navedenog broja, za izračun se koristi sljedeća formula:

$$L_m^* = 903.3 \frac{Y}{Y_n} \quad (3.4)$$

Ton (h_{ab}) i kromatičnost (C_{ab}) moguće je izračunati pomoću sljedećih formula:

$$C_{ab} = \sqrt{[(a^*)^2 - (b^*)^2]} \quad (3.5)$$

$$h_{ab}^* = \arctg \sqrt{\frac{b^*}{a^*}} \quad (3.6)$$

Kolorimetrijska razlika u boji ΔE izračunava se pomoću sljedeće formule:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 - (\Delta a^*)^2 - (\Delta b^*)^2]} \quad (3.7)$$

Dok se razlika u tonu i kromatičnosti dobiva izračunom iz sljedećih formula:

$$\Delta H_{ab}^* = \sqrt{[(\Delta a^*)^2 - (\Delta b^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2]} \quad (3.8)$$

$$\Delta C_{ab} = C_{ab}^* - C_{abref}^* \quad (3.9)$$

Usporedno s CIE Lab sustavom boja 1976. godine CIE komisija definirala je i sustav boja CIE Luv. Koordinate za prikaz boje unutar navedenoga modela pri izračunu koriste sljedeće formule:

$$L^* = 116 \sqrt[3]{Y/Y_n} - 16 \quad (3.10)$$

$$u^* = 13 (u' - u'_n) \quad (3.11)$$

$$v^* = 13 (v' - v'_n) \quad (3.12)$$

Za dobivanje vrijednosti u i v te u' i v' koriste se sljedeće formule:

$$u' = \frac{4X}{X+15Y+3Z} \quad (3.13)$$

$$v' = \frac{9X}{X+15Y+3Z} \quad (3.14)$$

$$u'_n = \frac{4X_n}{X_n+15Y_n+3Z_n} \quad (3.15)$$

$$v'_n = \frac{9X_n}{X_n+15Y_n+3Z_n} \quad (3.16)$$

Za izračun kolorimetrijske razlike boje ΔE između dva stimulusa koji su određeni L^* , u^* i v^* koristi se formula:

$$\Delta E_{uv}^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 - (\Delta u^*)^2 - (\Delta v^*)^2]} \quad (3.17)$$

Formula koja je korištena u ovome istraživanju i kojom je izražena kolorimetrijska razlika od propisanoga standarda za dvije spot boje koje su predmet istraživanja je CMC formula. Odbor za mjerenje boje, CMC (*engl. Color Measurement Comitee*) i Udruga Dyers i Colourist iz Engleske razvili su formulu za prikaz odnosa razlike u boji na temelju formula CIE Lab iz 1963. [94] Standardizirana je u Sjedinjenim Državama i Engleskoj i preporučena je od strane Međunarodne organizacije za standarde (ISO). Formula je konačno dovršena i objavljena 1984. i glasi:

$$\Delta E_{CMC} = \sqrt{\left[\left(\frac{\Delta L^*}{S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{S_H}\right)^2\right]} \quad (3.18)$$

gdje je:

$$S_L = \frac{0.04097 L^*}{(1+0.01765 L^*)} \quad (3.19)$$

u slučaju da je $L^* < 16$, tada je $S_L = 0.511$

$$S_C = \frac{0.0638 C^*}{(1+0.0131 C^*)} + 0.638 \quad (3.20)$$

$$S_H = S_C(TF + 1 - F) \quad (3.21)$$

$$F = \sqrt{\left\{\frac{(C^*)^4}{[(C^*)^4 + 1900]}\right\}} \quad (3.22)$$

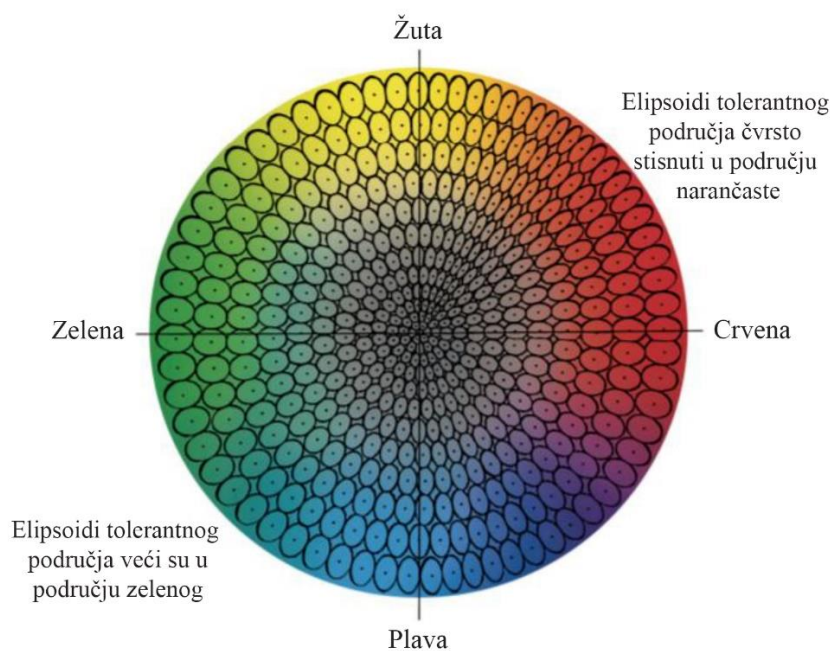
$$T = 0.38 + [0.4 \cos(h + 35)] \quad (3.23)$$

Zadatak CMC-a bio je izvesti formulu koja će na bolji način riješiti male razlike u industriji bojila. Navedeno je postignuto dodavanjem težinskih faktora jednadžbama koje su bolje korelirale s onim što percipira ljudsko oko. Jednadžba koristi elipsoide kako bi se stvorili faktori ponderiranja koji utječu na faktore svjetline i kromatičnosti. [95] Poznato je da se promjene u svjetlini teže uočavaju nego promjene u kromatičnosti. Formula ΔE_{CMC} navedeno uzima u obzir indukcijom svjetline prema faktoru zasićenja. Taj je faktor tradicionalno postavljen na 2:1. Ton je konstanta koja je definirana kao 1. [95] CMC jednadžba za izračun odstupanja u boji usvojena je od strane industrije bojila i grafičke industrije kao točnija

jednadžba za razliku boja. ΔE_{CMC} jednadžba postala je ISO standard za tekstilnu industriju 1995. godine [96]

Početakom 1940-tih David MacAdams i drugi počeli su dovoditi u pitanje ravnomjernost CIE dijagrama kromatičnosti. MacAdams 1942. godine uvodi tzv. 'MacAdams elipse'. Elipse su pokazivale područja gdje odstupanje boje nije bilo ujednačeno kao što se ranije smatralo. [91, 97] Daljnjim istraživanjima proširena je teorija elipsoidnih područja. Istraživanje je također rezultiralo formulama za razliku u boji FMC-1 i FMC-2. Istraživanje MacAdamsa također je dovelo do stvaranja CIE u, v dijagrama. S ciljem izbjegavanja nedostataka CIE kromatičnog dijagrama, znanstvenici su počeli tražiti druge uniformirane prostore boja, a koji bi se mogli koristiti za opisivanje razlike u boji. [91, 97]

Tolerantni sustav CMC, baziran je na CIE LCH sustavu i omogućava bolju korelaciju između vizualne percepcije i izmjerenih vrijednosti. CMC matematički definira prostor elipsoida oko standardne boje s poluosi koja korespondira s tonom, zasićenjem i svjetlinom. Područje elipsoida predstavlja količinu prihvatljivosti tolerancije za svaku boju, a one variraju u obliku i veličini ovisno o poziciji boje u prostoru boja. Slika 3.14. prikazuje varijacije elipsoida kroz prostor boja. Elipsoidi su u narančastom području duži i uži za razliku od širih i kraćih elipsoida u zelenom području. Veličina i oblik elipsoida također variraju sukladno varijacijama boje u zasićenju i svjetlini. Iako nijedan sustav nije savršen, CMC i CIE 94 formule najbolje prezentiraju razlike u boji na način kako ih vidi i ljudsko oko. [93]



Slika 3.14. Elipsoidi tolerancije u prostoru boja [93]

Tablica 3.1. Kriteriji za kolorimetrijsku ocjenu razlike za izmjerene boje [93]

Metoda tolerancije	% usuglašenost s vizualnim doživljajem
CIELAB	75%
CIELCH	85%
CMC or CIE94	95%

Vrednovanje razlika u kolorimetrijskim vrijednostima izmjerenih boja, sa stajališta Standardnog promatrača, može se odrediti prema sljedećim kriterijima (Tablica 3.1.). Jednostavna procjena odstupanja boje može se provesti na temelju kolorimetrijske razlike primjenom sljedećih kriterija (Tablica 3.2):

Tablica 3.2. Kriteriji za kolorimetrijsku ocjenu razlike za izmjerene boje [98]

$\Delta E^* < 1$	Odstupanje koje se ne može primijetiti
$\Delta E^* = (1 - 2)$	Vrlo malo odstupanje, vidljivo samo za iskusnog promatrača
$\Delta E^* = (2 - 3.5)$	Srednje odstupanje, vidljivo neiskusnome promatraču
$\Delta E^* = (3.5 - 5)$	Razlika
$\Delta E^* > 6$	Značajna razlika

3.4. Kolorimetrija i mjerni uređaji za kontrolu kvalitete reprodukcije boje

Svi otisnuti materijali predmet su standardizacije i determiniranja maksimalnog dozvoljenog odstupanja. Odstupanje u boji može biti perceptualno ili se razlika u boji izračunava prema nekome od modela. Kod perceptualne razlike govori se o psihofizičkom doživljaju razlike koju uočava promatrač, uglavnom uspoređujući dva uzorka. Izračunata razlika u boji ovisi o modelu boje. Stimulus boje može biti predstavljen kao točka u prostoru, a razlika u boji (ΔE) između dva podražaja izračunava se kao udaljenost između točaka koje predstavljaju te podražaje. Tolerancija za grafički proizvod je raspon vrijednosti unutar kojega se proizvod smatra prihvatljivim. Bilo koji proizvod koji je izvan toga raspona, nije prihvatljiv. Tolerancija za boju proizvoda može biti određena vizualno ili pomoću instrumenta sa skalom

boja dostupnom za mjerni uređaj. Za određivanje tolerancije potreban je savršen ili gotovo savršen standard proizvoda. [81]

Zbog potrebe za objektivnim uspoređivanjem boja, kontrolom pri reprodukciji i tijekom svih faza grafičko-tehnološkog procesa te određivanja tolerancije za prihvatljivost pojedine boje, uobičajena je praksa definiranja boje brojčanim vrijednostima.

Boju nije moguće mjeriti, boje nisu svojstvo fizičkoga svijeta, već psihički doživljaj izazvan fizičkim podražajem (stimulusom). Ono što je moguće mjeriti je upravo taj stimulus, tj. svjetlo koje je ušlo u promatračevo oko i, u njegovu mozgu, proizvelo doživljaj boje. Stimulus koji izaziva doživljaj boje u fizičkom je pogledu određen ukupnim intenzitetom zračenja, odnosno ukupnom količinom energije koju on prenosi u jedinici vremena na mrežnicu oka i raspodjelom te energije na različite valne dužine. [72]

Budući da je danas još uvijek prisutna praksa usklađivanja boja na temelju vizualne kontrole s odobrenim fizičkim predloškom, s vremenskim odmakom dolazi do sve većih odstupanja jer je navedeni način odobrenja otiska subjektivan od samoga početka. Postoje puno učinkovitiji i jednostavniji načini za standardizaciju boje u cijelome procesu. [99] S ciljem postizanja standardizacije boja i lakšega praćenja, posebno kod robnih marki koje koriste za tisak usluge više proizvođača ambalaže, razvijeni su profesionalni sustavi koji olakšavaju rad. Na tržištu je prisutno nekoliko komercijalnih rješenja, a neka od najpoznatijih su; „Match My Color“, „Color Maturity Model“, „Sun Color Box“, itd.

Kolorimetrija je znanstvena disciplina koja se u prvome redu bavi mjerenjem i uspoređivanjem boja postavljajući pritom modele boja u kojemu se one predstavljaju na način na koji ih čovjek vidi. [89] Cilj je kolorimetrije kao znanstvene discipline izgradnja objektivnih modela opisa boje, kako bi se opisao ljudski doživljaj boje izazvan fizičkim stimulusom. Kolorimetrija se s obzirom na metode analize boja i primjenu može podijeliti na:

- *vizualnu kolorimetriju* – vizualni tristimulusni kolorimetar i atlas boja
- *instrumentalnu kolorimetriju* – denzitometar, kolorimetar, spektrofotometar.

Mjerenje boja važno je i provodi se zbog niza razloga, a prvenstveno zbog objektivnog uspoređivanja boja, definiranja tolerantnog područja, kontrole pojedinih faza grafičko-tehnološkog procesa i zbog kalibracije, tj. usklađivanja svih ulaznih i izlaznih strojeva i uređaja.

Denzitometar je uređaj koji mjeri gustoću, odnosno omjer između upadnoga svjetla usmjerenoga na uzorak i reflektiranoga ili propuštenoga svjetla koje dođe do fotoćelije u

uređaju. Koristi se za kontrolu gustoće obojenja, prirasta rastertonske vrijednosti točkice i područja rastera. Rezultati denzitometrijskih mjerenja bit će različiti za različite vrste podloga. Osim za mjerenje gustoće obojenja koriste se i za kalibriranje opreme za ispis. Također se koriste za podešavanje tako da su rezultati otiska u skladu sa željenim bojama na gotovim proizvodima. Postoji nekoliko vrsta denzitometara:

Refleksija – za mjerenje neprozirnih površina koristi se reflektirajući denzitometar. Refleksni denzitometri koriste crvene, zelene i plave filtre za mjerenje otisnutih površina

Prijenos – prijenosni denzitometar koristi se za mjerenje prozirnih površina. Transparentne folije, filmski negativi i pozitivi neki su od primjera za korištenje ovoga tipa denzitometra.

Kombinacija – denzitometar za mjerenje denzitometrije i transmisije.

Kolorimetar je uređaj koji mjeri tristimulusne vrijednosti boja na način sličan ljudskom doživljaju boja.

Spektrofotometar je uređaj koji mjeri promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u intervalima, duž valnih dužina vidljivoga dijela spektra. Kao rezultat mjerenja faktora refleksije ili transmisije u pojedinim valnim područjima (intervalima) dobiva se spektrofotometrijska krivulja. [100]

Mjerni uređaj korišten u ovome radu je Hunter Lab Color Quest XE spektrofotometar. Kao rezultat mjerenja faktora refleksije ili transmisije u pojedinim valnim intervalima dobiva se spektrofotometrijska krivulja. Mjerene su dvije spotne boje s ciljem determiniranja razlike kolorimetrijskih vrijednosti između referentnog uzorka postavljenog kao standard i otisaka koji su prošli sve faze grafičkog procesa te procese obrade gotovoga proizvoda.

Spektrofotometar osvjetljava uzorak koji je predmet mjerenja bijelim svjetlom. Uzorak upija dio svjetla, a dio reflektira natrag. Reflektirano svjetlo prolazi kroz detektor koji dijeli svjetlo u zasebne intervale valnih duljina i šalje vrijednosti u sam uređaj ili priključeno računalo. Refleksija uzorka izražena je kao frakcija ili kao postotak.

Proizvođačima boja i supstrata, tiskarskim tvrtkama i profesionalcima u grafičkoj industriji potrebni su podaci dobiveni spektrofotometrom. Spektrofotometri obično uzimaju očitavanja svakih 10 nanometara duž vidljivih valnih duljina (400 – 700 nm) i kreiraju krivulju spektralne

refleksije. Krivulje se mogu upotrijebiti s ciljem osiguranja toga da boja odgovara zadanoj specifikaciji.

4. GLAVNE TEHNIKE TISKA ZA AMBALAŽU PREHRAMBENIH PROIZVODA

Povijest tiska u Europi relativno je kratka i datira u petnaesto stoljeće. U tom vremenu Gutenberg je izumio i započeo s korištenjem tiskarske preše i tiskovnog sloga. Prvi korišteni materijal za tisak bio je papir koji je i danas dominantan. Tisak na polimernim materijalima počinje u dvadesetom stoljeću i konstantno se razvija, a ambalaža postaje dominantna grana proizvodnje u industriji polimernih materijala. [101]

Za tisak ambalažnih materijala u prehrambenoj industriji koriste se gotovo sve glavne tehnike tiska:

- fleksotisak
- ofsetni tisak
- bakrotisak
- tamponski tisak
- sitotisak
- laserski tisak
- termički transforni tisak
- direktni termički tisak
- sublimacijski tisak
- inkjet tisak. [102]

U slučaju fleksibilnih ambalažnih materijala najčešće korištene tehnike tiska su:

- fleksotisak
- bakrotisak
- digitalni tisak.

Brojni su faktori koji utječu na odabir tehnike tiska i svakako ih je potrebno detaljno razmotriti prije odabira i donošenja odluke. Neki od faktora su: cijena, količina, vrsta ambalažnog materijala, procesi pakiranja i obrade gotovog proizvoda te niz drugih.

Za velike količine uglavnom se odabire fleksotisak ili bakrotisak, dok za male specijalizirane serije ambalaže, razne promotivne aktivnosti, ulazak novog proizvoda na tržište, odabir pada u danas sve popularniji i prisutniji digitalni tisak. Za tisak na papir i karton najdominantnija tehnika tiska je ofset.

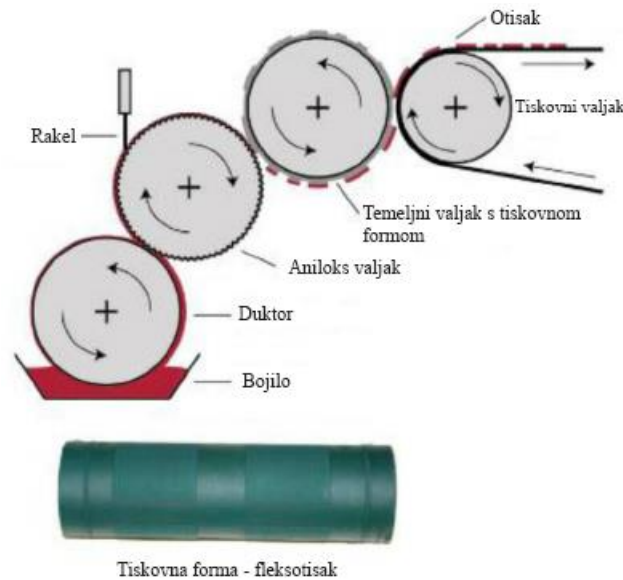
Ambalaža nastavlja trend rasta na globalnome tržištu, a unutar sektora ambalaže najbrže rastući segment je ambalaža od fleksibilnih materijala. Prema Smithers Pira izvještaju (*engl. Future of Global Flexible Packaging to 2020*), predviđen je rast tržišta od 18% za ambalažu od fleksibilnih materijala do 2020. godine. Navedeni rast donosi nove izazove za tiskarsku industriju. Glavni izazov bit će svakako sve veća potreba za diferencijacijom ambalaže, sve više malih narudžbi, veća količina različitih proizvoda i formata pakiranja i povećani trend regionalizacije dizajna kao i povećana potreba za sezonskim proizvodima i limitiranim serijama. [103] Sukladno navedenome proizvođači tiskarskih strojeva za bakrotisak i fleksotisak te digitalni tisak prilagođavaju se i proizvode strojeve koji mogu odgovoriti novim zahtjevima.

4.1. Fleksotisak

Fleksotisak pripada u grupu direktne tehnike tiska, kao tiskovnu formu koristi fotopolimernu elastičnu ploču s izbočenim tiskovnim elementima. [102] Navedena tehnika tiska u povijesti je koristila naziv – anilinski tisak, a naziv je dobila po gumenoj tiskovnoj formi. Za tisak su korištene anilinske boje. Tehnika je bilo vrlo jednostavna i relativno jeftina, ali kvaliteta tiska bila je prilično loša i koristila se uglavnom za tisak na papiru i transportnim kartonskim kutijama. Od 1950. godine tehnika se konstantno razvija, uvode se kvalitetnije boje, a sam naziv tehnike mijenja se u danas uobičajeni – fleksotisak. Velika prednost tehnike je mogućnost tiska na upojne i neupojne površine. Jednostavnost tehnike i današnja kvaliteta koju je moguće reproducirati dovele su do toga da se uspoređuje s bakrotiskom i ofsetom, a i postaje najdominantnija tehnika za tisak polimernih materijala. Posljednjih godina, ponajviše zbog konkurentskih cijena i smanjenja troškova, značajno ugrožava tržišni udio bakrotiska. [101] Tiskarski strojevi su sve sofisticiraniji, tiskovne forme se konstantno poboljšavaju u kvaliteti, a broj proizvoda koji izlaze na tržište sve je veći i veći. Zbog svoje povoljne cijene tiskovnih formi, a sve prihvatljivije razine kvalitete, fleksotisak postaje sve prisutniji u tisku ambalaže. Posebno je interesantan za male proizvođače kojima su potrebne manje količine i narudžbe u broju komada. Strojevi se proizvode u različitim širinama, što omogućava korisnicima, tvrtkama koje koriste ambalažu, da pronađu najadekvatnije rješenje za tisak svojih proizvoda. Ambalažni su materijali u kojima se koristi fleksotisak transportne kartonske kutije, ambalaža od fleksibilnih polimernih materijala i vrećice za široku potrošnju, kartonska ambalaža za mlijeko i pića (Tetrapak, Sig, itd.), etikete, termoskupljajuće folije (*engl. shrink sleeve foil*), kartonske čaše za jednokratnu upotrebu, itd. U ovoj tehnici tiska koriste se bojila niskog

viskoziteta, i također se razvijaju te postaju sve kvalitetnija. U upotrebi su tri vrste bojila za fleksotisak:

- bazirana na organskim otapalima
- bazirana na vodi
- UV bojila. [102]



Slika 4.1. Shematski prikaz fleksotiska [104]

Fleksotisak polako uzima tržišni udio bakrotisku i pronašao je svoju primjenu u širokom spektru ambalažnih materijala, posebno na tržištima kojima kvaliteta nije primarna. Tako je, za razliku od Japana i Azije gdje prvo mjesto u tisku fleksibilne ambalaže ima bakrotisak, u Sjedinjenim Američkim Državama obrnuta situacija i fleksotisak je prva tehnika tiska za navedeni tip materijala.

Bez obzira na rast, razvoj i porast kvalitete fleksotisak još uvijek nije u mogućnosti udovoljiti drugim parametrima obrade gotovoga proizvoda. Tako danas na tržištu još uvijek nisu razvijena bojila i sredstva za kaširanje koja će izdržati agresivan režim sterilizacije i obrade gotovoga proizvoda. Također iskusnom stručnjaku neće biti teško prema nizu detalja prepoznati razliku između gotove ambalaže otisnute u dvije različite tehnike tiska, bakrotisku i fleksotisku.

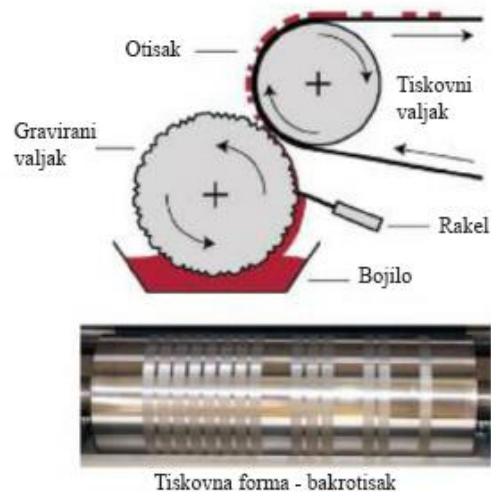
Bez obzira na sve prednosti koje ova tehnika nudi, još uvijek zaostaje za bakrotiskom u smislu postizanja konzistentnosti u kvaliteti otiska. U tom smislu potrebno je i dalje raditi na unaprjeđenju kvalitete tiskovnih formi i smanjenju troškova. [105]



Slika 4.2. Stroj za fleksotisak [106]

4.2. Bakrotisak

Tehnika tiska bakrotisak pripada u tehniku direktnog, dubokog tiska. Tiskovne površine udubljene su u tiskovnoj formi, a slobodne površine nalaze se u osnovnoj razini. Za vrijeme procesa tiska, boja se nanosi na kompletnu tiskovnu formu, a rakel nakon toga skida boju sa slobodnih, netiskovnih površina. Pritiskom tiskovne forme na tiskovnu podlogu, supstrat, dolazi do transfera tiskarske boje na supstrat. [101,102]



Slika 4.3. Shematski prikaz bakrotiska [104]

Ovom tehnikom tiska omogućava se reproduciranje vrlo sitnih detalja i teksta u maloj veličini tipografskih točaka te reproduciranje izvrsnih fotografija i prikaza proizvoda. Uobičajena je percepcija da se u tehnici tiska bakrotisak tiska ambalaža za vrhunske robne marke od koje se zahtijeva visoka kvaliteta. Kvaliteta i dalje ostaje glavna karakteristika ove tehnike tiska, no posljednjih godina proizvođači tiskovnih formi, tvrtke za graviranje, rade na

smanjenju troškova i automatizaciji procesa. Nove brze glave za graviranje potpuno su automatizirane s robotima koji zamjenjuju ljudski rad, a to je dovelo do značajnog skraćanja rokova isporuke od nekoliko dana. [105]

Fleksotisak se uglavnom koristi za manje količine i narudžbe za razliku od bakrotiska koji može odgovoriti svim zahtjevima velikih narudžbi. Tiskovna forma je otpornija i ima dulji životni vijek od polimerne ploče, lakše je postići ujednačenost kvalitete tiska, uglavnom će isti set tiskovnih formi izdržati do redizajna ambalaže. Također je važno uzeti u obzir broj boja i separaciju za tisak, bakrotisak će za vrhunski rezultat trebati možda koju boju manje od fleksotiska, što će rezultirati smanjenjem troškova pripreme.

Osim po visokoj cijeni tiskovnih formi, koja je jedna od glavnih karakteristika tehnike, bakrotisak je poznat i po bojilima koja se suše hlapljenjem. Većina tiska u ovoj tehnici radi se bojilima na bazi organskih otapala. Pare organskih otapala štetne su za ljudsko zdravlje i otapala su lako zapaljiva. Iz navedenih razloga pogoni i postrojenja u kojima su bakrotiskarski strojevi trebaju biti posebno izgrađeni i osigurani. [102] Tvrtnke koje posluju u sklopu EU podliježu strogom zakonodavstvu i moraju biti opremljene specijalnim postrojenjima za pročišćavanje zraka i rekuperaciju otapala. Tvrtnka Aluflexpack Novi u kojoj je otisnut uzorak za ovaj rad ima sve certifikate za održivi razvoj i ekologiju, a posjeduje i najmodernije postrojenje za rekuperaciju otapala. Proces rekuperacije otapala sastoji se od više međusobno povezanih faza: usis i obrada zraka, adsorpcija, regeneracija aktivnog ugljena, kondenzacija otapala, molekularni filter kapljevite faze i destilacija. Postrojenje je potpuno automatizirano i opremljeno nadzornim sustavom koji nadzire sve faze rada, a najvažniji parametri snimaju se i spremaju u memoriju.

Mogućnost odabira vrste materijala na koje se tiska u tehnici bakrotisak, vrlo je široka. Rezultati će biti vrhunski na aluminiju od samo 6 mikrona debljine, na papiru i kartonu te različitim polimernim materijalima. Ovisno o vrsti materijala tiska se eksterno na vanjski sloj ili interno s unutarnje strane materijala, što je gotovo uvijek slučaj kod polimernih, prozirnih materijala. Tisak interno je svakako bolji s aspekta eventualnih migracija i zaštite bojila koje se nalazi u tzv. sendviču između dva kaširana sloja materijala.



Slika 4.4. Stroj za bakrotisak [107]

4.2.1. Graviranje tiskovnih formi

Parametar koji ima najznačajniji utjecaj na postizanje kvalitete finalnog otiska u bakrotisku je tiskovna forma. [102] Tiskovna forma proizvodi se i izrađuje u nekoliko faza. Na bazu valjka koja je najčešće od čelika nanosi se sloj bakra. Željena struktura bakra u procesu bakrenja koje se vrši u specijalnim kadama na bazi bakar sulfata postiže se uz kontrolu parametara, gustoće struje, točan kemijski sastav kupke, dodatak aditiva, temperaturu, miješanje i filtriranje. Kvalitetna struktura za elektronsku gravuru, dijamantnim alatima, podrazumijeva sitnozrnatu strukturu bakra, tvrdoće oko 220 HV/ \pm 10, adekvatne plastičnosti i elastičnosti.

Valjak se nakon nanošenja sloja bakra dodatno polira. Bakreni valjci tokare se dijamantima te nakon toga bruse sintetičkim brusevima različite granulacije čime se postiže tražena dimenzija kao i potrebna površinska hrapavost.

Datoteke se iz grafičke pripreme šalju na radne stanice gravure gdje se u aplikaciji Collage vrši montaža te dodjeljuju parametri gravure: linijatura, kutevi za pojedine separacije, kut alata, krivulja reprodukcije i ostali parametri.

Pripremljen valjak se na strojevima za elektronsku gravuru gravira s datotekama dobivenim iz Collage aplikacije.

Valjci se graviraju na nekoliko načina, no danas je najuobičajeniji postupak elektrograviranja. Čašice za bojilo mogu varirati i površinom i dubinom, a dobivaju se graviranjem s dijamantnom iglom koja se ubada u površinu bakra. Današnji strojevi za elektrograviranje potpuno su robotizirani i automatizirani te postižu brzine od 8000 čašica u

minuti. Osim elektrogravure danas se koristi i laserska zraka. Za izradu valjaka laserom na sloj bakra potrebno je nanijeti i sloj cinka (Zn). Tiskovne forme gravirane laserom koriste se uglavnom za tisak na aluminiju i za reproduciranje vrlo sitnih detalja. Finalna faza procesa je nanošenje sloja kroma, zbog zaštite valjka. Gravirani valjak postupkom tvrdog kromiranja dobiva zaštitni sloj od nekoliko mikrometara tvrdog kroma, a koji valjku omogućuje dužu izdržljivost na tiskarskim strojevima.

Slijedi faza završne kontrole u kojoj kromirani valjak odlazi na stroj za probne otiske, gdje se originalnim bojama krajnjega korisnika kao i s parametrima tiska koji najbolje simuliraju uvjete kupca, vrši otiskivanje i kontrola graviranoga valjka.

Kontrola se vrši vizualno i mjerenjem denzitometrima i spektrofotometrima kako bi otisak bio čim bliži očekivanom probnom otisku ili uzorku koji već postoji od ranije.

Separacija boja za bakrotisak radi se nešto drugačije od separacije za druge tehnike tiska, recimo ofset. Današnji strojevi za bakrotisak imaju mogućnost tiska i do 11 boja. Potrebno je separirati pune tonove, podložne boje i recimo zaštitnu boju robne marke. Također je potrebno voditi računa o optimizaciji troškova i bolje je u početku imati inicijalni trošak pripreme za jednu ili dvije tiskovne forme više za elemente dizajna koji će se mijenjati, u odnosu na trošak koji bi nastao promjenama svih tiskovnih formi u procesu tiska. Npr. Vegeta, najpoznatija robna marka Podravke, tiska se za više od 40 tržišta. Za svako tržište potrebno je aplicirati tekst deklaracije na jeziku zemlje u koju se izvozi. Tekst je u pripremi potrebno odraditi tako da se u procesu tiska mijenja samo jedna tiskovna forma, a ne sve procesne boje (CMYK). Osim toga neke tiskovne forme koje imaju zajedničke elemente, kao npr. Podravka zaštitni znak, graviraju se samo jednom, za cijeli set dizajna. O svim navedenim parametrima potrebno je voditi računa već u fazi dizajna i dati agenciji i dizajneru jasne smjernice. Ovakvim pristupom radu moguće je napraviti višestruke uštede u ambalaži.

4.2.2. Boje za tehniku tiska bakrotisak

Za ovu tehniku tiska rade se posebna bojila, a ovisno o podlozi na koju se tiska (papir, aluminij, polimerni materijali), bojila se razlikuju po svojim karakteristikama. Da bi se bojilo nalazilo samo u graviranim čašicama, a ne i na slobodnim površinama tiskovne forme, ono mora biti vrlo niskog viskoziteta (5-25 mPa s). Bojilo se sastoji od četiri komponente; veziva, pigmenta (obojenja), otapala i aditiva.

Za tisak uzoraka koji su predmet istraživanja korištene su posebne tiskarske boje proizvođača Siegwirk (termički otporne boje). Otpornost ove serije boja postignuta je upotrebom potpuno otpornih pigmenata u skladu s ISO 2836. Boje su prikladne za nanošenje na netretirani PET, obrađeni PET, PET-om obložen PVdC, PET obložen SiO_x-om, PET s AlO_x-om (samo s prikladnim temeljnim premazom) i električki obrađen OPA. Ova serija boja namijenjena je za tisak primarne ambalaže za hranu na strani pakiranja ambalaže koja nije u direktnom kontaktu s hranom. Gustoća boje iznosi 0,99 g / cm³ (20 °C), a kinematička viskoznost 21 mm² / s (40 °C). Otisnuti uzorci mjereni su za vrijednosti *Podravka crvene* i *Vegeta plave* te uspoređeni s postavljenim standardnim vrijednostima i unaprijed definiranom formulom boja. [11] Standardne vrijednosti boja postavljene su i definirane u službi Ambalaža i dizajn u Podravki.

Za tisak na široki raspon podloga od polimernih materijala potrebna su bojila na bazi otapala. Dobra svojstva adhezije i otpornosti nije moguće postići s bojilima na bazi vode. Bojila na bazi vode koriste se na poroznim podlogama poput papira i kartona, osim u slučaju kada se koriste sredstva za umrežavanje. Bojila koja se koriste u fleksotisku i bakrotisku su hlapljiva i obično isparavaju u vrijeme sušenja otiska. Vrlo je važno da proces isparavanja bude pod strogim nadzorom i kontrolom, previše zaostalog otapala ima utjecaj na organoleptička svojstva ambalaže, a može djelovati i kao plastifikator, povećavajući potencijalni rizik za migracije. Neka manje hlapljiva otapala, plastifikatori i drugi aditivi mogu migrirati iz otisnute ambalaže u prehrambeni proizvod, u nedostatku funkcionalne barijere. Definirane supstance ne smiju prekoračiti specifični migracijski limit, SML (*engl. Specific Migration Limit*), tvari za koje još nije definirana granica ne smiju migrirati iznad granica dostupnih toksikoloških podataka. Ako izračuni u najgoremu mogućem scenariju pokažu da potencijalni migranti premašuju definirane migracijske granice, provode se eksperimenti, migracijski testovi, kojima se dokazuje prihvatljivost ambalažnog materijala. Tiskarske boje i premazi trebaju odgovoriti na niz različitih zahtjeva:

- a) Proizvodnja bojila: zahtjevi povezani s obojenjem i sjajem postižu se jedino u slučaju kad se korišteni pigmenti disperziraju što je finije moguće. Kvaliteta procesa disperzije uvelike ovisi o kvaliteti korištenih komponenata.
- b) Tisak: kontinuirana poboljšanja formulacija bojila za tisak neophodna su za postizanje zahtjeva kod sve većih brzina tiska, korištenja novih supstrata, itd.
- c) Podloga: bojila trebaju biti posebno prilagođena svakoj podlozi da bi imala najbolji učinak u tisku.

- d) Dorada: završni procesi koji uključuju premaze, preganje, nanošenje folio tiska, kaširanje, lijepljenje i ostalo također imaju svoje posebne zahtjeve.
- e) Ambalaža: odabir bojila pod utjecajem je procesa pakiranja i obrade proizvoda te ovisi o temperaturi varenja, brzini strojeva za pakiranje, klizavosti, temperaturama proizvodnje itd.
- f) Skladištenje: temperatura i vlaga imaju utjecaj.
- g) Sadržaj: karakteristike i svojstva proizvoda imaju utjecaj na odabir bojila.
- h) Recikliranje ambalaže; potrebno je razmotriti bojila u kontekstu postupka recikliranja i njihova potencijalnog utjecaja na reciklirane materijale. [108]

4.3. Digitalni tisak

Termin digitalni tisak opisuje tiskarski proces koji ne koristi nikakvu prethodno izrađenu tiskovnu formu. Slika i kompletan dizajn kreira se u digitalnoj formi i prenosi u tiskarski stroj za svaki otisak. Moguće je za svaki otisak promijeniti dio dizajna ili kompletan dizajn, stvarajući na navedeni način potpuno različite otiske s mogućnošću personalizacije. [105]

U digitalnom tisku dominantne su dvije najzastupljenije tehnike:

- a) Ink jet tisak – kod ove vrste digitalnoga tiska slika se kreira pomoću malih kapljica bojila koje izlaze iz mlaznica jedne ili više glava za ispis. Printeri ovoga tipa mogu vršiti ispis na širokom rasponu podloga poput papira, polimernih materijala, platna, drveta ili keramičkih pločica. Koristi se za niz promotivnih materijala, postera velikog formata i reklamnih natpisa. Ekonomičan je za male naklade, foto knjige i općenito knjige malih naklada. Ponekad se kombinira s ostalim tehnikama tiska za tisak varijabilnih podataka.
- b) Laserski tisak – kod navedenoga tipa printera slika koja se tiska formira se selektivnim nanosom naboja na metalni cilindar koji se naziva bubanj. Električni naboj privlači čestice tonera. Čestice se zatim prenose na tiskovnu podlogu. Da bi se toner ispravno fiksirao, podloga prolazi kroz fuzer koji otapa toner. Laserski printeri nisu samo u upotrebi u uredima, također se koriste za tisak malih naklada. [109]

Vrijeme digitalnog tiska u ambalaži prehrambenih proizvoda i ambalaži općenito tek dolazi. Robne marke potrebno je kontinuirano oblikovati prema željama i potrebama potrošača, a dizajneri imaju sve alate za navedeno u današnjoj tehnologiji digitalnog tiska.

Mnogo je razloga za korištenje digitalnog tiska i niz prednosti:

1. Vrijeme izmjene – nema pripreme tiskovnih formi, otisak se dobiva u kratkom roku
2. Kvaliteta ispisa – bolja u odnosu na fleksotisak
3. Cijena – za male naklade prihvatljivija
4. Male naklade – idealna tehnika tiska za male količine
5. Fleksibilnost dizajna – mogućnost mutacija sa svakim otiskom, posebno interesantno za marketinške akcije, personalizirani tisak, ulazak proizvoda na tržište, testiranje tržišta, itd. [110]

Jedna od najvećih i najkompleksnijih kampanja na tržištu ambalaže odrađena u digitalnom tisku je akcija „*Share a Coke*“ u 2013. godini. Akcija nije donijela promjene u logističkom lancu, ali je značila promjenu kompleksnosti u tiskarskome procesu. Etikete za kampanju u prosjeku su imale veću cijenu za 25% u odnosu na konvencionalnu etiketu. Da bi opravdala veću cijenu etikete, *Coca-Cola* je trebala u kampanji povećati prodaju za svega 0,5%, a da bi bruto marža od 53% (prema godišnjem izvještaju *Coca-Cole*) ostala ista. S kampanjom je po pojedinim tržištima ostvaren rast od 4 do 7%. Etikete i ambalažu općenito u ovome slučaju potrebno je promatrati kao vrijednost, a ne trošak. [111]

Poznate tvrtke odlučuju se za digitalni tisak i prepoznaju dodanu vrijednost koju ta relativno nova tehnika stvara određenoj robnoj marki. Ambalaža od fleksibilnih materijala, etikete, limenke, boce i kutije, sve je moguće personalizirati, popratiti marketinškom kampanjom, s ciljem povećanja lojalnosti potrošača robnoj marki. Digitalni tisak idealan je alat u vrijeme interneta i brzine širenja informacija, socijalnih mreža i potrebe za objavama i prisutnošću. Zadnja akcija *Coca-Cole* u Hrvatskoj odvijala se paralelno sa svjetskim nogometnim prvenstvom u Rusiji. Potaknuti izvrsnim rezultatima hrvatske nogometne reprezentacije, u *Coca-Coli* su osmislili akciju kojom su čestitali reprezentaciji na svakome osvojenom rezultatu i dobivenoj utakmici. Otisnute su etikete s rezultatima utakmica i čestitkama reprezentaciji. Učinak akcije još nije poznat, ali uz etikete išla je istovremeno i kampanja na TV-u, a prema reakcijama navijača, akcija je bila pun pogodak.



Slika 4.5. Digitalni tisak – akcija „Svjetsko nogometno prvenstvo Rusija“



Slika 4.6. Stroj za digitalni tisak [112]

5. PROCESI OBRADE PREHRAMBENIH PROIZVODA

Svi prerađeni i procesuirani prehrambeni proizvodi imaju definiran rok trajnosti. Hrana mijenja svoja nutritivna i organoleptička svojstva u vremenskome periodu te je stoga potrebno definirati vremensku granicu za konzumiranje. Da bi se hrani produžio rok trajnosti, koriste se razne tehnologije i procesi u preradi, s ciljem očuvanja nutrijenata i što dužega perioda u kojemu je moguće konzumirati zdrave proizvode.

Prehrambeni proizvodi imaju niz fizičkih, kemijskih, biokemijskih i bioloških reaktivnih sistema, koje je gotovo nemoguće identificirati i razumjeti u bilo kojemu proizvodu. Jedna od značajki sustava hrane je kompleksna povezanost između brojnih pratećih reakcija koje diktiraju distinktivnu strukturu prehrambenog proizvoda, fizičke i kemijske karakteristike i estetske vrijednosti koje definiraju organoleptička svojstva. [113]

Termalnu obradu prehrambenih proizvoda moguće je klasificirati u tri glavne grupe:

1. Tradicionalni temperaturni procesi
2. Aseptic procesi
3. Vruće punjenje. [114]

Kod tradicionalnih temperaturnih procesa prehrambeni proizvodi pune se u za to predviđenu ambalažu, hermetički zatvaraju. Zatim se proizvodi zagrijavaju na ranije definiranu temperaturu tijekom određenoga vremenskog perioda, a nakon toga slijedi hlađenje.

Kod *aseptic* punjenja proizvod se obrađuje na temperaturnom režimu prije punjenja, hladi se i puni u sterilnu ambalažu u *aseptic* uvjetima te se hermetički zatvara. Najpoznatiji predstavnik *aseptic* metode su proizvodi u Tetrapak pakiranju.

Kod vrućeg punjenja proizvod se termalno obrađuje prije punjenja, puni se zagrijan i hermetički zatvara. [114]

Tradicionalni su temperaturni procesi kojima se obrađuje hrana sterilizacija i pasterizacija. Pasterizacija je djelomični toplinski proces i režim obrade hrane koji uništava patogene mikroorganizme i biljne enzime. Rezultat pasterizacije je značajno produljenje roka trajnosti, uz minimalni utjecaj na kvalitetu proizvoda. Za razliku od pasterizacije, sterilizacija je proces kojim se na visokoj temperaturi u određenome vremenskom periodu uništavaju sve bakterije, uključujući i spore. Neželjena nuspojava procesa sterilizacije je promjena proizvoda,

termalno osjetljivih nutrijenata, enzima, proteina te teksture i organoleptičkih karakteristika proizvoda. Relativni utjecaj na promjene u sastavu proizvoda i gubitak hranjivih sastojaka ima kombinacija vremena i temperature procesa. [115]

Osim navedenih termalnih procesa koji se koriste u najvećem postotku, postoje i nove tehnologije obrade prehrambenih proizvoda, a koje imaju za cilj veće očuvanje kvalitete proizvoda, skraćanje procesa proizvodnje i manji utrošak energije po proizvodnome procesu. Tako danas u upotrebi imamo proces obrade visokim hidrostatskim tlakom, HPP (*engl. High Pressure Processes*), Omsko zagrijavanje, UV svjetlo, tehnologiju hladne plazme, mikrovalove, iradijaciju i niz drugih procesa. U ovome radu korišten je tradicionalni temperaturni proces sterilizacije vodenom parom i rominjanjem i proces obrade visokim hidrostatskim tlakom.

5.1. Obrada hrane procesom sterilizacije

Termički obrađena hrana smatra se stabilnom za policu i može se skladištiti u normalnim ambijentalnim uvjetima. Hrana obrađena sterilizacijom sterilna je i u njoj se ne nalaze mikroorganizmi koji bi ju mogli pokvariti.

Sterilizacija gotove, upakirane hrane radi se u uređajima koji rade pod pritiskom i zagrijavaju gotov proizvod, a nazivaju se autoklavi.

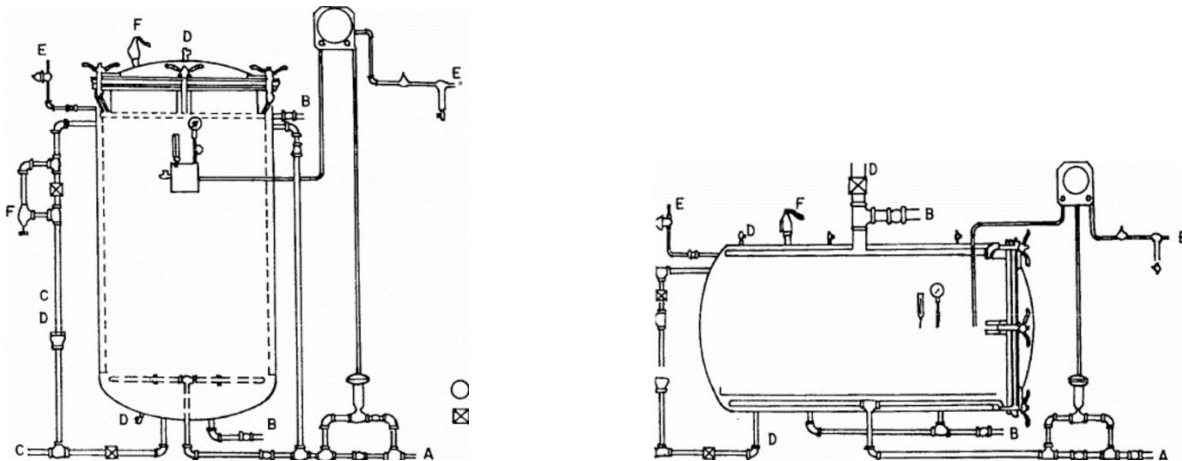
Proces sterilizacije podijeljen je u tri glavne faze.

Faza 1: – u prvoj fazi zagrijava se medij (voda ili para), a temperatura proizvoda raste od ambijentalne do željene i zadane temperature za sterilizaciju.

Faza 2: – navedenoj, ranije definiranoj temperaturi proizvodi su izloženi određeno i predefinirano vrijeme.

Faza 3: – u trećoj fazi procesa proizvod se hladi uvođenjem hladne vode u autoklav. [116]

Visoka temperatura u autoklavima postiže se direktnim ubrizgavanjem vodene pare, zagrijavanjem vode ili kombinacijom pare i zagrijavanja vode. U upotrebi su vertikalni i horizontalni autoklavi. Gotovi, hermetički zatvoreni proizvodi stavljaju se u metalne košare i zatvaraju u autoklav.



Slika 5.1. Vertikalni i horizontalni autoklav [117]

Metalni spremnik autoklava spojen je na dovod vodene pare (A), dovod vode (B), odvod za odzračivanje zraka tijekom sterilizacije (D), odvod za odzračivanje na kraju ciklusa (C) i sigurnosni ventil za smanjenje tlaka (F). Slika 5.1. prikazuje vertikalni i horizontalni autoklav. Uobičajena temperatura sterilizacije doseže otprilike 121°C . [20]

Tijekom procesa sterilizacije, mehanizam prijenosa topline kroz proizvod može se klasificirati kao:

- konvekcijsko zagrijavanje
- konduktivno zagrijavanje
- kombinacija konvekcijsko – konduktivnog zagrijavanja. [118]

Brzina prodiranja topline u proizvod od ključne je važnosti u procesu sterilizacije. Faktori koji utječu na brzinu prodiranja topline su sljedeći:

- specifikacija proizvoda
- veličina pakovine, gotovog proizvoda
- temperatura sterilizacije
- oblik pakovine
- vrsta ambalažnog materijala. [118]

Brzina penetracije topline mjeri se pomoću termometra koji se postavlja u proizvod. Termometar se postavlja u centar proizvoda ili u točku za koju se pretpostavlja da je dotok topline najmanji.

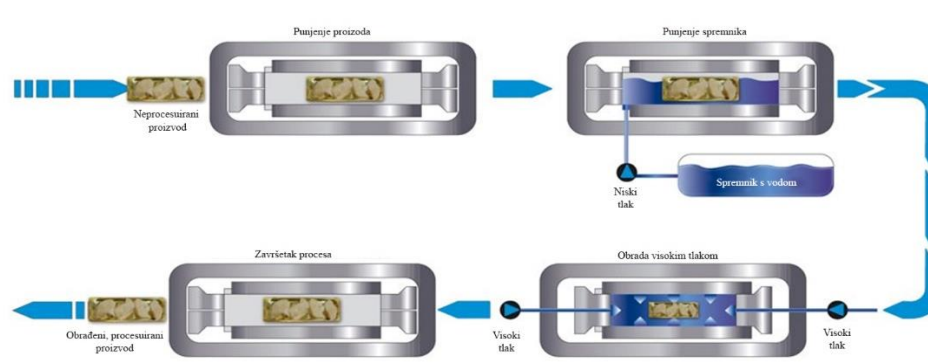
Ambalažni materijali koji su pogodni i najčešći u procesima termičke obrade hrane su metalna ambalaža, staklena ambalaža, ambalaža od krutih polimernih materijala, a u novije vrijeme i ambalaža od fleksibilnih polimernih materijala.

Razvoj koncepta samostojećih vrećica koje su pogodne za sterilizaciju započeo je krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća u Sjedinjenim Američkim Državama, a proizvodi su bili namijenjeni vojsci. Samostojeće vrećice za sterilizaciju zbog tanke stijenke materijala prenose toplinu brže na kritičnu točku. Kod termalne obrade, struktura vrećice omogućuje potrebnu količinu topline za sterilizaciju u kojoj je postignuta kritična točka s kraćim vremenom izlaganja proizvoda maksimalnoj temperaturi. Stoga, za prehrambene proizvode podložne gubitku kvalitete od prekomjernoga zagrijavanja tijekom obrade, ambalaža od fleksibilnih materijala nudi postizanje veće kvalitete, a ujedno s navedenim i bolje zadržavanje toplinski osjetljivih hranjivih tvari. [119]

1.2. Obrada hrane visokim hidrostatskim tlakom

Upotreba procesa obrade hrane visokim hidrostatskim tlakom u prehrambenoj industriji razvila se kao alternativa uobičajenim termalnim procesima kao što su pasterizacija i sterilizacija, s ciljem da se postigne mikrobiološki siguran proizvod, uz izbjegavanje neželjenih promjena u senzorskim, fizikalnim i nutritivnim vrijednostima proizvoda.

Proces obrade visokim hidrostatskim tlakom, HPP (*engl. High Pressure Processing*), proces je hladne pasterizacije u kojem se gotovi, finalno upakirani proizvod u određenoj komori izlaže visokom izostatičkom tlaku (300–600MPa/43,500-87,000psi), koji se prenosi vodom. Proces je prikazan na slici 5.2. [120]



Slika 5.2. Proces obrade visokim hidrostatskim tlakom [120]

Proces je moguće primijeniti na prehrambenim proizvodima koji su upakirani u ambalažu od fleksibilnih ambalažnih materijala, vakuum pakiranja i plastične boce. Kod krutih ambalažnih materijala nije moguća obrada namirnica navedenom tehnologijom (staklo, metal, kruta plastika i keramika). [121]

Potrošači danas žele hranu koja je blago konzervirana, s očuvanim hranjivim sastojcima i većom svježinom proizvoda, a navedeno vodi prema zamjeni konvencionalnih termalnih procesa obrade hrane s procesima poput iradijacije, mikrovalova, visokog hidrostatskog tlaka i njihovih kombinacija s blagim temperaturnim režimima. [122]

Između novih tehnologija proces obrade visokim hidrostatskim tlakom (HPP) dobiva sve značajniju ulogu zbog svojih prednosti u odnosu na konvencionalni proces, uključujući primjenu na niskim temperaturama. Proces je neovisan o veličini proizvoda i njegovoj geometriji, a rezultati su unificirani i trenutni. [123] Cilj je procesa obrade visokim hidrostatskim tlakom da se na gotovom, upakiranom proizvodu značajno smanji broj mikroorganizama i deaktiviraju enzimi pomoću mehanički induciranih mehanizama. [124]

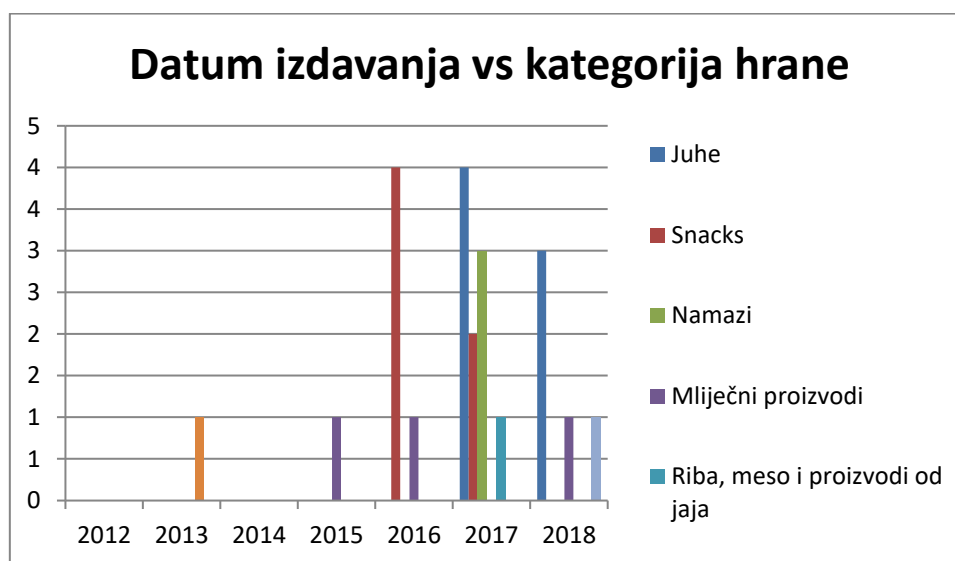
Obrada visokim hidrostatskim tlakom u nekim slučajevima može rezultirati neželjenim promjenama na polimernim fleksibilnim filmovima, a što pokazuje nekoliko studija čiji rezultati prikazuju da određene strukture materijala mogu značajno izgubiti barijerna svojstva na kisik, ugljični dioksid i vodenu paru nakon procesuiranja. [125] Mensitieri, Scherillo i Iannace istražili su promjene koje nastaju na polimernim ambalažnim materijalima pri izlaganju visokome tlaku i temperaturi. U radu se govori o učinku visokoga tlaka i utjecaju temperature na ambalažni materijal, u kombinaciji s tlakom. Prema rezultatima istraživanja ambalažni materijal može doživjeti nekoliko promjena, moguća je delaminacija slojeva zbog visokoga tlaka, ali također dolazi do promjene u glavnim morfološkim svojstvima polimera, a koje rezultiraju promjenama vrijednosti funkcionalnih i mehaničkih svojstava ambalažnoga materijala. Moguće je promjena u smislu povećanja točke tališta i točke kristalizacije polimera. Rezultati istraživanja pokazuju da većina polimernih materijala, a koji se koriste kao ambalažni materijal, podnose proces obrade visokim hidrostatskim tlakom i proces koji uključuje povišenu temperaturu, s varijacijama strukturnih i funkcionalnih svojstava koja ne prelaze 10 do 15% početnih vrijednosti. S druge strane, svojstva ambalažnih materijala koji u sebi sadrže aluminijsku foliju ili metalizirani sloj u velikoj mjeri mogu doživjeti promjene u procesu. Navedeni slojevi sklone su pojavi delaminacije pod utjecajem visokog tlaka i povišene temperature. Delaminacija može nastati i kod materijala koji u sebi sadrže samo polimerne

filmove, u slučaju kada postoji značajna neusklađenost u mehaničkim svojstvima pojedinih slojeva. U pojedinim slučajevima, izlaganje visokome tlaku može biti korisno u smislu proširenja raspona temperature na kojoj se polimerni materijali mogu koristiti. Točka tališta linearnog polietilena niske gustoće, LLDPE (*engl. Linear Low-density Polyethylene*) značajno se povećava s tlakom, što omogućava sterilizaciju hrane s navedenim materijalom na temperaturama koje prelaze 115⁰C, bez mogućnosti taljenja. Interesantno je da isti materijal nije moguće koristiti pri konvencionalnom procesu termalne sterilizacije s atmosferskim tlakom. Daljnja implementacija procesa obrade hrane visokim hidrostatskim tlakom nužno zahtijeva detaljno razumijevanje fizikalno-mehaničkih svojstava višeslojnih ambalažnih materijala. Gledajući dalje u budućnost, moguće je očekivati ambalažne materijale koji će se razvijati posebno za obradu hrane procesom visokog hidrostatskog tlaka. [126]

Testiraju se i procesi termalne sterilizacije s visokim tlakom, HPTS (*engl. High Pressure Thermal Sterilization*). Prednosti koje nudi proces obrade termalne sterilizacije visokim hidrostatskim tlakom prvenstveno se odnose na poboljšanu kvalitetu prehrambenog proizvoda. Zbog kraćega vremena i nižega temperaturnog režima, u usporedbi s tradicionalnim procesom sterilizacije, smanjen je broj neželjenih sastojaka u hrani, FPC (*engl. Food Processing Contaminants*), kao što je furan. U istraživanju koje su proveli Sevenich, et al., na dječjim kašicama upakiranim u samostojeće vrećice od troslojnog materijala u sastavu polietilen/sredstvo za kaširanje, aluminij/sredstvo za kaširanje, poliolefin, pokazali su prednosti procesa sterilizacije pod visokim tlakom u odnosu na konvencionalni proces sterilizacije. Za testiranje su korištena dva spoja spora, *Geobacillus stearothermophilus* i *Bacillus amyloliquefaciens*, na temperaturnom režimu od 90 °C do 121 °C i na tlaku od 600 MPa. Režim obrade od 90 °C i 105 °C pokazao je da *Geobacillus stearothermophilus* osjetljivija na tlak od *Bacillus amyloliquefaciens*. Formiranje neželjenih sastojaka u hrani paralelno se pratilo i u procesu sterilizacije na identičnim uzorcima hrane. Rezultati istraživanja pokazali su da količina furana može biti smanjena između 41% do 98%. Proces termalne sterilizacije visokim tlakom mogao bi postati nova tehnologija za proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda s niskim udjelom kiselosti, a koji su stabilni na ambijentalnoj temperaturi. [127]

Tablica 5.1. Broj prehrambenih proizvoda obrađenih HPP procesom, prema kategoriji hrane, područje Europe [39]

Kategorija	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ukupno
Juhe	0	0	0	0	0	4	3	7
Snacks	0	0	0	0	4	2	0	6
Namazi	0	0	0	0	0	3	0	3
Mliječni proizvodi	0	0	0	1	1	0	1	3
Riba, meso i proizvodi od jaja	0	0	0	0	0	1	0	1
Pekarski proizvodi	0	1	0	0	0	0	0	1
Deserti i sladoled	0	0	0	0	0	0	1	1
Ukupno	0	1	0	1	5	10	5	22



Graf 5.1. Broj prehrambenih proizvoda obrađenih HPP procesom, prema kategoriji hrane, Europa [39]

Podatci u tablici 5.1. i grafu 5.1. dobiveni su na Mintel bazi pretraživanja, a odnose se na broj komada novoplasiranih prehrambenih proizvoda na tržište od 2012. do 2018. godine, obrađenih procesom obrade s visokim hidrostatskim tlakom. Najviše proizvoda koji su obrađeni procesom visokoga hidrostatskog tlaka dolazi iz segmenta juha. Procesom obrade juhe zadržavaju izvorni okus, ne gube na kvaliteti sastojaka, a postiže se stabilnost proizvoda.

1.3. Inovacije u ambalaži i procesima obrade hrane

Predviđa se da će sektor ambalaže u budućnosti rasti u količini i važnosti. Procesi prerade u prehrambenoj industriji uvelike ovise o ambalažnim materijalima. Procesi poput sušenja ili smrzavanja namirnica bili bi beskorisni bez zaštitne uloge ambalaže, koja omogućava kontrolu izlaganja proizvoda vanjskim utjecajima. Ambalaža ne igra samo pasivnu ulogu u zaštiti namirnica i marketinškog alata, raste njezina uloga u procesuiranju hrane, konzerviranju te očuvanju sigurnosti i kvalitete namirnica u distribucijskom lancu. Činjenica je da razvoj ambalažnih materijala mijenja načine prerade i konzerviranja namirnica. Prije nešto više od deset godina namirnica od mesa, poput iznutrica i mljevenoga mesa, prerađivale su se i prodavale smrznute. Zahvaljujući modificiranoj atmosferi, MAP (*engl. Modified Atmosphere Packaging*), koja je bazirana na zaštitnim, inertnim plinovima i ambalažnim materijalima s dobrim barijernim svojstvima, danas su navedene namirnice uglavnom u pothlađenom lancu. Korištenjem modificirane atmosfere u procesu pakiranja moguće je produžiti rok trajnosti proizvoda od 50% do 200%. [128] Konstantno se testiraju nove tehnologije i kombinacije ambalažnih materijala s poboljšanim svojstvima, s ciljem očuvanja svježine, produženja roka trajnosti i povećanih zahtjeva u području sigurnosti hrane.

Mnogo različitih termina moguće je pronaći u literaturi, a koji se vežu uz pojmove aktivna i inteligentna ambalaža. Iz navedenog razloga 1999. godine pokrenuta je radna skupina i inicijativa u okviru *EU FAIR R&D* programa. Svrha programa bila je promjena legislative Europske unije s ciljem da se iniciraju izmjene vezane uz ambalažne materijale koji su u neposrednom, direktnom kontaktu s hranom te uspostavi i implementira sustav uvođenja aktivne i inteligentne ambalaže.

Iz Actipak projekta proizašle su sljedeće definicije aktivne i inteligentne ambalaže:

1. Aktivna ambalaža mijenja svojstva upakirane hrane s ciljem produženja roka trajnosti ili poboljšanja sigurnosti i senzorskih karakteristika, uz zadržavanje kvalitete hrane.
2. Inteligentna ambalaža ima ugrađen sustav kojim se prati stanje i uvjeti upakirane hrane za vrijeme i tijekom transporta i distribucije. [129, 130]

Da bi ambalaža štitila proizvod kroz produženi rok trajnosti u pothlađenom ili u ambijentalnom okruženju, zahtijeva niz aktivnosti. Aktivna ambalaža obično podrazumijeva spojeve koji uklanjaju kisik ili sprječavaju ulazak kisika u upakiranu hranu. Jedan od spojeva su antioksidansi koji se ne nalaze u ambalažnom materijalu, već u samom proizvodu. Osim

antioksidansa spojevi koji se koriste su tzv. presretači, apsorberi i sakupljači kisika. Tehnološki procesi koji uključuju aktivnu ambalažu i poboljšavaju kvalitetu i sigurnost hrane podijeljeni su u tri glavne kategorije; apsorberi i sakupljači, otpuštajući sistemi i drugi sistemi. Apсорberi ili sakupljači uklanjaju neželjene spojeve poput kisika, ugljičnog dioksida, etilena, zaostale vode i ostalih spojeva. Otpuštajući sistemi aktivno dodaju ili emitiraju spojeve u upakiranu hranu i slobodni prostor u pakovini tzv. *head space*, poput ugljičnoga dioksida, antioksidansa i konzervansa. Ostali sistemi mogu imati različite funkcije, poput samozagrijavanja, samohlađenja ili konzerviranja. [131]



Slika 5.3. Sakupljači kisika, aktivna ambalaža [132]



Slika 5.4. Kava u metalnoj ambalaži sa samozagrijavanjem [133]

Prema definiciji inteligentna ambalaža uključuje indikatore koji služe za kontrolu kvalitete upakirane hrane. Moguće ih je aplicirati na vanjsku stranu proizvoda, interno u pakovinu ili mogu biti aplicirani na zatvarače. Indikatori mogu imati razne funkcije, od indikacije vremena i temperature pri kojima je konzumacija proizvoda najbolja, indikatore za

prisutnost kisika u proizvodu, ugljičnog dioksida ili indikatore rasta bakterija i patogenih mikroorganizama.



Slika 5.5. Inteligentna ambalaža [134]

Inteligentna, interaktivna ambalaža, čini svakodnevni život jednostavnijim, a tehnologija koja omogućava niz pogodnosti u navedenom segmentu je RFID tehnologija (*engl. Radio Frequency Identification*). Implementacija interaktivnih rješenja u ambalažu omogućava smanjenje troškova u cjelokupnom distributivnom lancu. Komercijalna aplikacija navedene tehnologije započinje 80-tih godina prošloga stoljeća. [135] RFID tehnologija koristi radiovalove pomoću kojih se identificiraju objekti. Komunikacija se temelji na stvaranju elektromagnetskih valova u odašiljačima i njihovu otkrivanju na prijemu. Najčešća metoda identifikacije je pomoću pohranjivanja identifikacijskog serijskog broja ili neke druge informacije na mikročip, a koji zajedno s antenom čini RFID transponder. Transponder komunicira s čitačem putem radio signala, jednosmjerno ili dvosmjerno, a čitač je povezan s računalnim sustavom na kojemu se nalazi baza podataka. Raznolikost tehnologije omogućava niz primjena i danas ju nalazimo na velikom broju proizvoda. Zbog svoje raznolikosti i fleksibilnosti RFID sustavi pružaju mogućnosti unaprjeđenja svih područja ljudskog djelovanja. Ubrzavanje i povećanje efikasnosti proizvodnje, olakšavanje praćenja tijekom transporta, uklanjanje potrebe za inventurama skladišta i trgovina, nadzor nad kućnim ljubimcima i pacijentima u bolnicama te ubrzavanje svih djelatnosti kod kojih je potrebna identifikacija, kao što su naplata roba i usluga ili kontrola pristupa, mogućnosti su koje

osiguravaju siguran prodor RFID sustava u sve pore modernog društva i gospodarstva. Uz velike mogućnosti RFID sustava otvaraju se i brojne mogućnosti zlorabe. Što više informacija se pohrani u sveprisutne transpondere, to će njihove korisnike biti lakše pratiti, prisluškivati, analizirati ili napasti na neki drugi način. Zbog toga je nužno pažljivo pristupiti razmatranju upotrebe RFID sustava te unatoč brojnim prednostima, odgoditi njihovu implementaciju u primjenama kod kojih još ne pružaju zadovoljavajuću razinu sigurnosti. [136]

Sve veću primjenu u današnje vrijeme digitalnog oglašavanja ima i ambalaža na koju se aplicira „proširena stvarnost“ (*engl. Augmented Reality*). Korisnici se povezuju s ambalažom putem mobilnog telefona i aplikacija. Na mobilnome uređaju dolazi do interakcije s određenim digitalnim sadržajem. AR je snažan alat za podizanje imidža robne marke i interakcije s potrošačima. Poznati proizvođač sladoleda Hagen Daas (slika 5.6.) pomoću AR aplikacije omogućavao je potrošačima da slušaju koncert ozbiljne glazbe.



Slika 5.6. Proširena stvarnost [137]

Kao posljedica sve veće upotrebe ambalaže pojavljuje se zahtjev za ponovnom upotrebom i recikliranjem ambalažnih materijala. Prije dvadeset godina većina ambalaže završavala je na odlagalištima ili u spalionicama otpada. Tradicionalno su se zbrinjavali i vraćali u upotrebu samo papir, karton i staklo. S povećanim zahtjevima za brigu o okolišu, povećali su se i zahtjevi za zbrinjavanje ambalaže od polimernih materijala. Pod sve većim pritiskom javnosti proizvođači i tvrtke koje koriste ambalažu od polimernih materijala moraju preuzeti odgovornost za brigu o okolišu. Sve više tvrtki počelo je koristiti udio recikliranoga materijala u ambalaži, mnogo punionica koristi reciklirane PET boce (slika 5.7.). Većina

zemalja utvrdila je vlastiti način sakupljanja ambalaže od polimernih materijala i tehnologija za recikliranje. Zbog brige o zdravlju potrošača i sigurnosti proizvoda još uvijek većina recikliranih materijala ide u manje osjetljive proizvode koji nisu kontaktni ambalažni materijali. Za korištenje recikliranih polimernih materijala u ambalažnim kontaktnim materijalima potrebno je mnogo znanja o kontaminaciji i migracijama. [138]



Slika 5.7. Ambalaža iz recikliranih polimernih materijala [139]

Suočeni s pritiskom regulative, javnosti i potrošača koji sve više brinu o održivosti planete, proizvođači ambalaže i tvrtke korisnici pronalaze biorazgradive materijale. Udio navedenih materijala nije još uvijek značajan u ambalažnoj industriji, razvoj i implementacija je dugotrajan proces, ali postoje rješenja koja su implementirana i na tržištu su. Cijene biorazgradivih ambalažnih materijala i po nekoliko puta su veće od običnih, normalnih cijena polimernih i kompozitnih materijala i nije jednostavno opravdati uvođenje u redovan proizvodni proces.

U posljednje vrijeme predmet mnogih istraživanja i razvoja su biorazgradivi alternativni ambalažni materijali. Biopolimeri su polimeri proizvedeni iz obnovljivih izvora, najčešće od biljnih sirovina, a u novije su vrijeme i životinjskoga podrijetla. Prema Europskome udruženju za bioplastiku, definirane su dvije različite vrste plastike:

1. Plastika dobivena iz obnovljivih (bioloških) izvora. Najvažnije je porijeklo korištenih sirovina kod ovog tipa plastike. Standard za biološko porijeklo materijala tek treba uspostaviti, ali vjerojatno će se temeljiti na potpisu C14 ASTM-D6866.

2. Biorazgradiva i kompostabilna plastika u skladu s EN13432 ili sličnim standardima. Naglasak je na kompostabilnosti finalnih proizvoda. Biorazgradiva i kompostabilna plastika može se temeljiti na obnovljivim (biološkim) i/ili neobnovljivim (fosilnim) izvorima. [140]

Za razliku od konvencionalnih polimera koji imaju dugačke lance molekula, biorazgradivi polimeri biljnoga porijekla, poput onih iz krumpira, pšenice ili kukuruznoga škroba, imaju molekule koje je moguće lako mikrobiološki razgraditi. Klasifikacija biopolimera definirana je u četiri glavne grupe:

1. Polimeri izravno ekstrahirani iz biomase kao što su škrob, celuloza i hitin.
2. Polimeri proizvedeni klasičnom kemijskom sintezom iz monomera biomase kao polilaktička kiselina (PLA) i biopolietilen (bioPE).
3. Polimeri proizvedeni izravno prirodnim ili genetski modificiranim organizmima kao što su polihidroksialkanoati (PHA).
4. Polimeri čije se monomere dobiva iz petrokemijskih monomera kao što su poli (kaprolakton) (PCL), poli (butilen sukcinat-ko-adipat) (PBSA) i PBAT. [5]

Biorazgradivi materijali sigurno će u budućnosti igrati veliku ulogu i imati primjenu u ambalažnoj industriji. Potrebno je još mnogo istraživanja i vremena u kojemu će biorazgradiva ambalaža pokazati sve svoje prednosti i ograničenja.



Slika 5.8. Ambalaža iz biorazgradivih materijala [141]

Osim navedenih trendova koji polako, u manjem segmentu, ulaze na tržište ambalaže, mijenjaju se i konvencionalni ambalažni materijali, industrija bojila i lakova, sredstva za kaširanje i kompletna grana industrije. Najvažnija tema gotovo svih stručnih skupova, konferencija i sajmova postaje održivi razvoj i povećana briga za očuvanje okoliša. Svi ambalažni materijali u skladu sa smjernicama održivoga razvoja postaju lakši, naglasak je na korištenju što manjega udjela ambalaže po jedinici proizvoda i mogućnosti recikliranja te ponovne upotrebe.

Proizvođači stakla konstantno rade inovacije sa smanjenom gramaturom stakla, što nije jednostavan zadatak jer je potrebno zadržati čvrstoću i sigurnost staklene ambalaže od loma i oštećenja u cijelome lancu distribucije. Proizvođači metalne ambalaže suočeni su s promjenama u unutarnjim lakiranjima limenki. Iz lakova se traži eliminacija spojeva poput bisfenola A (BPA) i Cyclo di Badge, što kompletnu proizvodnju metalne ambalaže stavlja u nove izazove. Proces zamjene bilo kojega parametra u ambalažnom materijalu koji inače osigurava rok trajnosti proizvoda i do pet godina vrlo je kompleksan, skup i dugotrajan. Potrebno je ispitati utjecaje novih lakova na proizvod, testirati rok trajnosti i odraditi testove migracija. Proizvođači fleksibilne ambalaže konstantno rade na materijalima koji će biti alternativa aluminiju u sastavu kompozitnih materijala, sa zadatkom da očuvaju rok trajnosti proizvoda kroz isti period kao što je to moguće s aluminijem. U skladu s trendovima mijenjaju se i implementiraju novi premazi i lakovi za taktilni osjećaj u doticaju s proizvodom i ambalažom. Sredstva za kaširanje su također važan segment, potrebne su inovacije u kemijskom sastavu, a s ciljem lakšeg dekaširanja i razdvajanja slojeva u procesu recikliranja ambalaže.

Proizvođači prehrambenih proizvoda i prateće opreme također su pred izazovom koji ambalažni materijal i koji tip procesuiranja hrane odabrati, a da udovolji svim zahtjevima i bude privlačan na polici. Sigurno je da populacija u Europi stari, stoga je potrebno prilagoditi ambalažu da bude što funkcionalnija, osim toga sve je više domaćinstava s jednim ili najviše dva člana, što podrazumijeva da se proizvođači hrane moraju fokusirati na mala, porcionirana pakiranja hrane. I naravno, danas se na tržištu sve odvija brže u usporedbi s vremenom od prije deset godina, tvrtke moraju konstantno izbacivati nove, inovirane proizvode i ambalažu.

6. ISTRAŽIVAČKI DIO RADA

Temeljem postavljenih hipoteza i uočenoga problema odstupanja kolorimetrijskih vrijednosti na ambalaži, istraživački dio rada usmjeren je na definiranje intenziteta odstupanja spotnih boja u tijeku grafičko-tehnološkoga procesa te nakon postupka obrade gotovoga prehrambenog proizvoda. Na osnovu analize dosadašnjih rezultata istraživanja i temeljem iskustva u radu s ambalažom prehrambenih proizvoda, postavljeni su parametri za istraživanje, mjerenje i analizu rezultata u ovome radu. Mjerenjem će se u radu prikupiti, verificirati i analizirati rezultati. Mjerenje zahtijeva instrument za mjerenje ili pribor. Rezultati odstupanja dobiveni su obradom kvantitativnih podataka, a obrada je elaborirana svođenjem većega broja više ili manje različitih podataka na neznatan broj karakterističnih vrijednosti. [142]

Za prikaz rezultata korištena je statistička metoda medijan. Medijan (*engl. median*) je vrijednost središnjega podatka koja podatke poredane po veličini dijeli u dva jednako brojna dijela. Ako je broj podataka neparan, medijan je vrijednost središnjega podatka, a ako je broj podataka paran, medijan predstavlja srednju vrijednost dva središnja podatka. To znači da u sortiranom nizu podataka 50% elemenata ima vrijednost manju ili jednaku medijanu te da 50% elemenata ima vrijednost veću ili jednaku medijanu.

Budući da se u rezultatima mjerenja pojavilo nekoliko velikih graničnih podataka, izabrana je navedena metoda za interpretaciju rezultata. Na medijan znatno manje utječu veliki ili mali granični podaci u odnosu na druge metode, npr. aritmetičku sredinu. Nakon sinteze dobivenih rezultata, cilj je definiranje smjernica za optimizaciju efekta devijacije kolorimetrijskih vrijednosti u segmentu grafičke pripreme i tiska, s ciljem postizanja boljih kvalitativnih svojstva finalnoga grafičkog rezultata te postizanje bolje vizualne percepcije i prepoznatljivosti ambalaže prehrambenoga proizvoda.

Istraživački dio rada podrazumijeva mjerenje veličine ΔE odstupanja spotnih boja i pojavnost odstupanja kroz određene faze procesa. Mjerenje je provedeno pod različitim ambijentalnim uvjetima promatranja (3 standardna CIE izvora svjetla). U opisu istraživanja nalazi se opis korištenoga ambalažnog materijala (kompozitni višeslojni fleksibilni materijal), opis procesa i načina izrade testnih uzoraka, procesi obrade gotovoga proizvoda, opis metodologije istraživanja te evaluacije rezultata dobivenih mjerenjem. Detaljno je opisan proces izrade testnih uzoraka i postupak mjerenja s priloženim rezultatima u tablicama.

Prikaz izmjerenih rezultata podijeljen je u nekoliko grupa:

- tisak
- kaširanje
- sterilizacija zrak/para
- sterilizacija rominjanje
- visoki hidrostatski tlak.

Na testne uzorke aplicirana su dva dizajna, jedan s dominantno *Podravka crvenom* bojom, a drugi s dominantno *Vegeta plavom* bojom u pozadini. Izmjerenim rezultatima utvrđuje se veličina intenziteta odstupanja spotnih boja na uzorcima. Spotne boje koje su predmet mjerenja ovoga istraživačkog rada definirane su CIE L*a*b* vrijednostima i definirana su dozvoljena odstupanja. Dozvoljena odstupanja za navedene dvije spot boje definirana su u suradnji s glavnim dobavljačem, proizvođačem ambalaže, tvrtkom Aluflexpack i službom Ambalaža i dizajn u Podravki.

Za *Podravka crvenu* dozvoljeno odstupanje iznosi:

- $\Delta E \leq 2$

Za *Vegeta plavu* dozvoljeno odstupanje iznosi:

- $\Delta E \leq 1$

Dozvoljeno odstupanje ΔE (za *Vegeta plavu* i *Podravka crvenu* boju) definirano je u različitim vrijednostima iz dva razloga:

1. Kod *Vegeta plave* pokrivena je kompletna površina ambalaže, sukladno tome uočavanje boje i korelacija s percepcijom robne marke izraženija je u odnosu na *Podravka crvenu* boju. Kod *Podravka crvene* obično se radi o zaštitnome znaku i manjim površinama na dizajnu koji su u navedenoj boji.
2. Odstupanje u *Vegeta plavoj* boji vizualnim promatranjem uočljivije je u odnosu na iste vrijednosti odstupanja u crvenoj boji.

Za potrebe istraživanja izrađeno je po 1000 uzoraka za svaki od navedena dva dizajna. Evaluacija testnih uzoraka izvedena je na pedeset vrećica (25 po svakom dizajnu) za fazu mjerenja nakon: tiska, kaširanja, sterilizacije zrak/para, sterilizacija rominjanje, a za obradu visokim hidrostatskim tlakom korištena su četiri uzorka za svaki režim obrade (obrada na 300

Mpa, u trajanju 5' i 10'; obrada na 400 Mpa, u trajanju 5' i 10'; obrada na 500 Mpa, u trajanju 5' i 10') što ukupno iznosi 48 uzoraka ili 24 za svaki dizajn. Ukupan broj obrađenih uzoraka iznosi 248. Uzorci su odabrani u fazi tiska, nakon postizanja željenih kolorimetrijskih vrijednosti na tiskarskome stroju, a što je potvrđeno mjerenjem otiska i usporedbom s ranije potpisanim i definiranim vrijednostima za spot boje. Rezultati istraživanja pokazuju odstupanja u CIE L*a*b* vrijednostima spotnih boja, a koje su bitne za prepoznatljivost robne marke.

Opis istraživanja sadrži opis materijala i opreme koja se koristi za izradu testnih uzoraka te opis metodologije mjerenja i evaluacije dobivenih rezultata mjerenja. Prikazana je detaljna izrada testnih uzoraka, zajedno sa simuliranjem procesa obrade gotovog proizvoda.

6.1. Materijali, metodologija i plan istraživanja

Za potrebe kolorimetrijskih mjerenja izrađeni su uzorci ambalaže tipa samostojeće vrećice, na kojima su mjerena odstupanja kolorimetrijskih vrijednosti, a koje imaju utjecaja na vizualnu percepciju i povezivanje potrošača s prepoznatljivom bojom robne marke. Zbog specifičnosti tehnike tiska bakrotisak, otisnuta je veća količina ambalaže, a kaširano i formirano po tisuću uzoraka od dvije vrste dizajna.

Istraživački dio rada započeo je aplikacijom dizajna na tehnički nacrt samostojeće vrećice od kompozitnih višeslojnih fleksibilnih ambalažnih materijala, volumena 500 ml i dimenzija 140 x 240 mm. Navedeni tip i format ambalaže dio je standardnog proizvodnog procesa tvrtke Aluflexpack Novi te za navedeni oblik postoje formatni dijelovi i mogućnosti u proizvodnji. Na pozadini vrećice apliciran je atlas boja za mjerenje. Svrha atlasa boja je da posluži za buduća istraživanja, a kojima će predmet biti procesne boje.

Priprema grafičkoga dizajna napravljena je u Adobe Illustratoru CC softveru. [143] Separacija boja izrađena je u Esko softveru, ArtPro verzija 16.0.0 u tvrtki Anilox. [144, 145] Ulazna separacija boja za tisak uzoraka:

- Podravka dizajn – šest boja
- Vegeta plava – sedam boja.

Probni otisak izrađen je na printeru Epson Stylus Pro WT7900 ink jet tehnologije koji za ispis koristi Micro Piezo TFP glavu. [146] Na printeru se koristi GMG RIP i GMG FlexoProof Ver.5.8.1.312 softver za upravljanje bojama (*engl. colour management softver*). [147] Datoteke su gravirane iz aplikacije Collage, u kojoj je izvršena montaža i dodijeljeni sljedeći parametri:

- linijatura (70 L/cm – 101 L/cm, ovisno o boji iz separacije)
- kutovi za pojedine separacije (33°– 60°, ovisno o boji iz separacije)
- kut alata (110° – 130 °, ovisno o boji iz separacije)
- krivulja reprodukcije.

Krivulja reprodukcije dio je poslovne tajne proizvođača valjaka, tvrtke Anilox i zbog tajnosti podataka nije moguće iznositi tehničke detalje. Pripremljeni valjci gravirani su na strojevima za elektronsku gravuru s datotekama dobivenim iz Collage aplikacije. [148] Graviranje je izvršeno na gravirnom stroju Ohio Gravure Tec. Inc iz Sjedinjenih Američkih Država. Korišten je tip stroja Gravostar Spectrum s alatima, linijaturama i Gama krivuljama karakterističnim za odabrani materijal tiska i opremu tvrtke Aluflexpack Novi na kojoj će se tisak obavljati. [149] Gravirani valjci finalno su obrađeni postupkom tvrdog kromiranja gdje su dobili zaštitni sloj od nekoliko mikrometara kroma, a koji im omogućava izdržljivost na tiskarskim strojevima. Kromirani valjak prošao je fazu završne kontrole na stroju za probne otiske, gdje se originalnim bojama krajnjega korisnika, simulacijom parametara tiskarskoga stroja otisnuo uzorak i izvršila završna kontrola. Probno otiskivanje s graviranim tiskovnim formama odrađeno je na stroju za probne otiske Rotogravure Proofing Press. Proizvođač stroja za probne otiske je JM Heaford iz Velike Britanije, a korišten je model HA 3500 x 1800 (*engl. Fixed Drum / Hydraulic Rotation*). [150] U tiskari Aluflexpack Novi u Umagu otisnuti su uzorci dizajna, na tiskarskome stroju Schiavi. Tip korištenog stroja je Pulsar koji ima 10 agregata za boje. Maksimalna širina otiska kod navedenoga tipa stroja je 1240 mm, a stroj može tiskati maksimalnom brzinom od 350 m/min, na transparentnom poliesteru (PET), debljine 12 μ . [151] Za tisak su korištene specijalne boje proizvođača Siegwerk (boje koje su otporne na termičku obradu). [152] Na otisnutim uzorcima izmjerene su vrijednosti *Vegeta plave i Podravka crvene* i uspoređene s postavljenim standardnim vrijednostima za navedene dvije boje. Nakon faze tiska slijedio je proces kaširanja na stroju proizvođača Rotomec. Tip stroja na kojemu je izvršeno kaširanje je Rotoconvert s ukupno 3 odmotiča (triplex u jednom prolazu). Stroj postiže maksimalnu brzinu od 300 m/min, dok je maksimalna moguća širina 1230 mm. [153] Za kaširanje je korišteno sredstvo proizvođača Henkel i katalizator. [154] Fleksibilna samostojeća vrećica izrađena je od četiri različita materijala:

- PET12 μ /Al9 μ /OPA15 μ /PP75 μ .

Nakon umrežavanja materijala i isparavanja otapala izvršeno je drugo mjerenje na uzorcima. Na stroju Totani BH-60DLLS izrađene su samostojeće vrećice. Stroj izrezuje vrećice

prema tehničkome nacrtu, zavaruje u definiranim područjima i formira dno. Na samom stroju vrši se inspekcija i kontrola dimenzija, varova, formiranoga dna i zareza za lakše otvaranje. Maksimalna brzina stroja je 1000 vrećica/min. [155] Uzorci su napunjeni vodom i obrađeni u dva režima sterilizacije. Korišteni režimi sterilizacije su:

- zrak/para
- rominjanje.

Postupak je proveden u autoklavu za šaržnu sterilizaciju, proizvođača Essai Lagarde. Korišten je tip autoklava: RP315 N^A_1 S: AX00189836. [156] Uzorci su obrađeni na temperaturi od 128°C u vremenu od 30 minuta uz tlak od 2,6 bara. Osim procesom sterilizacije uzorci su obrađeni i s tri režima obrade visokim hidrostatskim tlakom na Prehrambeno-biotehnološkom Fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na uređaju volumena 2 L, proizvođača Stansted Fluid Power. [157] Uređaj omogućuje ispitivanje tlakovima od 1 MPa do 900 MPa, pri čemu je moguće podešavanje brzine postizanja (do 10 MPa s⁻¹) i otpuštanja tlaka (do 20 MPa s⁻¹) s više koraka tlačenja pri temperaturi (-50° C do 130° C) i vremena tlačenja. Sve postavke unesene su i proces se vodio preko prilagođenog SCADA softvera. Tlačna posuda uređaja cilindričnoga je oblika promjera 10 cm i visine 20 cm te se tijekom obrade u realnome vremenu uz atmosferske uvjete pratio tlak i temperature u tlačnoj posudi i uzorku. Kao tekućina za prijenos tlaka korištena je voda. Za potrebe istraživanja po dvije vrećice napunjene vodom stavljane su u tlačnu posudu. Korišteni su tlakovi od 300, 400 i 500 MPa, u vremenskome periodu od 5 i 10 minuta. Temperatura obrade nije se mijenjala te je iznosila 22 ± 1° C. Brzina podizanja tlaka podešena je na 5 MPa s⁻¹, a otpuštanje na maksimalnih 20 MPa s⁻¹. Proces se odvijao u tri koraka:

- postizanje zadanog tlaka
- održavanje tlaka
- otpuštanje tlaka.

Evaluacija mjerenih uzoraka u okviru ovoga istraživanja izvedena je na 25 uzoraka, po svakom dizajnu, za faze tiska, kaširanja i sterilizacije, a za obradu visokim hidrostatskim tlakom evaluirana su 24 uzorka po dizajnu. Promjene kolorimetrijskih vrijednosti na uzorcima praćene su od faze tiska koji je postavljen na mjernom uređaju kao formula za standard s CIE L* a* b* kolorimetrijskim vrijednostima spotnih boja za *Vegeta plavu* i *Podravka crvenu* boju. Boje su mjerene na spektrofotometru proizvođača Hunter Associates Lab. Inc.. Korišten je tip uređaja ColorQuest XE, koji je u vlasništvu tiskare Aluflexpack Novi u Umagu. Uređaj je kalibriran

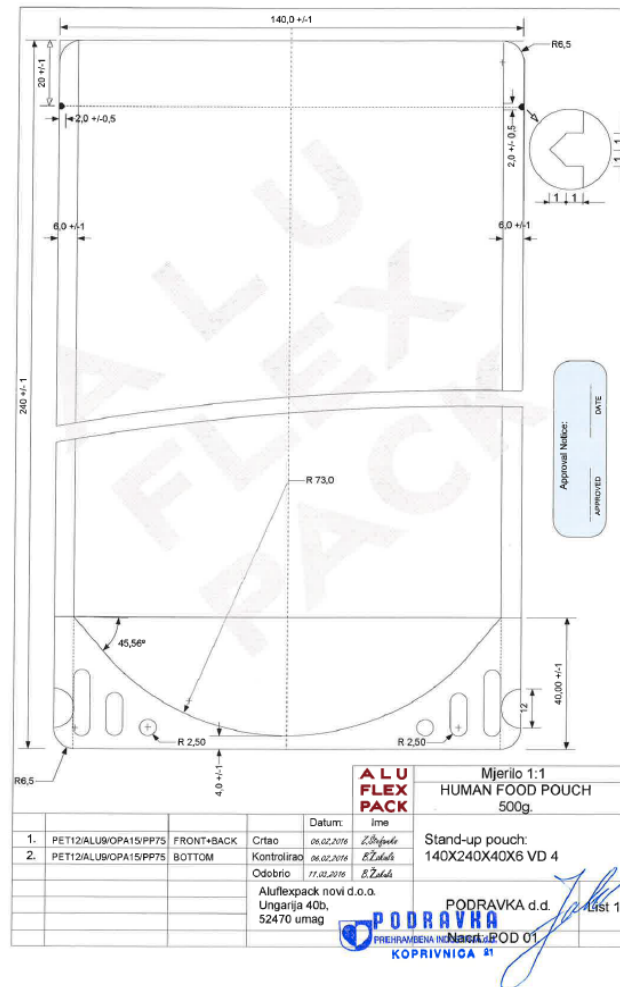
prema ISO/IEC 17025:2005 i BS EN ISO 9001:2000 normama. [158] Mjerenjem uzoraka nakon svake faze procesa, a počevši s tiskom, točno je determiniran utjecaj pojedinih faza na $L^*a^*b^*$ komponente u prostoru boja. Definirano je u kojoj fazi procesa i pod kojim režimima obrade dolazi do najvećih odstupanja i u kojim vrijednostima CIE $L^*a^*b^*$ prostora boja su odstupanja najizraženija. Nakon mjerenja statističkom metodom medijana definirana su prosječna odstupanja po fazama. Prikazane su i usporedne krivulje nakon svake faze mjerenja i kolika su odstupanja u odnosu na izmjereni standard.

6.2. Izrada testnih uzoraka

Svaka faza izrade ambalaže za prehrambeni proizvod započinje s izradom, definiranjem te potvrdom Specifikacije ambalažnog materijala i Tehničkog nacrtu. U ovome istraživanju faza izrade testnih uzoraka započela je definiranjem navedenih dokumenata. Proizvođač ambalaže mora dobiti točne informacije i sve karakteristike proizvoda za koji izrađuje ambalažu, s ciljem izrade ispravne Specifikacije ambalažnog materijala te svih ostalih parametara izrade, pravilnoga odabira bojila, sredstva za kaširanje, lakova, itd. Na ovjereni i potpisani Tehnički nacrt aplicira se dizajn. Budući da se na tržištu pojavljuju pakovine gotovih tekućih juha i jela, a čemu primarno ovaj tip ambalaže služi, u volumenu od 500 ml, što je dostatno za dvije porcije, definirano je da se uzorci izrade na postojećem nacrtu gore navedenog volumena. Tehnički nacrt u vlasništvu je tvrtke Aluflexpack Novi i za njega postoje izrađeni formatni dijelovi i alati. Na tehničkome nacrtu moraju biti označene sve pozicije koje dizajneru omogućavaju ispravnu aplikaciju dizajna. Ako govorimo o tehničkome nacrtu za fleksibilni ambalažni materijal iz kojega se uobičajeno formira neki tip vrećice, on mora sadržavati sljedeće:

- ispravne kote i dimenzije
- označena područja vara
- zarez za lakše otvaranje
- eventualno područje za *zip* zatvaranje
- pozicije za formiranje dna
- poziciju barkoda
- mjesto za print datuma, serije ili nekih drugih parametara
- smjer odmatanja/namatanja.

Za potrebe istraživanja dostatna je količina uzoraka od 250 komada, no zbog kapaciteta strojeva i brzina izrađeno je 1000 uzoraka za svaki dizajn, a sami uzorci mogu poslužiti i za buduća istraživanja, a koja će se odnositi na praćenje devijacija procesnih boja ili ponašanje gotovoga proizvoda u različitim režimima obrade hrane. Tehnički nacrt mora biti ovjeren i verificiran od svih stručnih službi kod naručitelja ambalaže (proizvođača prehrambenoga proizvoda) i kod proizvođača ambalaže.

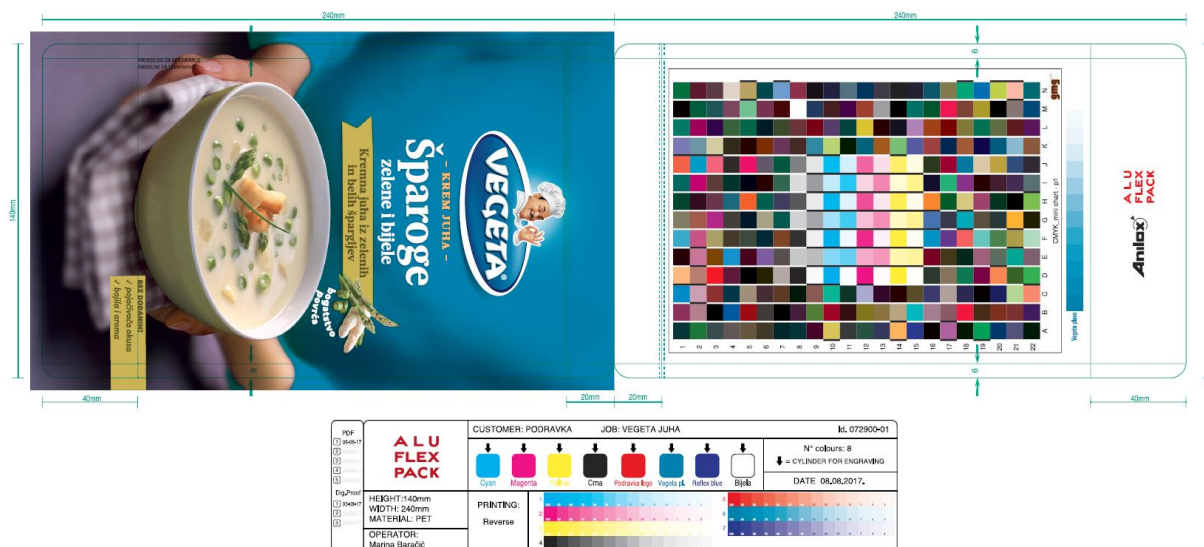


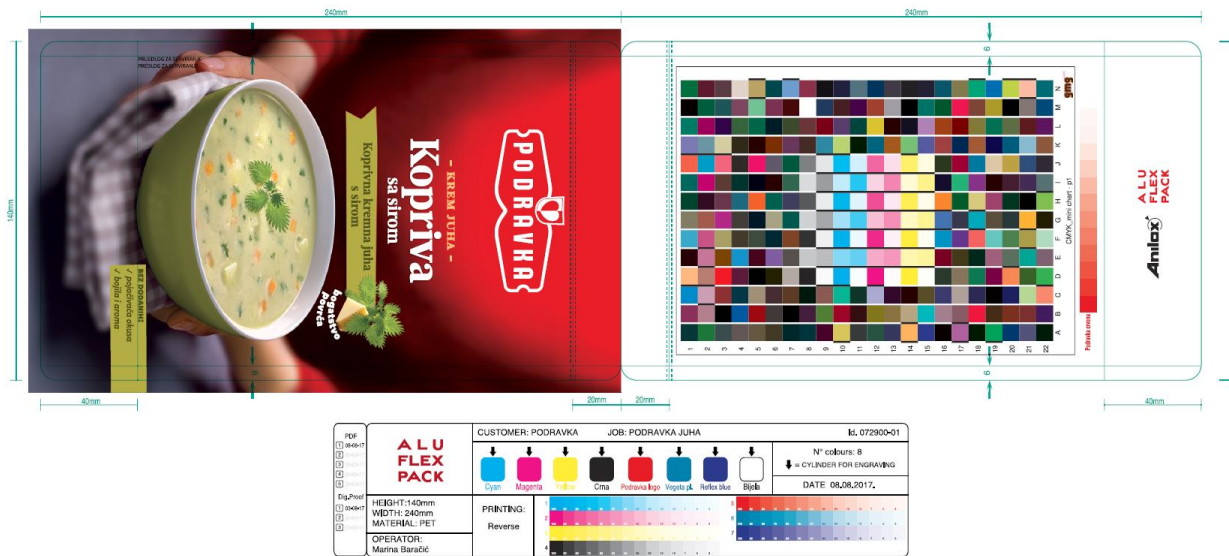
Slika 6.1. Tehnički nacrt samostojeće vrećice

6.2.1. Dizajn, separacija i definiranje boja

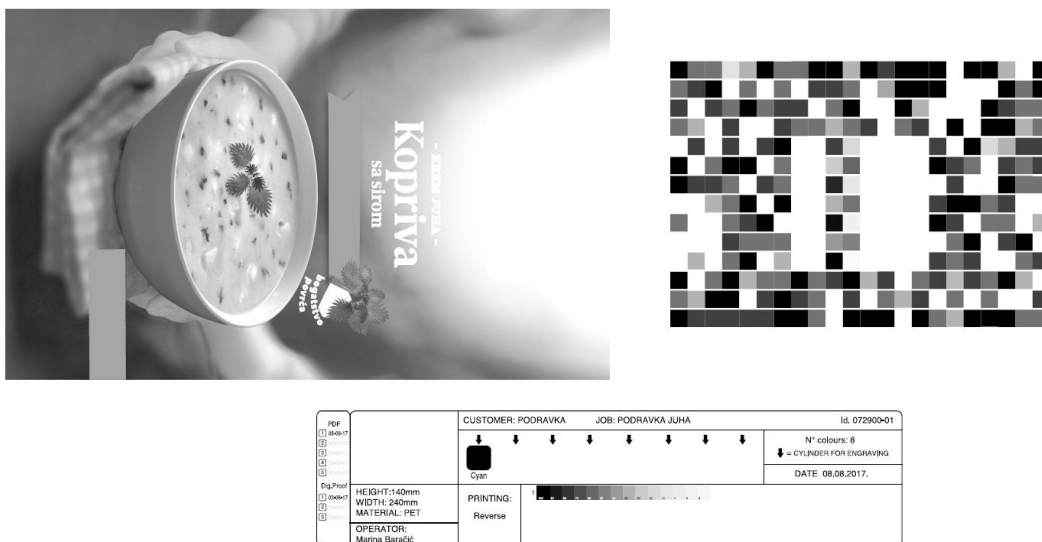
Podravka je najveći proizvođač dehidriranih juha u Republici Hrvatskoj i zemljama regije. Povijest proizvodnje opisana je u teoretskom dijelu ovoga rada. Za dizajn apliciran na tehnički nacrt samostojeće vrećice korišten je postojeći vizual koji se koristi za dehidrirane juhe. Dominantni elementi na vizualu su juha u posudici koju drže ljudske ruke te zaštitni znak

Podravka i Vegeta robne marke. Podravka je za navedeni dizajn dehidriranih juha osvojila nagradu Cropak za najbolju ambalažu na hrvatskome tržištu 2014. godine. Odabrane su dvije vrste dizajna, Vegeta juha i Podravka juha. Sukladno robnoj marki o kojoj se radi, juhe su u dominantno zaštitnim bojama. Za Vegetu se koristi podložna plava, a za Podravku podložna crvena s dominantnim zaštitnim znakom. Cilj istraživanja bio je simulirati stvarne uvjete i izraditi reprezentativne uzorke koji svojim dizajnom pripadaju u postojeću liniju juha. Također se planirala mogućnost proširenja istraživanja s izrađenim uzorcima, a što je omogućeno aplikacijom dizajna na prednju stranu pakovine. Na stražnju stranu pakovine apliciran je atlas boja. Za istraživanje u ovome radu sam atlas nije korišten jer predmet istraživanja nisu procesne boje, no zbog budućih istraživanja i kolorimetrijskih promjena na koloru jela, apliciran je na pozadinu vrećice. Separacija boja za Vegeta juhu izvedena je u sedam boja: plavo-zelena, purpurna, žuta, crna, *Vegeta plava*, reflex plava i podložna bijela. Za Podravka juhu separacija je izvedena u šest boja: plavo-zelena, purpurna, žuta, crna, *Podravka crvena* i podložna bijela. U nastavku na Slikama od 6.2. do 6.9., slijedi prikaz dizajna Vegeta i Podravka juhe te finalna separacija boja za Podravka juhu.

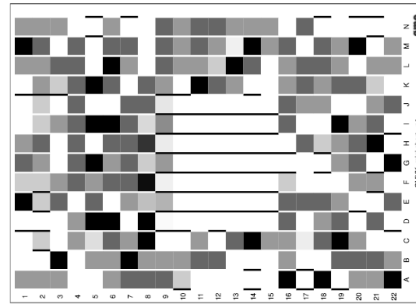




Slika 6.3. Dizajn samostojeće vrećice Podravka juha

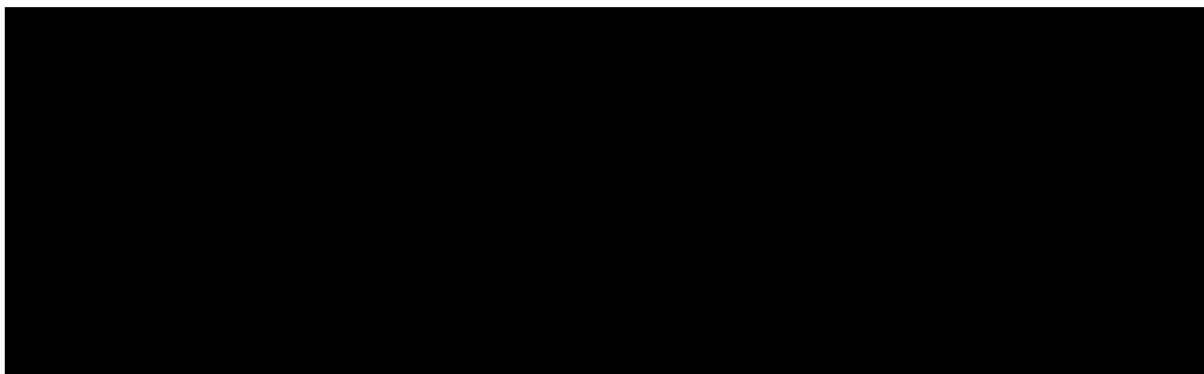


Slika 6.4. Separacija Podravka juha – plavo-zelena



Anilox

PCF		CUSTOMER: PODRAVKA	JOB: PODRAVKA JUHA	Id. 072900-01
1	Black			N° colours: 8
2	White			↓ = CYLINDER FOR ENGRAVING
3	Yellow			DATE 08.08.2017.
4	Cyan			
5	Magenta			
6	Red			
7	Green			
8	Blue			
9	Black			
10	White			
11	Yellow			
12	Cyan			
13	Magenta			
14	Red			
15	Green			
16	Blue			
17	Black			
18	White			
19	Yellow			
20	Cyan			
21	Magenta			
22	Red			
23	Green			
24	Blue			
25	Black			
26	White			
27	Yellow			
28	Cyan			
29	Magenta			
30	Red			
31	Green			
32	Blue			
33	Black			
34	White			
35	Yellow			
36	Cyan			
37	Magenta			
38	Red			
39	Green			
40	Blue			
41	Black			
42	White			
43	Yellow			
44	Cyan			
45	Magenta			
46	Red			
47	Green			
48	Blue			
49	Black			
50	White			
51	Yellow			
52	Cyan			
53	Magenta			
54	Red			
55	Green			
56	Blue			
57	Black			
58	White			
59	Yellow			
60	Cyan			
61	Magenta			
62	Red			
63	Green			
64	Blue			
65	Black			
66	White			
67	Yellow			
68	Cyan			
69	Magenta			
70	Red			
71	Green			
72	Blue			
73	Black			
74	White			
75	Yellow			
76	Cyan			
77	Magenta			
78	Red			
79	Green			
80	Blue			
81	Black			
82	White			
83	Yellow			
84	Cyan			
85	Magenta			
86	Red			
87	Green			
88	Blue			
89	Black			
90	White			
91	Yellow			
92	Cyan			
93	Magenta			
94	Red			
95	Green			
96	Blue			
97	Black			
98	White			
99	Yellow			
100	Cyan			
101	Magenta			
102	Red			
103	Green			
104	Blue			
105	Black			
106	White			
107	Yellow			
108	Cyan			
109	Magenta			
110	Red			
111	Green			
112	Blue			
113	Black			
114	White			
115	Yellow			
116	Cyan			
117	Magenta			
118	Red			
119	Green			
120	Blue			
121	Black			
122	White			
123	Yellow			
124	Cyan			
125	Magenta			
126	Red			
127	Green			
128	Blue			
129	Black			
130	White			
131	Yellow			
132	Cyan			
133	Magenta			
134	Red			
135	Green			
136	Blue			
137	Black			
138	White			
139	Yellow			
140	Cyan			
141	Magenta			
142	Red			
143	Green			
144	Blue			
145	Black			
146	White			
147	Yellow			
148	Cyan			
149	Magenta			
150	Red			
151	Green			
152	Blue			
153	Black			
154	White			
155	Yellow			
156	Cyan			
157	Magenta			
158	Red			
159	Green			
160	Blue			
161	Black			
162	White			
163	Yellow			
164	Cyan			
165	Magenta			
166	Red			
167	Green			
168	Blue			
169	Black			
170	White			
171	Yellow			
172	Cyan			
173	Magenta			
174	Red			
175	Green			
176	Blue			
177	Black			
178	White			
179	Yellow			
180	Cyan			
181	Magenta			
182	Red			
183	Green			
184	Blue			
185	Black			
186	White			
187	Yellow			
188	Cyan			
189	Magenta			
190	Red			
191	Green			
192	Blue			
193	Black			
194	White			
195	Yellow			
196	Cyan			
197	Magenta			
198	Red			
199	Green			
200	Blue			
201	Black			
202	White			
203	Yellow			
204	Cyan			
205	Magenta			
206	Red			
207	Green			
208	Blue			
209	Black			
210	White			
211	Yellow			
212	Cyan			
213	Magenta			
214	Red			
215	Green			
216	Blue			
217	Black			
218	White			
219	Yellow			
220	Cyan			
221	Magenta			
222	Red			
223	Green			
224	Blue			
225	Black			
226	White			
227	Yellow			
228	Cyan			
229	Magenta			
230	Red			
231	Green			
232	Blue			
233	Black			
234	White			
235	Yellow			
236	Cyan			
237	Magenta			
238	Red			
239	Green			
240	Blue			
241	Black			
242	White			
243	Yellow			
244	Cyan			
245	Magenta			
246	Red			
247	Green			
248	Blue			
249	Black			
250	White			
251	Yellow			
252	Cyan			
253	Magenta			
254	Red			
255	Green			
256	Blue			
257	Black			
258	White			
259	Yellow			
260	Cyan			
261	Magenta			
262	Red			
263	Green			
264	Blue			
265	Black			
266	White			
267	Yellow			
268	Cyan			
269	Magenta			
270	Red			
271	Green			
272	Blue			
273	Black			
274	White			
275	Yellow			
276	Cyan			
277	Magenta			
278	Red			
279	Green			
280	Blue			
281	Black			
282	White			
283	Yellow			
284	Cyan			
285	Magenta			
286	Red			
287	Green			
288	Blue			
289	Black			
290	White			
291	Yellow			
292	Cyan			
293	Magenta			
294	Red			
295	Green			
296	Blue			
297	Black			
298	White			
299	Yellow			
300	Cyan			
301	Magenta			
302	Red			
303	Green			
304	Blue			
305	Black			
306	White			
307	Yellow			
308	Cyan			
309	Magenta			
310	Red			
311	Green			
312	Blue			
313	Black			
314	White			
315	Yellow			
316	Cyan			
317	Magenta			
318	Red			
319	Green			
320	Blue			



PDF 00001 00002 00003 00004 00005	Dig.Proof 00001 00002 00003 00004 00005	HEIGHT: 140mm WIDTH: 240mm MATERIAL: PET	CUSTOMER: PODRAVKA JOB: PODRAVKA JUHA Id. 072900-01	
		OPERATOR: Mama Barčić	PRINTING: Reverse	N° colours: 8 ↓ = CYLINDER FOR ENGRAVING DATE: 08.08.2017.

Slika 6.9. Separacija Podravka juha – bijela

6.2.2. Priprema, tisak i doradni procesi

Nakon definiranja finalne separacije i izrade probnog otiska na Epson Stylus Pro WT7900 ink jet printeru te po odobrenju istog, grafička priprema izrađena je i gravirana na zajedničkom setu od sedam valjaka. Za ispis probnoga otiska korišten je GMG RIP i GMG FlexoProof verzija 5.8.1.312 softver za upravljanje bojama. Probni otisak ovog tipa koristi se u procesu kreiranja ambalaže za ovjeru određenih elemenata, a prije same gravure. Uobičajeno je na probnome otisku provjeriti i potpisati sljedeće parametre:

- dimenzije i poklapanje s tehničkim nacrtom (pozicija varova, barkoda, mjesta za print, fotočelijske markice, smjer odmatanja/namatanja)
- broj barkoda
- obavezni i neobavezni tekst deklaracije (sukladnost s Direktivom)
- vizualni elementi dizajna i ispravnost separacije boja.

Na probnome otisku također se potpisuju i ovjeravaju boje kolora (u konkretnome slučaju kolor juhe), dok spotne Pantone boje nisu predmet ovjere na probnome otisku ovoga tipa. Spotne Pantone boje ovjeravaju se direktno na tiskarskome stroju, mjere se, a definirana i s dobavljačem usuglašena receptura boje se memorira te koristi za sve buduće naloge i narudžbe.

Za uzorke u ovome istraživanju korišten je zajednički set valjaka za oba dizajna, a razlog je ušteda (cijena izrade jednoga valjka iznosi cca 2700 – 3500 HRK, ovisno o dobavljaču).

Zajednički set valjaka nema utjecaj na kvalitetu otiska i kasnije rezultate mjerenja jer su boje koje su mjerene (*Vegeta plava* i *Podravka crvena*) zasebno separirane. Nakon gravure izrađen je probni otisak na originalnom ambalažnom materijalu (PET12 μ), s originalnim bojama koje će se koristiti na tiskarskome stroju. Probni otisak otisnut je na stroju tipa Rotogravure Proofing Press. Ovaj tip probnoga otiska uglavnom služi za finalnu kontrolu ispravnosti graviranih valjaka. Tvrtka koja izrađuje valjke radi ga zbog interne završne kontrole i dostavlja tiskari, zajedno sa setom graviranih valjaka koji moraju biti adekvatno zaštićeni od svih oštećenja u transportu.

Na temelju potpisanoga i ovjerenoga probnog otiska ranije definiranih CIE L*a*b* vrijednosti spotnih boja slijedi faza tiska koja je izvedena na tiskarskome stroju Schiavi. Korišten je tip stroja Pulsar koji ima mogućnost tiska u 10 boja i postiže maksimalnu brzinu tiska od 350 m/min. Tisak je izveden u tehnici tiska bakrotisak. Direktno na tiskarskome stroju izvršena je ovjera otiska i usuglašavanje svih elemenata. Nakon korekcija potpisan je standard, izmjerene su i usklađene sa standardom kolorimetrijske vrijednosti *Vegeta plave* i *Podravka crvene*. Kolor juhe i svi ostali vizualni elementi maksimalno su približeni probnom otisku vizualnom kontrolom pri uvjetima koji simuliraju danje svjetlo.



Slika 6.10. Korektura i ovjera na tiskarskome stroju

Uzorci su otisnuti s unutarnje strane ambalažnog materijala, a zadnja u tisku nanosi se bijela boja u cijeloj površini dizajna. U praksi se navedeni tip tiska često naziva „tisak u

sendviču“ ili interni tisak. Ovakvim načinom tiska boje su zaštićene, a također je smanjena ili gotovo eliminirana mogućnost neželjenih migracija.

Otisnuti uzorak kaširan je na stroju za kaširanje proizvođača Rotomec. Navedeni tip stroja u mogućnosti je kaširati tripleks foliju u jednome prolazu. Sastav folije za predmet istraživanja četveroslojna je folija sastava materijala PET12 μ /Al9 μ /OPA15 μ /PP75 μ te su stoga bila potrebna dva prolaza na stroju za kaširanje. Kaširanome materijalu potrebna je faza umrežavanja i isparavanja ostatka otapala. Rok za umrežavanje propisuje proizvođač ambalaže, a uobičajeno je da ponekad traje po nekoliko dana. Umrežavanje može biti i u specijalnim komorama pod posebnim uvjetima temperature i vlage. Bez uključivanja dodatnoga vremena umrežavanja ambalaža nije prikladna za korištenje, vrlo često su posljedice delaminacija ili dekaširanje materijala i zaostali intenzivan miris otapala, a koji ima neželjene posljedice za prehrambeni proizvod koji može preuzeti strani, intenzivan miris. Proizvođači ambalaže često su zbog skraćenih rokova i pritisaka naručitelja pod pritiskom da skrate vrijeme potrebno za umrežavanje otiska. Skraćivanje vremena u ovoj fazi nikako nije poželjno i može rezultirati velikim financijskim štetama i neprihvaćanjem ambalažnoga materijala. Iza faze kaširanja slijedilo je drugo mjerenje uzoraka. Iz kaširane i umrežene folije na stroju Totani BH-60DLS formirane su i odštancane vrećice za daljnju obradu. Ovime je završio grafički proces u svim svojim fazama.

6.2.3. Sterilizacija, obrada visokim hidrostatskim tlakom

Ambalaža je sastavni dio proizvoda koji se nalazi na polici, a cilj istraživanja je definirati njezino ponašanje tijekom svih faza grafičkoga procesa te procese obrade gotovoga proizvoda. U fazama obrade gotovoga proizvoda sudjeluju prehrambeni proizvod i ambalaža zajedno, a režimi obrade vrlo su agresivni u temperaturi i tlaku te postoji veliki utjecaj na ambalažu i ponašanje njezinih svojstava. Zbog mogućih neželjenih utjecaja na ponašanje ambalaže u procesima obrade hrane, nužno je da su svi parametri poznati unaprijed. Dobavljač, proizvođač ambalažnih materijala, mora znati kojemu je tipu proizvoda (praškasti, dehidrirani, tekući, uljna baza, agresivni sastojci, itd) ambalaža namijenjena te koji će biti procesi njegove obrade (pasterizacija, sterilizacija, hladno ili vruće punjenje, obrada visokim hidrostatskim tlakom, itd.)

U ovome istraživanju voda je simulirala gotov proizvod jer karakteristike prehrambenoga proizvoda (tekuće juhe) nisu predmet ovoga istraživanja. Formirani uzorci, u ovome slučaju samostojeće vrećice, napunjeni su s 500 ml vode i zavareni na gornjemu varu na ručnoj varilici u Laboratoriju za ispitivanje kvalitete ambalaže u Podravki.



Slika 6.11. Zavarivanje uzoraka

Zavareni uzorci pripremljeni su za obradu sterilizacijom i visokim hidrostatskim tlakom. Obrada sterilizacijom provedena je pod dva režima:

- zrak/para
- rominjanje.

Sterilizacija je provedena pod definiranim uvjetima, u dogovoru s proizvođačem ambalaže. Uzorci su napunjeni u košare i postupak je proveden u autoklavu za šaržnu sterilizaciju. Svi uzorci obrađeni su na temperaturnom režimu od 128°C u vremenu od 30 minuta uz tlak od 2,6 bara.



Slika 6.12. Priprema uzoraka za sterilizaciju



Slika 6.13. Autoklav za šaržnu sterilizaciju

Osim režimima sterilizacije, uzorci su obrađeni i režimom obrade s visokim hidrostatskim tlakom (*engl. HPP – High Pressure Process*), na Prehrambeno biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Obrada je provedena na uređaju volumena 2 L, proizvođača Stansted Fluid Power. Korišteni su tlakovi od 300, 400 i 500 MPa, u vremenskoj periodu od 5 i 10 min. Temperatura obrade nije se mijenjala te je iznosila $22 \pm 1^\circ \text{C}$. Brzina podizanja tlaka podešena je na 5 MPa s^{-1} , a otpuštanje na maksimalnih 20 MPa s^{-1} .

6.3. Instrumentalna analiza – mjerenje vrijednosti boja

Mjerenje CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti *Vegeta plava* i *Podravka crvena* provedeno je na ukupno 248 uzoraka vrećica. U fazama tiska, kaširanja i sterilizacije 25 uzoraka za svaki dizajn, a za obradu visokim hidrostatskim tlakom 24 uzorka.

1. Tisak – *Vegeta plava* 25 uzoraka, *Podravka crvena* 25 uzoraka
2. Kaširanje – *Vegeta plava* 25 uzoraka, *Podravka crvena* 25 uzoraka
3. Sterilizacija zrak/para – *Vegeta plava* 25 uzoraka, *Podravka crvena* 25 uzoraka
4. Sterilizacija rominjanje – *Vegeta plava* 25 uzoraka, *Podravka crvena* 25 uzoraka
5. Obrada visokim hidrostatskim tlakom na tri režima tlaka i dva vremenska režima – *Vegeta plava* 24 uzoraka, *Podravka crvena* 24 uzoraka.

Mjerenje je provedeno na uređaju kalibriranom prema ISO/IEC 17025:2005 i BS EN ISO 9001:2000 normama proizvođača Hunter Associates Lab. Inc. Tip uređaja ColorQuest XE, u tiskari Aluflexpack. Mjerenje je provedeno na tri standardna izvora svjetla:

- D65./10°
- A.../10°
- F11./10°.

D65 je vrsta osvjetljenja koje imitira vanjsko dnevno svjetlo, a temperatura boje mu je oko 6500 K. Upotrebljava se u kolorimetrijskim istraživanjima kad je potrebno simulirati Sunčevu svjetlost. Osim vidljivoga dijela spektra, sadrži i nevidljivi UV dio spektra do 300 nm.

Standardni iluminant A predstavlja klasičnu umjetnu svjetlost. Sastoji se od Volframove žarulje sa žarnom niti.

Standardni iluminant F predstavlja različite tipove fluorescentne rasvjete. Fluorescentne žarulje svjetlost generiraju izbojem u živinim parama te tako nastaje UV zračenje koje se uz djelovanje fosfornoga zračenja pretvara u vidljivi spektar. CIE je definirala 12 tipova fluorescentnih iluminanata od F1 do F12. Serije iluminanata podijeljene su u 3 grupe s obzirom na emisiju spektra izvora svjetlosti koju predstavljaju:

- F1 - F6 – standardne fluorescentne žarulje
- F7 - F9 – širokopojasne fluorescentne žarulje
- F10 - F12 – tri uskopojasne fluorescentne žarulje. [159]

Tiskara Aluflexpack Novi ima od ranije memorirane CIE $L^* a^* b^*$ vrijednosti boja i njihove formule za dvije boje koje su predmet istraživanja. Zbog tajnosti i zaštite podataka boje su za ovo istraživanje u manjoj mjeri modificirane u svojoj formuli i nisu korištene u originalnim vrijednostima. Postavljena je nova formula za *Vegeta plavu* i *Podravka crvenu* samo za potrebe istraživanja. Standardne spot boje za sve robne marke Podravke definiraju se i usuglašavaju na relaciji: služba Ambalaža i dizajn iz Podravke u suradnji s dobavljačima, proizvođačima ambalaže.

Podravka crvena za standard ima postavljene sljedeće vrijednosti:

1. Standardne vrijednosti za *Podravka crvenu* pri izvoru svjetla D65./10°:

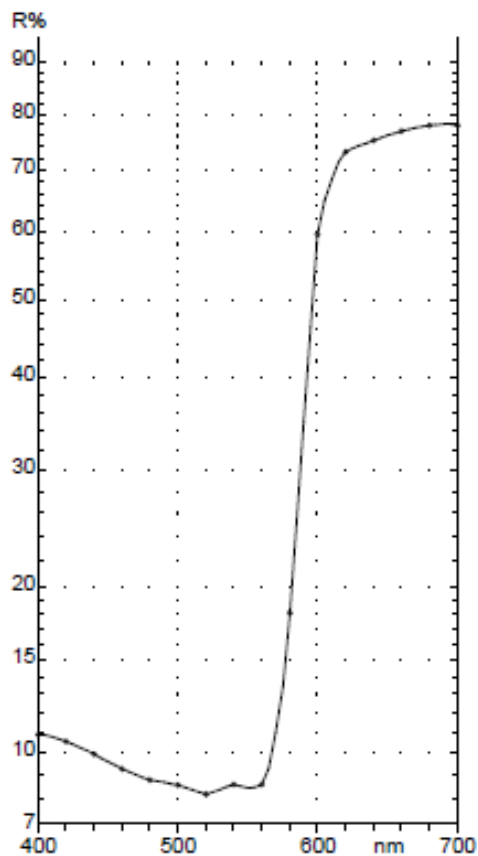
- L* 53.40 a* 52.74 b* 28.23

2. Standardne vrijednosti za *Podravka crvenu* pri izvoru svjetla A.../10°:

- L* 61.13 a* 52.81 b* 42.01

3. Standardne vrijednosti za *Podravka crvenu* pri izvoru svjetla F11./10°:

- L* 58.41 a* 53.36 b* 36.56



Slika 6.14. Standard *Podravka crvena* – krivulja

Vegeta plava za standard ima postavljene sljedeće vrijednosti:

1. Standardne vrijednosti za *Vegeta plavu* pri izvoru svjetla D65./10°:

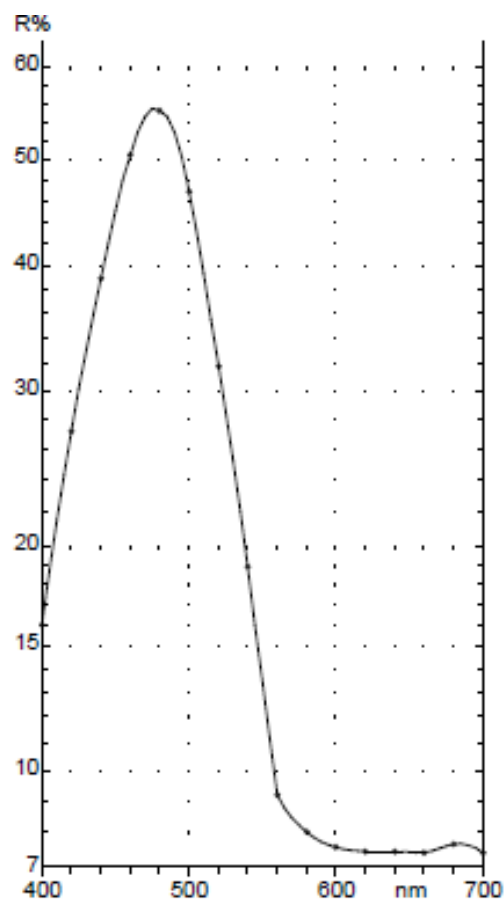
- L^* 52.44 a^* -25.05 b^* -33.41

2. Standardne vrijednosti za *Vegeta plavu* pri izvoru svjetla A.../10°:

- L^* 46.06 a^* -31.96 b^* -45.96

3. Standardne vrijednosti za *Vegeta plavu* pri izvoru svjetla F11./10°:

- L^* 46.62 a^* -16.28 b^* -41.82



Slika 6.15. Standard *Vegeta plava* – krivulja



Slika 6.16. Mjerenje otiska na uređaju ColorQuest XE

6.3.1. Mjerenje nakon faze tiska

Nakon faze tiska uslijedilo je prvo mjerenje i izuzeto je sa stroja ukupno 50 otisaka vrećica na otisnutom poliesteru, 25 za svaki dizajn. U priloženim tablicama nalaze se izmjerene vrijednosti za uzorke *Podravka crvene* i *Vegeta plave* boje nakon tiska. Uzorci koji su mjereni, ukupno 25 u svakoj fazi, odabrani su iz ukupne naklade od 1000 komada proizvedenih vrećica. Izvršena je ovjera tiska na tiskarskome stroju i boje koje su predmet istraživanja usklađene su sa standardom. Svaki tiskarski stroj ima određeno vrijeme uhodavanja u kojem se postižu svi parametri kvalitetnoga otiska. Potrebno je podesiti registar tiska, postići propisane kolorimetrijske vrijednosti spot boja, postići zadovoljavajuću kvalitetu kolora i ostalih elemenata dizajna, a u skladu s pripremljenim probnim otiskom. Osim navedenoga također je potrebno eliminirati sve eventualne nečistoće na tiskovnim formama koje uzrokuju neželjene rezultate na otisku, podesiti rakel, viskozitet bojila i postići radnu brzinu stroja. Nakon uspostavljanja standardnih parametara na tiskarskome stroju i kolorimetrijskih vrijednosti na otisku, za obje boje koje su predmet mjerenja, odabrano je 25 uzoraka za svaki dizajn.

Tablica 6.1. Mjerenje otisak Podravka crvena

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		I*	a*	b*	C*	h*	dI*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	53.28	52.56	27.65	59.39	27.75	-0.12	-0.17	-0.58	-0.42	-0.43	0.61	0.33
	A.../10°	60.97	52.68	41.38	66.98	38.15	-0.16	-0.14	-0.64	-0.50	-0.41	0.67	0.35
	F11/10°	58.28	53.16	35.95	64.17	34.07	-0.14	-0.20	-0.61	-0.51	-0.40	0.66	0.33
2.	D65/10°	53.34	52.54	27.62	59.36	27.73	-0.06	-0.20	-0.61	-0.46	-0.44	0.64	0.34
	A.../10°	61.02	52.65	41.34	66.94	38.14	-0.10	-0.16	-0.67	-0.54	-0.43	0.70	0.36
	F11/10°	58.33	53.14	35.91	64.14	34.05	-0.08	-0.21	-0.64	-0.54	-0.41	0.68	0.34
3.	D65/10°	53.20	52.56	27.64	59.38	27.74	-0.20	-0.18	-0.58	-0.43	-0.43	0.64	0.34
	A.../10°	60.89	52.68	41.37	66.98	38.14	-0.24	-0.13	-0.64	-0.50	-0.42	0.70	0.36
	F11/10°	58.19	53.13	35.94	64.15	34.07	-0.22	-0.22	-0.62	-0.53	-0.39	0.69	0.34
4.	D65/10°	53.34	52.53	27.61	59.34	27.73	-0.06	-0.21	-0.62	-0.48	-0.45	0.66	0.34
	A.../10°	61.02	52.64	41.32	66.93	38.13	-0.11	-0.17	-0.69	-0.56	-0.43	0.72	0.37
	F11/10°	58.33	53.12	35.89	64.11	34.05	-0.08	-0.23	-0.66	-0.56	-0.42	0.71	0.35
5.	D65/10°	53.23	52.56	27.63	59.38	27.73	-0.16	-0.18	-0.60	-0.44	-0.45	0.65	0.35
	A.../10°	60.92	52.69	41.35	66.98	38.13	-0.20	-0.13	-0.66	-0.51	-0.44	0.70	0.37
	F11/10°	58.23	53.13	35.91	64.13	34.05	-0.18	-0.22	-0.65	-0.55	-0.41	0.71	0.35
6.	D65/10°	53.34	52.57	27.60	59.38	27.70	-0.05	-0.16	-0.63	-0.44	-0.48	0.65	0.36
	A.../10°	61.03	52.67	41.33	66.95	38.13	-0.09	-0.15	-0.68	-0.53	-0.44	0.70	0.37
	F11/10°	58.34	53.17	35.89	64.14	34.02	-0.07	-0.19	-0.67	-0.53	-0.45	0.70	0.36
7.	D65/10°	53.35	52.53	27.59	59.34	27.71	-0.04	-0.20	-0.64	-0.48	-0.47	0.67	0.36
	A.../10°	61.04	52.64	41.31	66.92	38.12	-0.09	-0.17	-0.70	-0.57	-0.45	0.73	0.38
	F11/10°	58.34	53.14	35.86	64.11	34.01	-0.07	-0.21	-0.69	-0.57	-0.45	0.73	0.37
8.	D65/10°	53.33	52.55	27.59	59.35	27.70	-0.06	-0.19	-0.64	-0.47	-0.48	0.67	0.36
	A.../10°	61.02	52.65	41.31	66.92	38.12	-0.11	-0.16	-0.70	-0.56	-0.45	0.73	0.38
	F11/10°	58.32	53.14	35.86	64.11	34.01	-0.09	-0.21	-0.70	-0.57	-0.46	0.74	0.38
9.	D65/10°	53.25	52.50	27.59	59.31	27.72	-0.14	-0.23	-0.63	-0.50	-0.45	0.69	0.36
	A.../10°	60.93	52.64	41.30	66.91	38.12	-0.19	-0.17	-0.71	-0.57	-0.45	0.75	0.39
	F11/10°	58.25	53.08	35.88	64.07	34.06	-0.17	-0.28	-0.68	-0.61	-0.40	0.75	0.36
10.	D65/10°	53.34	52.53	27.57	59.32	27.69	-0.06	-0.21	-0.66	-0.49	-0.48	0.69	0.37
	A.../10°	61.02	52.64	41.29	66.90	38.11	-0.11	-0.17	-0.73	-0.58	-0.46	0.75	0.39
	F11/10°	58.33	53.13	35.85	64.10	34.01	-0.08	-0.22	-0.71	-0.58	-0.46	0.75	0.38
11.	D65/10°	53.26	52.50	27.57	59.30	27.71	-0.14	-0.24	-0.66	-0.52	-0.47	0.71	0.37
	A.../10°	60.94	52.64	41.28	66.89	38.10	-0.19	-0.18	-0.74	-0.59	-0.47	0.78	0.40
	F11/10°	58.25	53.10	35.85	64.07	34.03	-0.17	-0.26	-0.71	-0.61	-0.44	0.77	0.38
12.	D65/10°	53.23	52.56	27.58	59.35	27.68	-0.16	-0.18	-0.65	-0.46	-0.49	0.70	0.38
	A.../10°	60.92	52.68	41.30	66.94	38.10	-0.21	-0.13	-0.71	-0.54	-0.47	0.75	0.40
	F11/10°	58.23	53.13	35.86	64.10	34.02	-0.19	-0.23	-0.70	-0.58	-0.45	0.75	0.38
13.	D65/10°	53.32	52.55	27.56	59.34	27.68	-0.07	-0.19	-0.66	-0.48	-0.50	0.69	0.38
	A.../10°	61.01	52.66	41.29	66.92	38.09	-0.12	-0.15	-0.73	-0.57	-0.48	0.75	0.40
	F11/10°	58.31	53.15	35.83	64.10	33.99	-0.10	-0.21	-0.72	-0.58	-0.48	0.76	0.39
14.	D65/10°	53.43	52.58	27.55	59.36	27.65	0.03	-0.16	-0.68	-0.46	-0.52	0.70	0.39
	A.../10°	61.12	52.66	41.28	66.92	38.09	-0.01	-0.15	-0.73	-0.57	-0.48	0.74	0.40
	F11/10°	58.43	53.19	35.84	64.14	33.97	0.01	-0.16	-0.72	-0.54	-0.51	0.74	0.40
15.	D65/10°	53.29	52.46	27.53	59.24	27.69	-0.11	-0.28	-0.70	-0.58	-0.49	0.76	0.39
	A.../10°	60.96	52.60	41.22	66.83	38.08	-0.16	-0.21	-0.79	-0.65	-0.49	0.83	0.42
	F11/10°	58.28	53.05	35.80	64.00	34.02	-0.13	-0.31	-0.76	-0.68	-0.45	0.83	0.40
16.	D65/10°	53.30	52.50	27.53	59.28	27.67	-0.10	-0.23	-0.70	-0.53	-0.51	0.74	0.39
	A.../10°	60.98	52.64	41.24	66.87	38.08	-0.15	-0.18	-0.77	-0.62	-0.50	0.81	0.42
	F11/10°	58.29	53.08	35.81	64.03	34.00	-0.13	-0.27	-0.75	-0.64	-0.47	0.81	0.40
17.	D65/10°	53.26	52.51	27.53	59.29	27.67	-0.13	-0.23	-0.70	-0.53	-0.51	0.75	0.39
	A.../10°	60.94	52.63	41.25	66.87	38.08	-0.18	-0.18	-0.77	-0.61	-0.49	0.81	0.42
	F11/10°	58.25	53.09	35.80	64.04	33.99	-0.16	-0.26	-0.76	-0.64	-0.48	0.82	0.41
18.	D65/10°	53.30	52.52	27.51	59.29	27.65	-0.09	-0.22	-0.71	-0.52	-0.53	0.75	0.40
	A.../10°	60.98	52.64	41.24	66.87	38.08	-0.14	-0.18	-0.78	-0.62	-0.50	0.81	0.44
	F11/10°	58.29	53.11	35.78	64.04	33.97	-0.12	-0.25	-0.78	-0.64	-0.50	0.82	0.42
19.	D65/10°	53.28	52.49	27.52	59.26	27.67	-0.12	-0.25	-0.71	-0.55	-0.51	0.76	0.40
	A.../10°	60.95	52.63	41.22	66.85	38.07	-0.17	-0.19	-0.79	-0.64	-0.50	0.83	0.45
	F11/10°	58.26	53.07	35.79	64.01	34.00	-0.15	-0.29	-0.76	-0.67	-0.47	0.83	0.41
20.	D65/10°	53.35	52.52	27.51	59.29	27.65	-0.04	-0.22	-0.72	-0.53	-0.53	0.75	0.40
	A.../10°	61.03	52.64	41.23	66.86	38.07	-0.10	-0.18	-0.78	-0.62	-0.51	0.81	0.45
	F11/10°	58.33	53.12	35.77	64.04	33.96	-0.08	-0.24	-0.79	-0.64	-0.52	0.83	0.42
21.	D65/10°	53.28	52.53	27.51	59.29	27.64	-0.11	-0.21	-0.72	-0.52	-0.54	0.76	0.41
	A.../10°	60.96	52.65	41.22	66.87	38.06	-0.16	-0.17	-0.79	-0.62	-0.52	0.82	0.45
	F11/10°	58.27	53.12	35.77	64.04	33.95	-0.14	-0.23	-0.79	-0.64	-0.53	0.84	0.43
22.	D65/10°	53.31	52.45	27.49	59.22	27.66	-0.09	-0.28	-0.74	-0.60	-0.52	0.80	0.41
	A.../10°	60.98	52.60	41.18	66.80	38.06	-0.15	-0.22	-0.83	-0.68	-0.52	0.87	0.45
	F11/10°	58.29	53.04	35.77	63.98	33.99	-0.12	-0.31	-0.79	-0.70	-0.48	0.86	0.42
23.	D65/10°	53.32	52.48	27.48	59.24	27.64	-0.08	-0.26	-0.75	-0.58	-0.54	0.79	0.42
	A.../10°	60.99	52.61	41.19	66.81	38.06	-0.13	-0.20	-0.83	-0.67	-0.52	0.86	0.45
	F11/10°	58.30	53.06	35.74	63.98	33.96	-0.11	-0.29	-0.81	-0.70	-0.51	0.87	0.43
24.	D65/10°	53.33	52.48	27.44	59.22	27.60	-0.06	-0.25	-0.79	-0.59	-0.58	0.83	0.44
	A.../10°	61.01	52.61	41.14	66.79	38.03	-0.12	-0.20	-0.87	-0.69	-0.56	0.90	0.47
	F11/10°	58.32	53.07	35.70	63.96	33.93	-0.09	-0.29	-0.86	-0.72	-0.55	0.91	0.46
25.	D65/10°	53.40	52.34	27.35	59.06	27.59	0.00	-0.39	-0.88	-0.76	-0.59	0.96	0.48
	A.../10°	61.05	52.52	41.01	66.63	37.99	-0.07	-0.30	-1.00	-0.85	-0.60	1.05	0.52
	F11/10°	58.37	52.96	35.60	63.81	33.91	-0.04	-0.40	-0.96	-0.87	-0.57	1.04	0.50

Tablica 6.2. Mjerenje otisak Vegeta plava

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	52.42	-25.09	-33.32	41.71	233.02	-0.01	-0.05	0.09	-0.04	-0.09	0.10	0.06
	A.../10°	46.06	-31.97	-45.87	55.91	235.13	0.00	-0.01	0.10	-0.07	-0.07	0.10	0.04
	F11/10°	46.59	-16.30	-41.75	44.82	248.67	-0.02	-0.02	0.08	-0.06	-0.05	0.08	0.04
2.	D65/10°	52.34	-24.91	-33.29	41.58	233.19	-0.09	0.14	0.12	-0.18	0.04	0.21	0.09
	A.../10°	46.00	-31.74	-45.78	55.71	235.26	-0.06	0.21	0.18	-0.27	0.07	0.29	0.11
	F11/10°	46.55	-16.16	-41.67	44.69	248.80	-0.07	0.12	0.15	-0.19	0.06	0.21	0.09
3.	D65/10°	52.62	-24.98	-33.39	41.70	233.20	0.18	0.07	0.03	-0.06	0.04	0.20	0.09
	A.../10°	46.26	-31.81	-45.92	55.86	235.29	0.20	0.15	0.05	-0.13	0.09	0.25	0.12
	F11/10°	46.82	-16.23	-41.76	44.80	248.77	0.20	0.05	0.06	-0.08	0.03	0.22	0.10
4.	D65/10°	52.60	-25.20	-33.36	41.81	232.94	0.16	-0.15	0.05	0.05	-0.15	0.23	0.12
	A.../10°	46.22	-32.13	-45.92	56.05	235.02	0.16	-0.18	0.04	0.07	-0.17	0.24	0.12
	F11/10°	46.78	-16.47	-41.78	44.91	248.49	0.16	-0.18	0.04	0.03	-0.19	0.25	0.14
5.	D65/10°	52.62	-25.20	-33.49	41.92	233.04	0.18	-0.16	-0.08	0.16	-0.08	0.25	0.12
	A.../10°	46.22	-32.19	-46.09	56.22	235.06	0.16	-0.24	-0.12	0.24	-0.13	0.31	0.13
	F11/10°	46.79	-16.44	-41.94	45.04	248.60	0.17	-0.16	-0.11	0.16	-0.11	0.26	0.12
6.	D65/10°	52.73	-25.04	-33.46	41.79	233.20	0.29	0.01	-0.05	0.03	0.04	0.30	0.13
	A.../10°	46.35	-31.91	-46.02	56.00	235.26	0.29	0.05	-0.05	0.02	0.07	0.30	0.14
	F11/10°	46.91	-16.24	-41.88	44.92	248.80	0.29	0.04	-0.05	0.04	0.06	0.30	0.14
7.	D65/10°	52.22	-24.90	-33.33	41.60	233.24	-0.22	0.15	0.09	-0.16	0.07	0.28	0.13
	A.../10°	45.87	-31.70	-45.84	55.74	235.33	-0.19	0.25	0.12	-0.24	0.14	0.34	0.15
	F11/10°	46.41	-16.10	-41.71	44.71	248.89	-0.21	0.18	0.11	-0.17	0.13	0.30	0.14
8.	D65/10°	52.66	-25.28	-33.36	41.86	232.85	0.23	-0.23	0.05	0.10	-0.22	0.33	0.17
	A.../10°	46.28	-32.27	-45.94	56.14	234.91	0.21	-0.31	0.03	0.16	-0.27	0.38	0.18
	F11/10°	46.84	-16.58	-41.80	44.97	248.37	0.22	-0.30	0.02	0.09	-0.29	0.37	0.21
9.	D65/10°	52.81	-25.02	-33.39	41.72	233.15	0.37	0.03	0.02	-0.04	0.01	0.37	0.17
	A.../10°	46.45	-31.86	-45.92	55.89	235.25	0.39	0.10	0.05	-0.10	0.05	0.40	0.19
	F11/10°	47.00	-16.27	-41.79	44.84	248.73	0.38	0.01	0.03	-0.04	0.00	0.38	0.18
10.	D65/10°	52.76	-25.33	-33.37	41.90	232.79	0.33	-0.29	0.05	0.14	-0.26	0.44	0.22
	A.../10°	46.37	-32.33	-45.95	56.18	234.87	0.31	-0.37	0.02	0.20	-0.32	0.48	0.23
	F11/10°	46.95	-16.65	-41.78	44.98	248.28	0.34	-0.37	0.04	0.10	-0.36	0.50	0.27
11.	D65/10°	52.79	-24.83	-33.14	41.41	233.16	0.36	0.22	0.27	-0.35	0.01	0.50	0.22
	A.../10°	46.49	-31.53	-45.56	55.40	235.31	0.43	0.42	0.41	-0.58	0.12	0.73	0.30
	F11/10°	47.05	-16.14	-41.43	44.46	248.71	0.44	0.14	0.39	-0.42	-0.01	0.60	0.27
12.	D65/10°	52.87	-25.26	-33.39	41.87	232.90	0.43	-0.21	0.02	0.11	-0.18	0.48	0.23
	A.../10°	46.48	-32.19	-45.97	56.12	235.00	0.42	-0.23	0.00	0.13	-0.19	0.48	0.23
	F11/10°	47.09	-16.57	-41.75	44.92	248.36	0.47	-0.29	0.07	0.04	-0.29	0.56	0.29
13.	D65/10°	52.87	-25.25	-33.36	41.83	232.88	0.44	-0.20	0.06	0.07	-0.19	0.48	0.23
	A.../10°	46.49	-32.17	-45.91	56.06	234.99	0.43	-0.21	0.05	0.08	-0.20	0.48	0.23
	F11/10°	47.09	-16.58	-41.72	44.89	248.33	0.48	-0.30	0.10	0.01	-0.32	0.57	0.30
14.	D65/10°	52.75	-25.36	-33.33	41.88	232.73	0.31	-0.32	0.08	0.13	-0.30	0.45	0.23
	A.../10°	46.36	-32.36	-45.91	56.17	234.82	0.29	-0.41	0.06	0.19	-0.37	0.51	0.25
	F11/10°	46.96	-16.72	-41.71	44.94	248.15	0.35	-0.44	0.11	0.06	-0.45	0.57	0.32
15.	D65/10°	52.80	-25.36	-33.27	41.84	232.69	0.37	-0.31	0.14	0.08	-0.33	0.50	0.26
	A.../10°	46.42	-32.32	-45.83	56.08	234.81	0.36	-0.36	0.13	0.10	-0.37	0.52	0.26
	F11/10°	47.04	-16.75	-41.61	44.85	248.07	0.43	-0.47	0.22	-0.03	-0.52	0.67	0.38
16.	D65/10°	52.81	-25.41	-33.40	41.97	232.74	0.38	-0.36	0.01	0.21	-0.30	0.52	0.26
	A.../10°	46.40	-32.43	-46.01	56.29	234.82	0.34	-0.47	-0.04	0.31	-0.36	0.59	0.28
	F11/10°	47.03	-16.76	-41.78	45.02	248.14	0.41	-0.48	0.04	0.14	-0.46	0.63	0.35
17.	D65/10°	53.04	-25.37	-33.46	41.99	232.84	0.61	-0.32	-0.05	0.23	-0.23	0.69	0.32
	A.../10°	46.64	-32.36	-46.06	56.29	234.91	0.58	-0.40	-0.10	0.31	-0.27	0.71	0.33
	F11/10°	47.25	-16.68	-41.86	45.06	248.28	0.63	-0.40	-0.04	0.18	-0.36	0.75	0.38
18.	D65/10°	52.90	-25.50	-33.35	41.98	232.61	0.46	-0.45	0.06	0.22	-0.39	0.65	0.33
	A.../10°	46.49	-32.53	-45.96	56.31	234.70	0.43	-0.58	0.01	0.33	-0.48	0.72	0.35
	F11/10°	47.11	-16.89	-41.74	45.02	247.97	0.49	-0.60	0.08	0.14	-0.59	0.78	0.44
19.	D65/10°	52.91	-25.48	-33.34	41.96	232.61	0.47	-0.44	0.07	0.21	-0.39	0.65	0.33
	A.../10°	46.51	-32.52	-45.94	56.28	234.70	0.44	-0.57	0.03	0.30	-0.48	0.72	0.35
	F11/10°	47.14	-16.89	-41.69	44.98	247.94	0.53	-0.61	0.13	0.10	-0.62	0.82	0.45
20.	D65/10°	52.96	-25.51	-33.34	41.98	232.58	0.52	-0.46	0.08	0.22	-0.42	0.70	0.35
	A.../10°	46.56	-32.57	-45.93	56.31	234.66	0.49	-0.62	0.03	0.33	-0.52	0.79	0.38
	F11/10°	47.20	-16.94	-41.68	44.99	247.89	0.58	-0.66	0.14	0.11	-0.66	0.89	0.49
21.	D65/10°	53.11	-25.45	-33.41	41.99	232.70	0.67	-0.40	0.01	0.24	-0.32	0.78	0.37
	A.../10°	46.70	-32.47	-46.00	56.31	234.79	0.64	-0.51	-0.04	0.33	-0.40	0.82	0.39
	F11/10°	47.34	-16.84	-41.77	45.04	248.04	0.72	-0.56	0.05	0.16	-0.54	0.92	0.48
22.	D65/10°	52.96	-25.56	-33.37	42.03	232.56	0.53	-0.51	0.04	0.28	-0.43	0.73	0.37
	A.../10°	46.55	-32.64	-45.99	56.39	234.63	0.49	-0.69	-0.02	0.41	-0.55	0.84	0.40
	F11/10°	47.18	-16.97	-41.76	45.08	247.88	0.57	-0.69	0.06	0.20	-0.67	0.90	0.50
23.	D65/10°	53.15	-25.50	-33.46	42.07	232.69	0.72	-0.45	-0.05	0.31	-0.33	0.85	0.40
	A.../10°	46.74	-32.55	-46.08	56.42	234.77	0.67	-0.59	-0.12	0.44	-0.42	0.91	0.42
	F11/10°	47.36	-16.85	-41.86	45.12	248.07	0.74	-0.57	-0.03	0.24	-0.52	0.94	0.49
24.	D65/10°	53.03	-25.65	-33.39	42.11	232.47	0.59	-0.60	0.02	0.35	-0.50	0.85	0.42
	A.../10°	46.60	-32.78	-46.02	56.50	234.54	0.54	-0.82	-0.06	0.52	-0.64	0.98	0.46
	F11/10°	47.24	-17.07	-41.79	45.15	247.79	0.62	-0.79	0.03	0.27	-0.74	1.00	0.55
25.	D65/10°	53.27	-25.71	-33.53	42.26	232.52	0.84	-0.67	-0.12	0.50	-0.46	1.08	0.51
	A.../10°	46.82	-32.92	-46.20	56.73	234.53	0.76	-0.96	-0.24	0.75	-0.65	1.25	0.57
	F11/10°	47.44	-17.07	-42.00	45.34	247.88	0.82	-0.79	-0.18	0.46	-0.67	1.15	0.60

6.3.2. Mjerenje nakon faze kaširanja

Tablica 6.3. Mjerenje kaširanje Podravka crvena

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		I*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65./10°	49.05	49.35	26.76	56.14	28.47	-4.32	-3.38	-1.47	-3.68	0.31	5.68	2.30
	A../10°	56.31	49.14	39.72	63.18	38.95	-4.82	-3.67	-2.29	-4.30	0.51	6.48	2.51
	F11./10°	53.77	49.93	34.52	60.70	34.66	-4.64	-3.43	-2.04	-3.98	0.26	6.12	2.44
2.	D65./10°	49.83	48.00	25.06	54.15	27.57	-3.52	-4.74	-3.16	-5.67	-0.58	6.69	2.54
	A../10°	56.89	48.09	37.61	61.05	38.03	-4.24	-4.72	-4.40	-6.43	-0.53	7.72	2.84
	F11./10°	54.42	48.79	32.59	58.67	33.74	-3.99	-4.56	-3.97	-6.00	-0.73	7.24	2.78
3.	D65./10°	50.44	47.08	23.62	52.67	26.64	-2.96	-5.66	-4.61	-7.15	-1.49	7.87	3.05
	A../10°	57.28	47.35	35.89	59.41	37.16	-3.84	-5.46	-6.12	-8.07	-1.48	9.06	3.36
	F11./10°	54.86	48.06	30.90	57.14	32.74	-3.55	-5.30	-5.65	-7.54	-1.78	8.52	3.27
4.	D65./10°	50.56	46.93	23.56	52.51	26.65	-2.83	-5.81	-4.67	-7.31	-1.47	7.97	3.06
	A../10°	57.39	47.23	35.79	59.26	37.15	-3.74	-5.58	-6.22	-8.23	-1.49	9.16	3.39
	F11./10°	54.98	47.89	30.84	56.96	32.78	-3.44	-5.46	-5.72	-7.71	-1.74	8.62	3.29
5.	D65./10°	50.60	46.87	23.53	52.45	26.66	-2.80	-5.86	-4.70	-7.37	-1.47	8.02	3.06
	A../10°	57.42	47.19	35.75	59.20	37.15	-3.71	-5.63	-6.27	-8.29	-1.50	9.20	3.40
	F11./10°	55.00	47.86	30.82	56.92	32.78	-3.41	-5.50	-5.74	-7.76	-1.74	8.65	3.29
6.	D65./10°	50.33	47.07	23.63	52.67	26.66	-3.06	-5.67	-4.60	-7.15	-1.47	7.92	3.07
	A../10°	57.18	47.34	35.90	59.41	37.17	-3.95	-5.47	-6.11	-8.07	-1.47	9.11	3.38
	F11./10°	54.76	48.03	30.93	57.13	32.78	-3.66	-5.32	-5.62	-7.55	-1.73	8.56	3.29
7.	D65./10°	50.51	46.84	23.62	52.46	26.76	-2.89	-5.90	-4.61	-7.36	-1.37	8.02	3.08
	A../10°	57.32	47.18	35.82	59.24	37.21	-3.81	-5.63	-6.19	-8.25	-1.43	9.20	3.40
	F11./10°	54.94	47.77	30.96	56.92	32.94	-3.48	-5.58	-5.60	-7.75	-1.56	8.64	3.30
8.	D65./10°	50.50	46.86	23.54	52.44	26.68	-2.89	-5.88	-4.68	-7.37	-1.45	8.05	3.10
	A../10°	57.32	47.18	35.76	59.20	37.16	-3.81	-5.63	-6.26	-8.28	-1.49	9.24	3.42
	F11./10°	54.93	47.79	30.87	56.89	32.86	-3.48	-5.57	-5.69	-7.79	-1.65	8.69	3.32
9.	D65./10°	50.51	46.94	23.49	52.49	26.59	-2.88	-5.80	-4.74	-7.33	-1.54	8.03	3.10
	A../10°	57.33	47.23	35.72	59.22	37.10	-3.79	-5.58	-6.29	-8.27	-1.54	9.23	3.42
	F11./10°	54.92	47.93	30.76	56.95	32.70	-3.50	-5.43	-5.80	-7.73	-1.82	8.68	3.31
10.	D65./10°	50.52	46.87	23.49	52.42	26.63	-2.87	-5.87	-4.73	-7.39	-1.50	8.07	3.11
	A../10°	57.33	47.18	35.71	59.17	37.12	-3.79	-5.63	-6.30	-8.31	-1.53	9.26	3.43
	F11./10°	54.95	47.76	30.82	56.84	32.83	-3.46	-5.59	-5.74	-7.84	-1.68	8.73	3.31
11.	D65./10°	50.50	46.90	23.50	52.45	26.61	-2.89	-5.84	-4.73	-7.36	-1.51	8.05	3.11
	A../10°	57.32	47.21	35.72	59.20	37.11	-3.81	-5.60	-6.29	-8.28	-1.53	9.24	3.43
	F11./10°	54.92	47.85	30.80	56.90	32.77	-3.49	-5.51	-5.76	-7.77	-1.75	8.70	3.32
12.	D65./10°	50.71	46.67	23.39	52.20	26.62	-2.69	-6.07	-4.84	-7.62	-1.50	8.22	3.15
	A../10°	57.49	47.02	35.55	58.95	37.09	-3.64	-5.79	-6.46	-8.53	-1.55	9.40	3.47
	F11./10°	55.10	47.63	30.66	56.65	32.77	-3.31	-5.72	-5.90	-8.03	-1.74	8.86	3.36
13.	D65./10°	50.59	46.75	23.22	52.20	26.41	-2.81	-5.99	-5.01	-7.61	-1.70	8.29	3.21
	A../10°	57.37	47.08	35.40	58.90	36.94	-3.75	-5.73	-6.62	-8.58	-1.72	9.52	3.55
	F11./10°	54.97	47.74	30.44	56.62	32.53	-3.44	-5.62	-6.12	-8.06	-2.00	8.99	3.46
14.	D65./10°	50.62	46.75	23.20	52.19	26.39	-2.78	-5.98	-5.03	-7.62	-1.73	8.30	3.22
	A../10°	57.41	47.08	35.38	58.89	36.92	-3.72	-5.73	-6.63	-8.60	-1.74	9.53	3.55
	F11./10°	55.01	47.74	30.44	56.62	32.52	-3.40	-5.62	-6.12	-8.06	-2.00	8.98	3.47
15.	D65./10°	50.85	46.48	22.92	51.82	26.25	-2.55	-6.26	-5.31	-7.99	-1.85	8.59	3.32
	A../10°	57.59	46.86	35.02	58.50	36.77	-3.53	-5.95	-6.99	-8.98	-1.90	9.84	3.67
	F11./10°	55.23	47.47	30.16	56.24	32.43	-3.18	-5.89	-6.40	-8.44	-2.10	9.26	3.58
16.	D65./10°	50.91	46.31	22.67	51.56	26.08	-2.49	-6.43	-5.56	-8.26	-2.01	8.86	3.41
	A../10°	57.62	46.72	34.72	58.21	36.62	-3.51	-6.09	-7.29	-9.27	-2.06	10.13	3.79
	F11./10°	55.25	47.33	29.82	55.95	32.22	-3.16	-6.02	-6.73	-8.73	-2.31	9.57	3.72
17.	D65./10°	51.68	44.94	21.45	49.80	25.52	-1.72	-7.80	-6.77	-10.02	-2.51	10.47	4.05
	A../10°	58.17	45.61	33.11	56.36	35.98	-2.96	-7.20	-8.90	-11.12	-2.72	11.83	4.45
	F11./10°	55.87	46.16	28.35	54.17	31.55	-2.55	-7.19	-8.21	-10.51	-2.96	11.21	4.35
18.	D65./10°	51.80	44.61	21.31	49.44	25.53	-1.60	-8.12	-6.92	-10.38	-2.49	10.79	4.08
	A../10°	58.24	45.34	32.86	56.00	35.94	-2.88	-7.47	-9.15	-11.49	-2.75	12.16	4.56
	F11./10°	55.97	45.86	28.19	53.83	31.58	-2.45	-7.49	-8.37	-10.85	-2.93	11.50	4.47
19.	D65./10°	51.93	44.44	21.12	49.20	25.42	-1.46	-8.30	-7.11	-10.62	-2.60	11.02	4.14
	A../10°	58.35	45.19	32.63	55.74	35.83	-2.77	-7.62	-9.39	-11.74	-2.87	12.40	4.66
	F11./10°	56.07	45.73	27.92	53.58	31.41	-2.34	-7.63	-8.63	-11.10	-3.09	11.75	4.57
20.	D65./10°	52.54	43.34	20.32	47.87	25.11	-0.86	-9.39	-7.91	-11.95	-2.84	12.31	4.53
	A../10°	58.79	44.30	31.51	54.36	35.42	-2.34	-8.51	-10.51	-13.12	-3.26	13.72	5.16
	F11./10°	56.57	44.78	26.95	52.26	31.04	-1.85	-8.58	-9.61	-12.42	-3.42	13.01	5.09
21.	D65./10°	52.76	42.87	19.96	47.28	24.96	-0.63	-9.87	-8.27	-12.53	-2.97	12.89	4.82
	A../10°	58.94	43.90	31.01	53.75	35.23	-2.19	-8.91	-11.00	-13.73	-3.43	14.32	5.39
	F11./10°	56.74	44.35	26.47	51.65	30.84	-1.67	-9.01	-10.08	-13.03	-3.61	13.62	5.26
22.	D65./10°	53.13	42.33	19.56	46.63	24.79	-0.27	-10.40	-8.67	-13.18	-3.10	13.55	5.03
	A../10°	59.22	43.46	30.46	53.07	35.03	-1.91	-9.36	-11.55	-14.42	-3.63	14.99	5.64
	F11./10°	56.92	43.83	26.03	50.98	30.71	-1.35	-9.53	-10.52	-13.70	-3.72	14.26	5.49
23.	D65./10°	53.06	42.34	19.52	46.63	24.75	-0.34	-10.39	-8.71	-13.19	-3.14	13.56	5.11
	A../10°	59.15	43.47	30.43	53.06	34.99	-1.98	-9.34	-11.58	-14.42	-3.66	15.01	5.66
	F11./10°	56.95	43.88	25.96	50.98	30.61	-1.44	-9.48	-10.60	-13.70	-3.81	14.29	5.51
24.	D65./10°	55.40	38.85	17.01	42.41	23.64	2.01	-13.88	-11.22	-17.40	-3.97	17.96	6.72
	A../10°	60.96	40.51	26.93	48.64	33.62	-0.17	-12.30	-15.08	-18.84	-4.88	19.46	7.35
	F11./10°	58.96	40.71	22.87	46.70	29.32	0.57	-12.64	-13.69	-17.98	-4.89	18.64	7.19
25.	D65./10°	56.73	36.87	15.77	40.10	23.16	3.33	-15.87	-12.46	-19.71	-4.27	20.44	7.68
	A../10°	61.98	38.78	25.14	46.22	32.95	0.85	-14.03	-16.87	-21.27	-5.41	21.96	8.27
	F11./10°	60.07	38.95	21.25	44.37	28.62	1.67	-14.40	-15.31	-20.31	-5.42	21.08	8.07

Tablica 6.4. Mjerenje kaširanje Vegeta plava

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65./10°	50.50	-23.58	-31.65	39.47	233.31	-1.94	1.46	1.76	-2.29	0.12	3.00	1.30
	A../10°	44.51	-30.24	-43.34	52.84	235.09	-1.55	1.72	2.63	-3.14	-0.09	3.50	1.38
	F11./10°	45.18	-15.68	-39.47	42.47	248.33	-1.44	0.60	2.35	-2.41	-0.30	2.83	1.22
2.	D65./10°	50.64	-23.12	-31.44	39.03	233.67	-1.79	1.92	1.97	-2.73	0.37	3.29	1.42
	A../10°	44.74	-29.61	-42.96	52.17	235.43	-1.32	2.35	3.01	-3.81	0.22	4.04	1.55
	F11./10°	45.33	-15.23	-39.25	42.10	248.80	-1.28	1.05	2.57	-2.78	0.05	3.06	1.29
3.	D65./10°	50.65	-23.15	-31.39	39.01	233.60	-1.79	1.90	2.02	-2.75	0.32	3.30	1.43
	A../10°	44.75	-29.61	-42.90	52.13	235.38	-1.31	2.34	3.06	-3.85	0.18	4.07	1.56
	F11./10°	45.35	-15.29	-39.17	42.04	248.68	-1.26	0.99	2.66	-2.84	-0.04	3.11	1.31
4.	D65./10°	50.66	-22.93	-31.57	39.02	234.02	-1.77	2.12	1.84	-2.74	0.61	3.32	1.45
	A../10°	44.77	-29.25	-43.10	52.09	235.84	-1.29	2.70	2.86	-3.89	0.61	4.14	1.60
	F11./10°	45.33	-14.88	-39.39	42.11	249.31	-1.29	1.41	2.43	-2.77	0.44	3.09	1.32
5.	D65./10°	50.71	-22.94	-31.47	38.95	233.90	-1.73	2.10	1.94	-2.81	0.53	3.34	1.46
	A../10°	44.83	-29.28	-42.97	52.00	235.73	-1.24	2.68	2.99	-3.99	0.51	4.20	1.61
	F11./10°	45.39	-14.95	-39.26	42.01	249.15	-1.23	1.33	2.56	-2.87	0.32	3.13	1.33
6.	D65./10°	50.56	-22.87	-31.63	39.03	234.14	-1.87	2.18	1.78	-2.72	0.70	3.38	1.49
	A../10°	44.67	-29.20	-43.17	52.12	235.93	-1.40	2.76	2.79	-3.86	0.70	4.17	1.62
	F11./10°	45.20	-14.77	-39.48	42.15	249.49	-1.41	1.51	2.34	-2.72	0.58	3.12	1.35
7.	D65./10°	50.42	-23.01	-31.58	39.07	233.92	-2.01	2.04	1.83	-2.68	0.55	3.40	1.49
	A../10°	44.51	-29.36	-43.15	52.19	235.77	-1.55	2.60	2.82	-3.79	0.54	4.13	1.62
	F11./10°	45.08	-14.96	-39.39	42.14	249.20	-1.53	1.32	2.43	-2.74	0.36	3.16	1.36
8.	D65./10°	50.64	-22.82	-31.48	38.88	234.06	-1.80	2.22	1.93	-2.87	0.64	3.45	1.51
	A../10°	44.77	-29.14	-42.96	51.91	235.85	-1.29	2.81	3.01	-4.07	0.61	4.31	1.66
	F11./10°	45.33	-14.82	-39.26	41.97	249.32	-1.29	1.46	2.56	-2.91	0.45	3.22	1.37
9.	D65./10°	50.43	-22.90	-31.48	38.92	233.97	-2.00	2.15	1.94	-2.83	0.58	3.52	1.54
	A../10°	44.55	-29.26	-42.98	51.99	235.75	-1.51	2.69	2.99	-3.99	0.53	4.30	1.67
	F11./10°	45.10	-14.87	-39.30	42.02	249.28	-1.52	1.41	2.52	-2.86	0.41	3.27	1.40
10.	D65./10°	50.42	-22.88	-31.46	38.90	233.97	-2.02	2.17	1.95	-2.86	0.58	3.55	1.55
	A../10°	44.54	-29.25	-42.95	51.96	235.74	-1.52	2.70	3.02	-4.02	0.52	4.33	1.68
	F11./10°	45.09	-14.91	-39.27	42.01	249.22	-1.52	1.38	2.55	-2.87	0.37	3.27	1.40
11.	D65./10°	50.58	-22.72	-31.53	38.86	234.22	-1.86	2.32	1.88	-2.89	0.76	3.52	1.55
	A../10°	44.71	-28.97	-43.01	51.86	236.04	-1.35	2.99	2.95	-4.12	0.79	4.41	1.71
	F11./10°	45.24	-14.61	-39.34	41.97	249.63	-1.38	1.67	2.48	-2.91	0.68	3.29	1.42
12.	D65./10°	50.55	-22.71	-31.54	38.86	234.24	-1.89	2.34	1.88	-2.90	0.77	3.54	1.56
	A../10°	44.68	-28.97	-43.02	51.86	236.04	-1.38	2.98	2.95	-4.12	0.80	4.41	1.71
	F11./10°	45.22	-14.62	-39.35	41.98	249.62	-1.40	1.66	2.47	-2.90	0.67	3.29	1.42
13.	D65./10°	50.40	-22.88	-31.42	38.87	233.94	-2.04	2.17	1.99	-2.89	0.56	3.58	1.56
	A../10°	44.53	-29.17	-42.91	51.88	235.79	-1.54	2.79	3.06	-4.10	0.57	4.41	1.71
	F11./10°	45.09	-14.86	-39.20	41.92	249.24	-1.53	1.42	2.63	-2.96	0.38	3.35	1.43
14.	D65./10°	50.40	-22.83	-31.47	38.88	234.04	-2.04	2.22	1.95	-2.88	0.63	3.59	1.57
	A../10°	44.52	-29.12	-42.96	51.90	235.87	-1.54	2.84	3.00	-4.08	0.64	4.41	1.72
	F11./10°	45.09	-14.79	-39.23	41.93	249.35	-1.53	1.49	2.59	-2.95	0.47	3.36	1.44
15.	D65./10°	50.53	-22.68	-31.52	38.83	234.27	-1.91	2.37	1.89	-2.93	0.79	3.58	1.58
	A../10°	44.67	-28.92	-42.99	51.81	236.07	-1.40	3.03	2.97	-4.17	0.82	4.47	1.74
	F11./10°	45.18	-14.54	-39.36	41.96	249.72	-1.44	1.74	2.47	-2.92	0.75	3.34	1.45
16.	D65./10°	50.34	-22.81	-31.47	38.87	234.06	-2.10	2.23	1.95	-2.89	0.64	3.63	1.59
	A../10°	44.46	-29.12	-42.95	51.89	235.86	-1.60	2.83	3.01	-4.09	0.63	4.44	1.73
	F11./10°	45.02	-14.82	-39.26	41.96	249.32	-1.60	1.46	2.56	-2.92	0.45	3.36	1.45
17.	D65./10°	50.49	-22.62	-31.51	38.78	234.33	-1.95	2.43	1.90	-2.97	0.83	3.65	1.61
	A../10°	44.64	-28.84	-42.96	51.75	236.12	-1.43	3.11	3.01	-4.24	0.87	4.55	1.77
	F11./10°	45.18	-14.59	-39.27	41.89	249.62	-1.44	1.69	2.55	-2.99	0.67	3.38	1.46
18.	D65./10°	50.30	-22.74	-31.43	38.79	234.11	-2.14	2.31	1.99	-2.97	0.68	3.72	1.63
	A../10°	44.44	-29.02	-42.89	51.78	235.92	-1.63	2.94	3.08	-4.20	0.68	4.55	1.78
	F11./10°	44.97	-14.71	-39.23	41.89	249.45	-1.65	1.57	2.60	-2.99	0.54	3.45	1.49
19.	D65./10°	50.23	-22.67	-31.37	38.70	234.15	-2.21	2.38	2.04	-3.05	0.70	3.83	1.68
	A../10°	44.38	-28.93	-42.80	51.66	235.95	-1.68	3.03	3.16	-4.32	0.71	4.69	1.83
	F11./10°	44.95	-14.71	-39.10	41.77	249.39	-1.67	1.58	2.73	-3.11	0.50	3.56	1.53
20.	D65./10°	50.23	-22.65	-31.43	38.74	234.23	-2.21	2.40	1.98	-3.02	0.76	3.82	1.68
	A../10°	44.38	-28.89	-42.88	51.70	236.03	-1.68	3.06	3.09	-4.28	0.78	4.66	1.83
	F11./10°	44.93	-14.63	-39.18	41.83	249.53	-1.69	1.65	2.64	-3.05	0.60	3.54	1.53
21.	D65./10°	50.17	-22.61	-31.42	38.71	234.25	-2.27	2.43	1.99	-3.05	0.78	3.88	1.71
	A../10°	44.32	-28.83	-42.87	51.66	236.08	-1.74	3.13	3.10	-4.32	0.83	4.73	1.86
	F11./10°	44.85	-14.57	-39.18	41.80	249.61	-1.76	1.72	2.64	-3.08	0.66	3.61	1.57
22.	D65./10°	50.17	-22.60	-31.40	38.69	234.26	-2.26	2.45	2.01	-3.07	0.78	3.89	1.71
	A../10°	44.33	-28.81	-42.84	51.63	236.08	-1.73	3.15	3.12	-4.35	0.84	4.76	1.87
	F11./10°	44.89	-14.58	-39.13	41.75	249.56	-1.73	1.70	2.70	-3.12	0.63	3.63	1.57
23.	D65./10°	50.11	-22.58	-31.39	38.67	234.27	-2.32	2.47	2.02	-3.09	0.79	3.95	1.74
	A../10°	44.27	-28.77	-42.83	51.60	236.11	-1.79	3.18	3.14	-4.38	0.86	4.81	1.89
	F11./10°	44.78	-14.46	-39.18	41.76	249.74	-1.83	1.82	2.65	-3.12	0.76	3.70	1.62
24.	D65./10°	50.10	-22.55	-31.46	38.71	234.37	-2.34	2.49	1.95	-3.05	0.86	3.94	1.74
	A../10°	44.25	-28.73	-42.92	51.64	236.20	-1.81	3.23	3.05	-4.34	0.95	4.79	1.89
	F11./10°	44.77	-14.43	-39.24	41.81	249.81	-1.84	1.85	2.58	-3.07	0.82	3.68	1.62
25.	D65./10°	50.06	-22.51	-31.39	38.62	234.36	-2.37	2.54	2.03	-3.14	0.85	4.02	1.77
	A../10°	44.23	-28.68	-42.81	51.53	236.18	-1.83	3.28	3.16	-4.45	0.93	4.90	1.93
	F11./10°	44.77	-14.45	-39.12	41.70	249.73	-1.85	1.83	2.71	-3.18	0.75	3.75	1.64

6.3.3. Mjerenje nakon faze sterilizacije – rominjanje

Tablica 6.5. Mjerenje sterilizacija rominjanje Podravka crvena

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dH*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	49.57	48.13	25.24	54.35	27.67	-3.83	-4.60	-2.98	-5.47	-0.48	6.69	2.62
	A.../10°	56.60	48.09	37.86	61.20	38.21	-4.52	-4.72	-4.15	-6.28	-0.32	7.75	2.86
	F11/10°	54.05	48.86	32.66	58.77	33.76	-4.36	-4.50	-3.90	-5.91	-0.71	7.38	2.81
2.	D65/10°	49.90	47.52	24.71	53.56	27.47	-3.50	-5.22	-3.52	-6.26	-0.68	7.20	2.77
	A.../10°	56.84	47.62	37.14	60.39	37.95	-4.29	-5.19	-4.88	-7.10	-0.62	8.31	3.04
	F11/10°	54.33	48.32	32.03	57.97	33.54	-4.08	-5.04	-4.53	-6.71	-0.94	7.91	2.98
3.	D65/10°	49.99	47.49	24.59	53.47	27.37	-3.41	-5.25	-3.64	-6.34	-0.77	7.24	2.79
	A.../10°	56.92	47.59	37.02	60.29	37.87	-4.21	-5.22	-5.00	-7.19	-0.70	8.36	3.06
	F11/10°	54.42	48.28	31.91	57.88	33.46	-4.00	-5.07	-4.64	-6.80	-1.02	7.95	3.00
4.	D65/10°	50.12	47.34	24.46	53.29	27.33	-3.28	-5.40	-3.76	-6.53	-0.82	7.35	2.82
	A.../10°	57.03	47.49	36.84	60.10	37.81	-4.10	-5.32	-5.17	-7.38	-0.77	8.48	3.09
	F11/10°	54.52	48.19	31.75	57.71	33.38	-3.90	-5.17	-4.81	-6.97	-1.11	8.06	3.04
5.	D65/10°	50.01	47.44	24.38	53.34	27.20	-3.38	-5.29	-3.84	-6.47	-0.94	7.37	2.84
	A.../10°	56.93	47.56	36.80	60.13	37.73	-4.20	-5.26	-5.22	-7.35	-0.86	8.51	3.12
	F11/10°	54.42	48.27	31.67	57.73	33.27	-3.99	-5.09	-4.89	-6.95	-1.22	8.11	3.07
6.	D65/10°	50.32	47.13	24.24	53.00	27.22	-3.08	-5.61	-3.99	-6.82	-0.92	7.54	2.88
	A.../10°	57.19	47.33	36.56	59.81	37.69	-3.93	-5.48	-5.45	-7.68	-0.90	8.67	3.16
	F11/10°	54.71	48.00	31.50	57.42	33.28	-3.70	-5.35	-5.06	-7.26	-1.22	8.24	3.09
7.	D65/10°	50.21	47.19	24.23	53.05	27.18	-3.18	-5.55	-4.00	-6.77	-0.96	7.54	2.89
	A.../10°	57.10	47.37	36.57	59.84	37.67	-4.03	-5.44	-5.44	-7.64	-0.93	8.69	3.18
	F11/10°	54.60	48.05	31.50	57.45	33.25	-3.81	-5.31	-5.06	-7.23	-1.25	8.26	3.11
8.	D65/10°	50.21	47.20	24.22	53.05	27.16	-3.19	-5.53	-4.01	-6.76	-0.98	7.54	2.89
	A.../10°	57.09	47.37	36.56	59.84	37.66	-4.03	-5.44	-5.45	-7.64	-0.93	8.69	3.18
	F11/10°	54.61	48.02	31.48	57.42	33.25	-3.80	-5.33	-5.08	-7.26	-1.25	8.29	3.12
9.	D65/10°	50.31	47.09	24.10	52.90	27.10	-3.09	-5.65	-4.13	-6.92	-1.04	7.65	2.93
	A.../10°	57.17	47.28	36.41	59.68	37.60	-3.96	-5.53	-5.60	-7.81	-1.00	8.81	3.22
	F11/10°	54.68	47.96	31.32	57.28	33.15	-3.73	-5.40	-5.24	-7.40	-1.35	8.39	3.17
10.	D65/10°	50.28	47.13	24.06	52.92	27.04	-3.12	-5.61	-4.17	-6.90	-1.09	7.65	2.93
	A.../10°	57.14	47.32	36.38	59.68	37.55	-3.98	-5.50	-5.64	-7.80	-1.05	8.82	3.23
	F11/10°	54.66	48.02	31.29	57.32	33.09	-3.76	-5.33	-5.27	-7.36	-1.42	8.38	3.16
11.	D65/10°	50.40	47.04	24.02	52.81	27.05	-3.00	-5.70	-4.21	-7.00	-1.09	7.69	2.94
	A.../10°	57.25	47.25	36.31	59.59	37.54	-3.88	-5.56	-5.70	-7.89	-1.07	8.86	3.24
	F11/10°	54.77	47.90	31.26	57.20	33.13	-3.64	-5.45	-5.30	-7.48	-1.37	8.43	3.17
12.	D65/10°	50.39	47.10	24.00	52.86	27.00	-3.00	-5.64	-4.23	-6.96	-1.13	7.66	2.96
	A.../10°	57.25	47.29	36.30	59.62	37.51	-3.87	-5.52	-5.71	-7.86	-1.10	8.84	3.21
	F11/10°	54.79	47.97	31.26	57.25	33.09	-3.63	-5.39	-5.30	-7.43	-1.41	8.38	3.20
13.	D65/10°	50.42	46.89	23.94	52.65	27.05	-2.98	-5.85	-4.28	-7.17	-1.08	7.84	2.99
	A.../10°	57.25	47.12	36.19	59.42	37.53	-3.88	-5.69	-5.82	-8.07	-1.08	9.02	3.29
	F11/10°	54.79	47.77	31.18	57.05	33.14	-3.62	-5.59	-5.38	-7.63	-1.36	8.56	3.21
14.	D65/10°	50.40	46.95	23.86	52.67	26.94	-2.99	-5.79	-4.37	-7.15	-1.19	7.84	3.00
	A.../10°	57.24	47.16	36.13	59.40	37.46	-3.89	-5.66	-5.88	-8.08	-1.16	9.04	3.31
	F11/10°	54.75	47.86	31.06	57.06	32.98	-3.66	-5.50	-5.50	-7.62	-1.52	8.59	3.25
15.	D65/10°	50.52	46.86	23.81	52.56	26.92	-2.90	-5.88	-4.43	-7.26	-1.22	7.91	3.01
	A.../10°	57.32	47.12	36.04	59.31	37.42	-3.80	-5.71	-5.98	-8.18	-1.19	9.10	3.34
	F11/10°	54.86	47.77	31.01	56.94	32.98	-3.55	-5.58	-5.55	-7.73	-1.52	8.64	3.25
16.	D65/10°	50.63	46.74	23.66	52.39	26.85	-2.77	-5.99	-4.57	-7.43	-1.28	8.03	3.06
	A.../10°	57.43	47.00	35.86	59.12	37.35	-3.70	-5.82	-6.15	-8.37	-1.27	9.24	3.38
	F11/10°	54.96	47.68	30.82	56.77	32.88	-3.45	-5.68	-5.74	-7.91	-1.63	8.78	3.32
17.	D65/10°	50.53	46.64	23.49	52.22	26.73	-2.87	-6.10	-4.74	-7.59	-1.39	8.24	3.15
	A.../10°	57.32	46.93	35.66	58.94	37.23	-3.81	-5.88	-6.35	-8.54	-1.40	9.46	3.47
	F11/10°	54.86	47.60	30.63	56.60	32.77	-3.56	-5.76	-5.92	-8.07	-1.74	8.99	3.41
18.	D65/10°	50.59	46.64	23.44	52.20	26.69	-2.80	-6.10	-4.79	-7.62	-1.44	8.24	3.16
	A.../10°	57.38	46.92	35.62	58.91	37.20	-3.75	-5.89	-6.39	-8.57	-1.43	9.47	3.48
	F11/10°	54.93	47.55	30.59	56.55	32.76	-3.49	-5.80	-5.96	-8.13	-1.75	9.02	3.42
19.	D65/10°	50.71	46.47	23.44	52.05	26.77	-2.68	-6.26	-4.79	-7.76	-1.36	8.33	3.17
	A.../10°	57.48	46.79	35.57	58.78	37.25	-3.65	-6.02	-6.44	-8.71	-1.38	9.54	3.49
	F11/10°	55.03	47.41	30.56	56.40	32.81	-3.38	-5.95	-5.99	-8.27	-1.69	9.10	3.43
20.	D65/10°	50.75	46.49	23.35	52.02	26.67	-2.64	-6.25	-4.88	-7.79	-1.45	8.36	3.19
	A.../10°	57.51	46.81	35.48	58.74	37.16	-3.61	-6.00	-6.53	-8.75	-1.47	9.58	3.51
	F11/10°	55.07	47.45	30.48	56.39	32.71	-3.35	-5.91	-6.08	-8.29	-1.80	9.12	3.45
21.	D65/10°	50.71	46.31	23.24	51.81	26.65	-2.68	-6.43	-4.99	-8.00	-1.46	8.57	3.29
	A.../10°	57.45	46.66	35.31	58.52	37.12	-3.68	-6.15	-6.70	-8.97	-1.52	9.81	3.61
	F11/10°	55.07	47.30	30.33	56.19	32.67	-3.41	-6.05	-6.23	-8.49	-1.84	9.33	3.55
22.	D65/10°	51.01	45.69	22.70	51.02	26.41	-2.39	-7.04	-5.53	-8.80	-1.68	9.27	3.52
	A.../10°	57.64	46.16	34.59	57.68	36.84	-3.48	-6.65	-7.42	-9.80	-1.81	10.56	3.88
	F11/10°	55.23	46.75	29.68	55.38	32.41	-3.18	-6.60	-6.88	-9.30	-2.10	10.05	3.83
23.	D65/10°	51.23	45.47	22.43	50.69	26.24	-2.15	-7.28	-5.81	-9.13	-1.82	9.55	3.63
	A.../10°	57.83	45.98	34.25	57.33	36.69	-3.29	-6.85	-7.76	-10.15	-1.97	10.86	3.98
	F11/10°	55.44	46.55	29.38	55.04	32.25	-2.96	-6.80	-7.19	-9.64	-2.26	10.33	3.93
24.	D65/10°	51.20	45.10	22.13	50.24	26.14	-2.20	-7.64	-6.10	-9.58	-1.93	10.02	3.81
	A.../10°	57.74	45.66	33.86	56.84	36.56	-3.39	-7.16	-8.15	-10.64	-2.10	11.37	4.19
	F11/10°	55.36	46.24	28.98	54.57	32.07	-3.06	-7.11	-7.58	-10.11	-2.43	10.84	4.11
25.	D65/10°	51.49	45.03	21.99	50.08	26.03	-1.91	-7.72	-6.24	-9.72	-2.03	10.13	3.84
	A.../10°	58.03	45.60	33.69	56.69	36.45	-3.12	-7.21	-8.33	-10.80	-2.24	11.45	4.23
	F11/10°	55.64	46.20	28.82	54.45	31.95	-2.78	-7.16	-7.74	-10.23	-2.55	10.92	4.17

Tablica 6.6. Mjerenje sterilizacija rominjanje Vegeta plava

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dc*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	50.91	-23.34	-31.14	38.92	233.14	-1.52	1.70	2.27	-2.84	0.00	3.22	1.38
	A.../10°	45.04	-29.66	-42.64	51.94	235.18	-1.03	2.30	3.33	-4.04	-0.01	4.17	1.58
	F11/10°	45.64	-15.43	-38.88	41.83	248.36	-0.98	0.85	2.94	-3.05	-0.28	3.21	1.34
2.	D65/10°	50.84	-23.40	-31.05	38.88	233.00	-1.60	1.64	2.36	-2.88	-0.10	3.29	1.41
	A.../10°	44.97	-29.69	-42.54	51.88	235.09	-1.10	2.27	3.42	-4.10	-0.10	4.25	1.61
	F11/10°	45.59	-15.53	-38.75	41.74	248.16	-1.03	0.75	3.07	-3.14	-0.43	3.33	1.40
3.	D65/10°	50.48	-23.35	-31.22	38.99	233.21	-1.96	1.70	2.19	-2.77	0.05	3.39	1.46
	A.../10°	44.58	-29.67	-42.77	52.05	235.25	-1.48	2.29	3.19	-3.93	0.06	4.20	1.62
	F11/10°	45.20	-15.38	-38.95	41.88	248.45	-1.42	0.90	2.87	-3.00	-0.21	3.33	1.41
4.	D65/10°	50.91	-23.07	-30.98	38.62	233.33	-1.52	1.98	2.43	-3.13	0.13	3.49	1.50
	A.../10°	45.09	-29.22	-42.38	51.48	235.41	-0.97	2.74	3.59	-4.51	0.21	4.61	1.74
	F11/10°	45.67	-15.13	-38.65	41.51	248.62	-0.95	1.15	3.17	-3.37	-0.08	3.50	1.45
5.	D65/10°	50.68	-23.31	-30.93	38.73	233.00	-1.76	1.74	2.48	-3.03	-0.10	3.51	1.51
	A.../10°	44.83	-29.58	-42.37	51.67	235.07	-1.24	2.37	3.60	-4.31	-0.11	4.48	1.70
	F11/10°	45.49	-15.56	-38.53	41.55	248.01	-1.13	0.72	3.29	-3.33	-0.54	3.55	1.50
6.	D65/10°	50.44	-23.31	-31.03	38.81	233.08	-2.00	1.74	2.38	-2.95	-0.04	3.56	1.54
	A.../10°	44.57	-29.66	-42.50	51.83	235.09	-1.49	2.29	3.47	-4.15	-0.10	4.42	1.70
	F11/10°	45.20	-15.50	-38.70	41.69	248.17	-1.41	0.78	3.12	-3.19	-0.42	3.51	1.49
7.	D65/10°	49.96	-23.24	-31.67	39.28	233.73	-2.47	1.81	1.74	-2.48	0.41	3.52	1.55
	A.../10°	44.00	-29.63	-43.35	52.51	235.65	-2.06	2.33	2.61	-3.47	0.43	4.06	1.64
	F11/10°	44.53	-14.95	-39.61	42.34	249.32	-2.09	1.33	2.21	-2.54	0.45	3.32	1.47
8.	D65/10°	50.27	-23.30	-31.04	38.81	233.11	-2.17	1.75	2.37	-2.95	-0.02	3.66	1.58
	A.../10°	44.40	-29.59	-42.53	51.82	235.17	-1.66	2.36	3.43	-4.16	-0.02	4.48	1.74
	F11/10°	45.00	-15.35	-38.76	41.69	248.39	-1.62	0.93	3.06	-3.19	-0.25	3.59	1.53
9.	D65/10°	50.67	-23.16	-30.78	38.52	233.03	-1.77	1.88	2.64	-3.24	-0.08	3.69	1.59
	A.../10°	44.86	-29.37	-42.14	51.36	235.13	-1.20	2.59	3.82	-4.62	-0.06	4.77	1.81
	F11/10°	45.48	-15.39	-38.39	41.36	248.15	-1.14	0.89	3.43	-3.52	-0.43	3.73	1.56
10.	D65/10°	50.33	-23.11	-31.03	38.68	233.33	-2.11	1.94	2.39	-3.07	0.13	3.73	1.61
	A.../10°	44.48	-29.32	-42.47	51.61	235.38	-1.58	2.63	3.49	-4.37	0.18	4.65	1.79
	F11/10°	45.05	-15.12	-38.75	41.59	248.68	-1.57	1.16	3.08	-3.29	-0.03	3.64	1.54
11.	D65/10°	50.03	-23.28	-31.17	38.91	233.24	-2.40	1.76	2.24	-2.85	0.07	3.73	1.62
	A.../10°	44.14	-29.60	-42.71	51.97	235.27	-1.92	2.35	3.25	-4.01	0.08	4.45	1.75
	F11/10°	44.71	-15.25	-38.95	41.83	248.62	-1.90	1.03	2.87	-3.05	-0.09	3.60	1.55
12.	D65/10°	50.36	-22.86	-31.15	38.64	233.73	-2.07	2.18	2.26	-3.12	0.41	3.76	1.63
	A.../10°	44.53	-28.95	-42.60	51.50	235.81	-1.53	3.01	3.36	-4.48	0.57	4.77	1.84
	F11/10°	45.06	-14.75	-38.88	41.59	249.23	-1.55	1.53	2.94	-3.29	0.37	3.66	1.56
13.	D65/10°	50.32	-22.87	-30.93	38.46	233.52	-2.11	2.18	2.49	-3.30	0.26	3.92	1.69
	A.../10°	44.52	-28.98	-42.30	51.27	235.59	-1.55	2.98	3.67	-4.71	0.37	4.97	1.91
	F11/10°	45.07	-14.92	-38.60	41.38	248.87	-1.54	1.36	3.23	-3.50	0.10	3.83	1.61
14.	D65/10°	50.03	-22.98	-31.09	38.67	233.53	-2.41	2.06	2.32	-3.09	0.27	3.93	1.70
	A.../10°	44.18	-29.10	-42.57	51.56	235.64	-1.88	2.86	3.40	-4.42	0.42	4.82	1.88
	F11/10°	44.74	-14.92	-38.81	41.58	248.97	-1.88	1.36	3.01	-3.30	0.18	3.80	1.63
15.	D65/10°	49.99	-22.96	-31.07	38.64	233.54	-2.44	2.09	2.34	-3.12	0.28	3.97	1.73
	A.../10°	44.15	-29.08	-42.53	51.52	235.64	-1.91	2.88	3.43	-4.46	0.42	4.87	1.90
	F11/10°	44.72	-14.93	-38.75	41.53	248.93	-1.89	1.35	3.07	-3.35	0.15	3.85	1.65
16.	D65/10°	50.11	-22.78	-31.08	38.53	233.75	-2.33	2.26	2.34	-3.22	0.43	4.00	1.74
	A.../10°	44.29	-28.83	-42.50	51.35	235.85	-1.78	3.13	3.47	-4.63	0.62	5.00	1.94
	F11/10°	44.81	-14.68	-38.80	41.48	249.28	-1.81	1.60	3.03	-3.40	0.41	3.87	1.66
17.	D65/10°	50.34	-22.59	-30.97	38.33	233.89	-2.10	2.46	2.44	-3.43	0.52	4.05	1.76
	A.../10°	44.56	-28.54	-42.31	51.03	236.00	-1.50	3.42	3.65	-4.95	0.76	5.23	2.01
	F11/10°	45.09	-14.49	-38.62	41.25	249.43	-1.53	1.79	3.21	-3.63	0.53	3.98	1.69
18.	D65/10°	50.06	-22.67	-31.15	38.52	233.96	-2.37	2.38	2.27	-3.24	0.57	4.05	1.77
	A.../10°	44.25	-28.75	-42.55	51.36	235.95	-1.82	3.20	3.41	-4.63	0.71	5.02	1.96
	F11/10°	44.77	-14.59	-38.87	41.52	249.43	-1.85	1.69	2.95	-3.36	0.53	3.87	1.67
19.	D65/10°	49.92	-22.83	-31.08	38.56	233.71	-2.52	2.22	2.33	-3.20	0.39	4.09	1.78
	A.../10°	44.09	-28.89	-42.52	51.41	235.81	-1.97	3.06	3.44	-4.57	0.58	5.01	1.96
	F11/10°	44.60	-14.67	-38.84	41.51	249.31	-2.02	1.61	2.99	-3.36	0.44	3.95	1.70
20.	D65/10°	50.09	-22.74	-30.91	38.37	233.66	-2.35	2.31	2.50	-3.39	0.36	4.14	1.79
	A.../10°	44.30	-28.70	-42.28	51.10	235.83	-1.77	3.25	3.68	-4.88	0.60	5.22	2.02
	F11/10°	44.81	-14.63	-38.61	41.29	249.25	-1.81	1.65	3.21	-3.59	0.39	4.04	1.72
21.	D65/10°	49.93	-22.66	-31.07	38.46	233.89	-2.51	2.38	2.34	-3.30	0.52	4.18	1.82
	A.../10°	44.12	-28.68	-42.48	51.25	235.97	-1.95	3.27	3.49	-4.73	0.73	5.16	2.02
	F11/10°	44.64	-14.55	-38.77	41.41	249.43	-1.98	1.73	3.05	-3.47	0.53	4.03	1.74
22.	D65/10°	50.32	-22.45	-30.88	38.17	233.98	-2.12	2.60	2.54	-3.58	0.58	4.20	1.82
	A.../10°	44.57	-28.35	-42.15	50.80	236.08	-1.49	3.61	3.81	-5.18	0.83	5.46	2.10
	F11/10°	45.09	-14.41	-38.50	41.11	249.48	-1.53	1.87	3.32	-3.77	0.56	4.11	1.74
23.	D65/10°	50.08	-22.52	-30.91	38.24	233.93	-2.36	2.53	2.50	-3.52	0.54	4.27	1.86
	A.../10°	44.31	-28.44	-42.23	50.91	236.04	-1.75	3.52	3.74	-5.07	0.79	5.42	2.10
	F11/10°	44.81	-14.43	-38.56	41.17	249.49	-1.80	1.86	3.26	-3.70	0.57	4.16	1.78
24.	D65/10°	49.84	-22.52	-30.99	38.31	234.00	-2.60	2.52	2.42	-3.45	0.59	4.36	1.90
	A.../10°	44.06	-28.45	-42.36	51.02	236.11	-2.01	3.51	3.61	-4.96	0.86	5.42	2.12
	F11/10°	44.56	-14.39	-38.68	41.27	249.59	-2.06	1.89	3.14	-3.61	0.65	4.21	1.82
25.	D65/10°	47.98	-26.10	-33.74	42.66	232.27	-4.45	-1.06	-0.32	0.90	-0.64	4.59	2.07
	A.../10°	41.34	-34.72	-46.65	58.16	233.34	-4.72	-2.77	-0.69	2.18	-1.84	5.52	2.59
	F11/10°	41.97	-17.39	-42.64	46.05	247.82	-4.65	-1.11	-0.82	1.17	-0.73	4.85	2.31

6.3.4. Mjerenje nakon faze sterilizacije – zrak/para

Tablica 6.7. Mjerenje sterilizacija zrak/para Podravka crvena

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	49.86	47.79	25.11	53.99	27.71	-3.53	-4.94	-3.12	-5.83	-0.44	6.83	2.65
	A.../10°	56.85	47.84	37.62	60.86	38.18	-4.28	-4.97	-4.39	-6.63	-0.36	7.90	2.95
	F11/10°	54.33	48.57	32.52	58.45	33.80	-4.08	-4.79	-4.04	-6.23	-0.66	7.48	2.87
2.	D65/10°	50.05	47.63	24.91	53.75	27.61	-3.35	-5.11	-3.32	-6.07	-0.55	6.95	2.67
	A.../10°	57.01	47.73	37.37	60.62	38.06	-4.12	-5.08	-4.64	-6.87	-0.49	8.02	2.99
	F11/10°	54.49	48.45	32.26	58.21	33.66	-3.92	-4.90	-4.29	-6.47	-0.81	7.61	2.94
3.	D65/10°	50.16	47.39	24.52	53.36	27.35	-3.23	-5.35	-3.71	-6.46	-0.79	7.27	2.78
	A.../10°	57.08	47.54	36.91	60.19	37.83	-4.05	-5.27	-5.10	-7.30	-0.75	8.38	3.11
	F11/10°	54.58	48.23	31.82	57.78	33.42	-3.83	-5.13	-4.74	-6.90	-1.07	7.96	3.02
4.	D65/10°	50.03	47.49	24.39	53.39	27.19	-3.37	-5.25	-3.83	-6.43	-0.96	7.32	2.83
	A.../10°	56.95	47.59	36.82	60.17	37.73	-4.18	-5.22	-5.19	-7.31	-0.86	8.47	3.15
	F11/10°	54.44	48.34	31.68	57.79	33.24	-3.97	-5.02	-4.88	-6.89	-1.26	8.05	3.09
5.	D65/10°	50.13	47.38	24.36	53.28	27.21	-3.27	-5.36	-3.86	-6.54	-0.93	7.37	2.83
	A.../10°	57.04	47.51	36.75	60.07	37.73	-4.09	-5.30	-5.26	-7.42	-0.86	8.51	3.17
	F11/10°	54.54	48.22	31.66	57.68	33.29	-3.87	-5.14	-4.90	-7.00	-1.20	8.09	3.11
6.	D65/10°	50.41	47.14	24.19	52.98	27.17	-2.99	-5.60	-4.04	-6.83	-0.97	7.52	2.87
	A.../10°	57.28	47.33	36.51	59.78	37.65	-3.85	-5.48	-5.50	-7.71	-0.95	8.67	3.21
	F11/10°	54.79	48.02	31.45	57.40	33.22	-3.62	-5.33	-5.11	-7.28	-1.28	8.23	3.11
7.	D65/10°	50.35	47.11	24.23	52.97	27.22	-3.05	-5.63	-4.00	-6.85	-0.92	7.55	2.88
	A.../10°	57.22	47.30	36.54	59.77	37.69	-3.91	-5.51	-5.47	-7.71	-0.91	8.69	3.22
	F11/10°	54.74	47.98	31.49	57.39	33.27	-3.67	-5.37	-5.07	-7.29	-1.22	8.25	3.15
8.	D65/10°	50.40	47.09	24.11	52.90	27.12	-3.00	-5.65	-4.11	-6.91	-1.02	7.60	2.90
	A.../10°	57.26	47.29	36.42	59.69	37.60	-3.87	-5.52	-5.59	-7.79	-1.00	8.76	3.23
	F11/10°	54.78	47.97	31.37	57.32	33.18	-3.63	-5.39	-5.19	-7.36	-1.31	8.31	3.16
9.	D65/10°	50.31	47.12	24.12	52.93	27.10	-3.08	-5.62	-4.11	-6.88	-1.04	7.61	2.91
	A.../10°	57.18	47.31	36.43	59.71	37.60	-3.94	-5.50	-5.58	-7.77	-1.00	8.77	3.25
	F11/10°	54.70	47.99	31.36	57.33	33.16	-3.71	-5.36	-5.20	-7.35	-1.34	8.34	3.19
10.	D65/10°	50.21	47.21	24.10	53.00	27.05	-3.18	-5.53	-4.13	-6.81	-1.09	7.60	2.92
	A.../10°	57.09	47.38	36.44	59.77	37.57	-4.03	-5.44	-5.57	-7.72	-1.04	8.77	3.27
	F11/10°	54.60	48.09	31.35	57.41	33.10	-3.81	-5.26	-5.21	-7.27	-1.40	8.33	3.20
11.	D65/10°	50.37	47.03	24.09	52.84	27.12	-3.03	-5.71	-4.14	-6.98	-1.02	7.67	2.93
	A.../10°	57.22	47.24	36.37	59.62	37.59	-3.90	-5.57	-5.64	-7.86	-1.01	8.83	3.27
	F11/10°	54.75	47.92	31.34	57.26	33.18	-3.66	-5.44	-5.22	-7.42	-1.31	8.38	3.20
12.	D65/10°	50.39	47.10	24.00	52.86	27.00	-3.00	-5.64	-4.23	-6.96	-1.13	7.66	2.94
	A.../10°	57.25	47.29	36.30	59.62	37.51	-3.87	-5.52	-5.71	-7.86	-1.10	8.84	3.28
	F11/10°	54.79	47.97	31.26	57.25	33.09	-3.63	-5.39	-5.30	-7.43	-1.41	8.38	3.22
13.	D65/10°	50.28	47.13	24.06	52.92	27.04	-3.12	-5.61	-4.17	-6.90	-1.09	7.65	2.94
	A.../10°	57.14	47.32	36.38	59.68	37.55	-3.98	-5.50	-5.64	-7.80	-1.05	8.82	3.28
	F11/10°	54.66	48.02	31.29	57.32	33.09	-3.76	-5.33	-5.27	-7.36	-1.42	8.38	3.23
14.	D65/10°	50.43	47.03	24.00	52.81	27.05	-3.01	-5.70	-4.21	-7.00	-1.10	7.69	2.97
	A.../10°	57.23	47.22	36.31	59.60	37.55	-3.88	-5.57	-5.70	-7.90	-1.07	8.87	3.30
	F11/10°	54.76	47.89	31.26	57.21	33.13	-3.64	-5.45	-5.30	-7.48	-1.37	8.43	3.18
15.	D65/10°	50.44	46.92	23.98	52.69	27.06	-2.96	-5.81	-4.25	-7.12	-1.07	7.79	2.97
	A.../10°	57.28	47.17	36.23	59.48	37.53	-3.85	-5.65	-5.78	-8.01	-1.07	8.95	3.31
	F11/10°	54.81	47.83	31.19	57.10	33.11	-3.61	-5.53	-5.36	-7.58	-1.38	8.50	3.20
16.	D65/10°	50.25	47.14	23.94	52.87	26.93	-3.15	-5.60	-4.28	-6.95	-1.21	7.72	2.98
	A.../10°	57.11	47.32	36.26	59.61	37.46	-4.01	-5.50	-5.75	-7.87	-1.15	8.91	3.33
	F11/10°	54.62	48.04	31.17	57.26	32.98	-3.79	-5.32	-5.39	-7.42	-1.53	8.47	3.28
17.	D65/10°	50.46	46.82	23.71	52.48	26.86	-2.93	-5.91	-4.52	-7.33	-1.27	8.00	3.12
	A.../10°	57.28	47.07	35.94	59.22	37.36	-3.85	-5.74	-6.08	-8.26	-1.26	9.20	3.55
	F11/10°	54.81	47.75	30.90	56.87	32.91	-3.60	-5.61	-5.66	-7.81	-1.60	8.74	3.46
18.	D65/10°	50.74	46.48	23.38	52.01	26.69	-2.65	-6.25	-4.90	-7.79	-1.45	8.37	3.26
	A.../10°	57.51	46.82	35.48	58.74	37.14	-3.61	-6.02	-6.53	-8.75	-1.47	9.58	3.61
	F11/10°	55.10	47.45	30.49	56.39	32.71	-3.35	-5.91	-6.06	-8.29	-1.81	9.12	3.54
19.	D65/10°	50.82	46.46	23.14	51.90	26.48	-2.58	-6.28	-5.09	-7.91	-1.63	8.48	3.31
	A.../10°	57.57	46.78	35.26	58.58	37.01	-3.56	-6.04	-6.75	-8.91	-1.64	9.73	3.65
	F11/10°	55.12	47.43	30.25	56.25	32.53	-3.29	-5.93	-6.31	-8.43	-1.99	9.26	3.59
20.	D65/10°	50.71	46.31	23.24	51.81	26.65	-2.68	-6.43	-4.99	-8.00	-1.46	8.57	3.34
	A.../10°	57.45	46.66	35.31	58.52	37.12	-3.68	-6.15	-6.70	-8.97	-1.52	9.81	3.69
	F11/10°	55.01	47.30	30.33	56.19	32.67	-3.41	-6.05	-6.23	-8.49	-1.84	9.33	3.61
21.	D65/10°	50.97	45.69	22.63	50.98	26.35	-2.43	-7.05	-5.60	-8.83	-1.75	9.33	3.59
	A.../10°	57.60	46.14	34.51	57.62	36.80	-3.52	-6.67	-7.50	-9.86	-1.86	10.64	3.94
	F11/10°	55.20	46.75	29.63	55.35	32.36	-3.21	-6.60	-6.93	-9.33	-2.15	10.10	3.87
22.	D65/10°	51.01	45.57	22.55	50.84	26.33	-2.39	-7.17	-5.68	-8.97	-1.76	9.45	3.66
	A.../10°	57.62	46.06	34.40	57.49	36.76	-3.51	-6.75	-7.61	-9.99	-1.90	10.76	4.02
	F11/10°	55.23	46.66	29.52	55.21	32.32	-3.19	-6.70	-7.04	-9.47	-2.19	10.23	3.94
23.	D65/10°	51.23	45.46	22.43	50.69	26.26	-2.16	-7.28	-5.80	-9.13	-1.82	9.55	3.67
	A.../10°	57.83	45.98	34.25	57.34	36.69	-3.29	-6.83	-7.76	-10.15	-1.97	10.85	4.03
	F11/10°	55.44	46.55	29.37	55.04	32.25	-2.97	-6.80	-7.19	-9.63	-2.26	10.33	3.91
24.	D65/10°	51.18	45.50	22.37	50.70	26.18	-2.21	-7.24	-5.86	-9.12	-1.90	9.57	3.69
	A.../10°	57.78	46.02	34.20	57.34	36.62	-3.34	-6.79	-7.81	-10.15	-2.05	10.88	4.06
	F11/10°	55.39	46.60	29.31	55.05	32.17	-3.02	-6.75	-7.24	-9.62	-2.34	10.36	3.99
25.	D65/10°	51.49	45.01	21.99	50.10	26.03	-1.91	-7.72	-6.24	-9.72	-2.03	10.11	3.90
	A.../10°	58.02	45.60	33.68	56.69	36.45	-3.11	-7.21	-8.33	-10.80	-2.22	11.45	4.28
	F11/10°	55.64	46.20	28.82	54.45	31.95	-2.78	-7.16	-7.74	-10.23	-2.55	10.90	4.21

Tablica 6.8. Mjerenje sterilizacija zrak/para Vegeta plava

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti					Tolerancije i razlika						
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65/10°	50.70	-23.43	-31.29	39.09	233.17	-1.73	1.62	2.13	-2.67	0.02	3.18	1.37
	A.../10°	44.79	-29.81	-42.86	52.20	235.18	-1.27	2.15	3.11	-3.78	-0.01	3.99	1.53
	F11/10°	45.40	-15.45	-39.06	42.00	248.41	-1.22	0.83	2.77	-2.88	-0.24	3.14	1.32
2.	D65/10°	49.87	-23.88	-31.55	39.57	232.88	-2.56	1.17	1.86	-2.19	-0.19	3.38	1.48
	A.../10°	43.85	-30.54	-43.32	53.00	234.81	-2.21	1.41	2.65	-2.98	-0.36	3.73	1.54
	F11/10°	44.48	-15.81	-39.46	42.51	248.17	-2.13	0.47	2.36	-2.37	-0.43	3.22	1.43
3.	D65/10°	49.97	-23.45	-31.56	39.32	233.39	-2.47	1.60	1.85	-2.44	0.18	3.47	1.52
	A.../10°	44.00	-29.83	-43.27	52.56	235.42	-2.06	2.12	2.70	-3.42	0.21	4.00	1.61
	F11/10°	44.52	-15.16	-39.53	42.34	249.02	-2.10	1.12	2.29	-2.54	0.22	3.30	1.45
4.	D65/10°	50.19	-23.23	-31.29	38.97	233.41	-2.25	1.81	2.12	-2.78	0.18	3.58	1.55
	A.../10°	44.29	-29.57	-42.85	52.06	235.39	-1.78	2.39	3.12	-3.92	0.19	4.31	1.69
	F11/10°	44.85	-15.15	-39.10	41.94	248.82	-1.77	1.13	2.72	-2.94	0.07	3.44	1.47
5.	D65/10°	50.14	-23.01	-31.41	38.93	233.77	-2.30	2.04	2.01	-2.83	0.44	3.67	1.60
	A.../10°	44.24	-29.23	-42.96	51.96	235.77	-1.82	2.73	3.00	-4.02	0.54	4.44	1.75
	F11/10°	44.75	-14.76	-39.27	41.95	249.40	-1.87	1.52	2.55	-2.92	0.51	3.51	1.53
6.	D65/10°	50.25	-23.26	-31.00	38.75	233.12	-2.19	1.79	2.42	-3.01	-0.02	3.72	1.61
	A.../10°	44.39	-29.51	-42.47	51.72	235.21	-1.68	2.45	3.49	-4.26	0.01	4.58	1.77
	F11/10°	44.98	-15.31	-38.70	41.62	248.41	-1.64	0.97	3.12	-3.26	-0.24	3.66	1.56
7.	D65/10°	50.34	-22.99	-31.10	38.68	233.53	-2.09	2.05	2.31	-3.08	0.27	3.73	1.61
	A.../10°	44.50	-29.08	-42.57	51.55	235.66	-1.57	2.88	3.40	-4.43	0.44	4.72	1.82
	F11/10°	45.04	-14.87	-38.83	41.58	249.05	-1.57	1.41	2.99	-3.30	0.24	3.66	1.55
8.	D65/10°	49.91	-23.33	-31.29	39.03	233.28	-2.52	1.71	2.13	-2.73	0.10	3.72	1.62
	A.../10°	44.00	-29.63	-42.89	52.13	235.36	-2.07	2.32	3.08	-3.85	0.15	4.37	1.74
	F11/10°	44.55	-15.17	-39.13	41.97	248.81	-2.07	1.11	2.69	-2.91	0.06	3.57	1.55
9.	D65/10°	50.15	-22.90	-31.23	38.73	233.74	-2.28	2.14	2.19	-3.03	0.42	3.82	1.66
	A.../10°	44.30	-29.04	-42.70	51.64	235.78	-1.76	2.91	3.26	-4.34	0.55	4.72	1.84
	F11/10°	44.85	-14.83	-38.97	41.69	249.17	-1.77	1.45	2.85	-3.18	0.33	3.66	1.57
10.	D65/10°	50.16	-22.86	-31.23	38.70	233.80	-2.27	2.19	2.18	-3.06	0.46	3.84	1.67
	A.../10°	44.32	-28.95	-42.71	51.60	235.87	-1.75	3.00	3.26	-4.38	0.63	4.76	1.86
	F11/10°	44.82	-14.64	-39.02	41.68	249.43	-1.79	1.64	2.80	-3.20	0.53	3.71	1.60
11.	D65/10°	50.30	-22.74	-31.21	38.62	233.92	-2.13	2.30	2.20	-3.14	0.54	3.84	1.67
	A.../10°	44.47	-28.78	-42.65	51.45	235.99	-1.59	3.18	3.31	-4.53	0.75	4.86	1.89
	F11/10°	45.00	-14.59	-38.95	41.59	249.46	-1.62	1.69	2.88	-3.29	0.55	3.71	1.59
12.	D65/10°	49.86	-23.07	-31.29	38.88	233.60	-2.58	1.98	2.12	-2.88	0.32	3.88	1.69
	A.../10°	43.97	-29.28	-42.85	51.90	235.65	-2.09	2.67	3.12	-4.08	0.43	4.61	1.83
	F11/10°	44.48	-14.88	-39.15	41.88	249.19	-2.14	1.40	2.68	-3.00	0.35	3.70	1.61
13.	D65/10°	49.94	-23.13	-31.14	38.80	233.40	-2.50	1.91	2.27	-2.96	0.18	3.88	1.69
	A.../10°	44.06	-29.32	-42.66	51.77	235.50	-2.00	2.63	3.30	-4.21	0.29	4.67	1.84
	F11/10°	44.60	-15.00	-38.93	41.72	248.93	-2.01	1.28	2.89	-3.16	0.15	3.75	1.61
14.	D65/10°	50.10	-22.76	-31.26	38.67	233.94	-2.33	2.28	2.15	-3.09	0.56	3.91	1.71
	A.../10°	44.26	-28.83	-42.73	51.55	235.99	-1.80	3.12	3.23	-4.43	0.75	4.84	1.90
	F11/10°	44.74	-14.53	-39.07	41.69	249.61	-1.87	1.75	2.75	-3.19	0.66	3.76	1.64
15.	D65/10°	50.19	-22.87	-30.99	38.51	233.58	-2.25	2.18	2.42	-3.25	0.30	3.96	1.71
	A.../10°	44.37	-28.90	-42.40	51.31	235.72	-1.69	3.05	3.57	-4.67	0.49	4.99	1.93
	F11/10°	44.90	-14.76	-38.71	41.43	249.13	-1.72	1.52	3.11	-3.45	0.30	3.87	1.65
16.	D65/10°	50.20	-22.79	-31.03	38.50	233.71	-2.24	2.26	2.38	-3.26	0.39	3.97	1.72
	A.../10°	44.38	-28.80	-42.44	51.28	235.84	-1.68	3.16	3.53	-4.70	0.61	5.02	1.94
	F11/10°	44.94	-14.70	-38.69	41.39	249.20	-1.68	1.58	3.13	-3.49	0.35	3.89	1.65
17.	D65/10°	50.06	-22.90	-30.98	38.53	233.53	-2.37	2.14	2.43	-3.23	0.27	4.01	1.74
	A.../10°	44.24	-28.94	-42.41	51.34	235.69	-1.82	3.02	3.55	-4.64	0.47	5.00	1.94
	F11/10°	44.78	-14.82	-38.69	41.43	249.04	-1.84	1.46	3.13	-3.45	0.24	3.91	1.67
18.	D65/10°	50.23	-22.77	-30.94	38.42	233.65	-2.21	2.28	2.47	-3.34	0.35	4.02	1.74
	A.../10°	44.43	-28.80	-42.31	51.18	235.76	-1.63	3.16	3.66	-4.80	0.53	5.10	1.96
	F11/10°	45.00	-14.77	-38.56	41.29	249.05	-1.62	1.51	3.26	-3.59	0.24	3.94	1.67
19.	D65/10°	50.01	-22.77	-31.11	38.55	233.80	-2.43	2.28	2.30	-3.21	0.46	4.05	1.76
	A.../10°	44.18	-28.84	-42.54	51.39	235.87	-1.88	3.12	3.42	-4.59	0.63	5.00	1.95
	F11/10°	44.70	-14.63	-38.85	41.52	249.36	-1.92	1.65	2.97	-3.36	0.48	3.90	1.68
20.	D65/10°	50.00	-22.81	-30.92	38.42	233.58	-2.43	2.24	2.50	-3.34	0.30	4.14	1.79
	A.../10°	44.20	-28.81	-42.31	51.19	235.75	-1.86	3.15	3.66	-4.79	0.52	5.17	2.01
	F11/10°	44.74	-14.73	-38.59	41.31	249.10	-1.88	1.55	3.23	-3.57	0.28	4.05	1.73
21.	D65/10°	48.47	-24.85	-32.72	41.08	232.78	-3.97	0.20	0.70	-0.68	-0.26	4.03	1.81
	A.../10°	42.14	-32.25	-45.10	55.45	234.43	-3.93	-0.30	0.87	-0.54	-0.74	4.03	1.94
	F11/10°	42.71	-16.21	-41.18	44.25	248.51	-3.91	0.07	0.65	-0.63	-0.17	3.97	1.89
22.	D65/10°	49.94	-22.67	-31.07	38.46	233.89	-2.49	2.38	2.34	-3.30	0.52	4.17	1.82
	A.../10°	44.13	-28.69	-42.47	51.25	235.96	-1.93	3.26	3.50	-4.73	0.71	5.16	2.02
	F11/10°	44.67	-14.57	-38.75	41.40	249.40	-1.95	1.71	3.07	-3.48	0.50	4.02	1.73
23.	D65/10°	50.09	-22.60	-30.93	38.31	233.84	-2.34	2.45	2.49	-3.45	0.49	4.20	1.82
	A.../10°	44.31	-28.49	-42.28	50.99	236.02	-1.75	3.46	3.68	-4.99	0.77	5.35	2.07
	F11/10°	44.82	-14.47	-38.59	41.22	249.44	-1.80	1.81	3.23	-3.66	0.54	4.11	1.76
24.	D65/10°	49.86	-22.65	-31.02	38.41	233.87	-2.57	2.40	2.39	-3.35	0.50	4.25	1.85
	A.../10°	44.06	-28.60	-42.42	51.16	236.01	-2.00	3.36	3.54	-4.82	0.77	5.27	2.07
	F11/10°	44.56	-14.45	-38.74	41.34	249.54	-2.06	1.83	3.09	-3.54	0.61	4.14	1.79
25.	D65/10°	49.93	-22.40	-30.86	38.13	234.02	-2.51	2.64	2.56	-3.63	0.61	4.45	1.94
	A.../10°	44.18	-28.29	-42.14	50.76	236.12	-1.88	3.66	3.82	-5.22	0.87	5.62	2.18
	F11/10°	44.69	-14.31	-38.49	41.07	249.60	-1.93	1.97	3.33	-3.81	0.66	4.32	1.86

6.3.5. Mjerenje nakon obrade visokim hidrostatskim tlakom

Tablica 6.9. Mjerenje obrada visokim hidrostatskim tlakom Podravka crvena

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti						Tolerancije i razlika					
		L*	a*	b*	C*	h*	dL*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65./10°	48.73	49.99	27.35	56.98	28.68	-4.66	-2.75	-0.88	-2.84	0.53	5.48	2.34
	A../10°	56.07	49.64	40.48	64.06	39.20	-5.06	-3.17	-1.53	-3.43	0.80	6.16	2.47
	F11./10°	53.48	50.51	35.22	61.57	34.89	-4.93	-2.85	-1.34	-3.10	0.52	5.85	2.38
2.	D65./10°	48.73	49.99	27.35	56.98	28.68	-4.66	-2.75	-0.88	-2.84	0.53	5.48	2.34
	A../10°	56.07	49.64	40.48	64.06	39.20	-5.06	-3.17	-1.53	-3.43	0.80	6.16	2.47
	F11./10°	53.48	50.51	35.22	61.57	34.89	-4.93	-2.85	-1.34	-3.10	0.52	5.85	2.38
3.	D65./10°	48.64	50.06	27.09	56.92	28.42	-4.76	-2.68	-1.13	-2.89	0.27	5.58	2.36
	A../10°	55.97	49.67	40.26	63.93	39.03	-5.15	-3.14	-1.75	-3.55	0.60	6.29	2.50
	F11./10°	53.39	50.57	34.96	61.47	34.66	-5.02	-2.79	-1.60	-3.20	0.27	5.96	2.41
4.	D65./10°	48.50	50.62	28.22	57.96	29.14	-4.89	-2.11	0.00	-1.86	1.01	5.33	2.37
	A../10°	55.95	50.13	41.55	65.11	39.65	-5.18	-2.68	-0.46	-2.37	1.33	5.85	2.49
	F11./10°	53.32	51.08	36.22	62.62	35.34	-5.09	-2.27	-0.34	-2.06	1.02	5.59	2.38
5.	D65./10°	48.26	50.85	27.54	57.83	28.43	-5.14	-1.88	-0.69	-1.99	0.28	5.52	2.40
	A../10°	55.71	50.26	40.94	64.82	39.16	-5.42	-2.55	-1.08	-2.66	0.76	6.09	2.49
	F11./10°	53.08	51.26	35.51	62.36	34.71	-5.33	-2.09	-1.05	-2.32	0.32	5.82	2.41
6.	D65./10°	48.26	50.85	27.54	57.83	28.43	-5.14	-1.88	-0.69	-1.99	0.28	5.52	2.40
	A../10°	55.71	50.26	40.94	64.82	39.16	-5.42	-2.55	-1.08	-2.66	0.76	6.09	2.49
	F11./10°	53.08	51.26	35.51	62.36	34.71	-5.33	-2.09	-1.05	-2.32	0.32	5.82	2.41
7.	D65./10°	48.16	51.19	27.15	57.95	27.94	-5.23	-1.54	-1.08	-1.87	-0.22	5.56	2.42
	A../10°	55.64	50.52	40.65	64.84	38.82	-5.48	-2.29	-1.37	-2.64	0.36	6.10	2.46
	F11./10°	53.00	51.59	35.12	62.41	34.24	-5.41	-1.76	-1.44	-2.27	-0.19	5.87	2.43
8.	D65./10°	48.16	50.98	27.47	57.91	28.32	-5.24	-1.75	-0.75	-1.90	0.17	5.58	2.43
	A../10°	55.62	50.36	40.91	64.88	39.09	-5.50	-2.45	-1.10	-2.60	0.68	6.13	2.50
	F11./10°	52.99	51.38	35.46	62.42	34.61	-5.42	-1.98	-1.10	-2.25	0.21	5.88	2.44
9.	D65./10°	48.38	50.25	27.25	57.16	28.47	-5.02	-2.49	-0.98	-2.65	0.32	5.68	2.43
	A../10°	55.75	49.81	40.47	64.18	39.09	-5.38	-3.00	-1.54	-3.31	0.68	6.35	2.55
	F11./10°	53.15	50.73	35.14	61.71	34.71	-5.26	-2.62	-1.42	-2.97	0.32	6.05	2.47
10.	D65./10°	48.24	50.50	27.46	57.49	28.54	-5.15	-2.24	-0.77	-2.33	0.39	5.67	2.45
	A../10°	55.65	50.00	40.75	64.50	39.18	-5.48	-2.81	-1.26	-2.98	0.79	6.29	2.56
	F11./10°	53.04	50.93	35.41	62.03	34.81	-5.37	-2.43	-1.15	-2.65	0.43	6.00	2.48
11.	D65./10°	48.24	50.50	27.46	57.49	28.54	-5.15	-2.24	-0.77	-2.33	0.39	5.67	2.45
	A../10°	55.65	50.00	40.75	64.50	39.18	-5.48	-2.81	-1.26	-2.98	0.79	6.29	2.56
	F11./10°	53.04	50.93	35.41	62.03	34.81	-5.37	-2.43	-1.15	-2.65	0.43	6.00	2.48
12.	D65./10°	47.98	51.28	27.72	58.29	28.39	-5.41	-1.45	-0.51	-1.52	0.24	5.63	2.47
	A../10°	55.49	50.58	41.25	65.27	39.20	-5.63	-2.23	-0.76	-2.21	0.80	6.11	2.53
	F11./10°	52.85	51.63	35.74	62.79	34.69	-5.57	-1.73	-0.82	-1.89	0.31	5.89	2.46
13.	D65./10°	48.45	50.75	26.18	57.11	27.28	-4.95	-1.98	-2.05	-2.71	-0.89	5.71	2.47
	A../10°	55.84	50.18	39.52	63.87	38.22	-5.28	-2.63	-2.49	-3.61	-0.32	6.41	2.53
	F11./10°	53.23	51.25	34.04	61.52	33.59	-5.18	-2.10	-2.52	-3.15	-0.92	6.13	2.54
14.	D65./10°	48.45	50.75	26.18	57.11	27.28	-4.95	-1.98	-2.05	-2.71	-0.89	5.71	2.47
	A../10°	55.84	50.18	39.52	63.87	38.22	-5.28	-2.63	-2.49	-3.61	-0.32	6.41	2.53
	F11./10°	53.23	51.25	34.04	61.52	33.59	-5.18	-2.10	-2.52	-3.15	-0.92	6.13	2.54
15.	D65./10°	47.90	51.70	27.98	58.78	28.42	-5.50	-1.04	-0.25	-1.03	0.28	5.60	2.48
	A../10°	55.47	50.90	41.65	65.77	39.29	-5.66	-1.91	-0.36	-1.72	0.92	5.99	2.51
	F11./10°	52.79	51.99	36.06	63.27	34.75	-5.62	-1.37	-0.49	-1.40	0.37	5.80	2.45
16.	D65./10°	47.90	51.70	27.98	58.78	28.42	-5.50	-1.04	-0.25	-1.03	0.28	5.60	2.48
	A../10°	55.47	50.90	41.65	65.77	39.29	-5.66	-1.91	-0.36	-1.72	0.92	5.99	2.51
	F11./10°	52.79	51.99	36.06	63.27	34.75	-5.62	-1.37	-0.49	-1.40	0.37	5.80	2.45
17.	D65./10°	47.92	51.65	27.04	58.30	27.64	-5.48	-1.09	-1.18	-1.52	-0.54	5.71	2.52
	A../10°	55.45	50.83	40.68	65.10	38.67	-5.68	-1.99	-1.33	-2.38	0.20	6.16	2.50
	F11./10°	52.79	51.97	35.05	62.68	34.00	-5.62	-1.39	-1.51	-2.00	-0.47	5.99	2.51
18.	D65./10°	47.92	51.65	27.04	58.30	27.64	-5.48	-1.09	-1.18	-1.52	-0.54	5.71	2.52
	A../10°	55.45	50.83	40.68	65.10	38.67	-5.68	-1.99	-1.33	-2.38	0.20	6.16	2.50
	F11./10°	52.79	51.97	35.05	62.68	34.00	-5.62	-1.39	-1.51	-2.00	-0.47	5.99	2.51
19.	D65./10°	47.94	51.19	28.40	58.54	29.02	-5.45	-1.55	0.17	-1.28	0.89	5.67	2.53
	A../10°	55.46	50.54	41.91	65.65	39.67	-5.66	-2.28	-0.11	-1.83	1.35	6.10	2.62
	F11./10°	52.82	51.50	36.48	63.11	35.31	-5.59	-1.85	-0.08	-1.57	0.99	5.89	2.53
20.	D65./10°	47.74	51.75	27.99	58.83	28.41	-5.66	-0.99	-0.24	-0.98	0.26	5.75	2.54
	A../10°	55.31	50.92	41.68	65.80	39.30	-5.81	-1.89	-0.33	-1.68	0.93	6.12	2.57
	F11./10°	52.64	52.01	36.09	63.30	34.75	-5.77	-1.34	-0.47	-1.37	0.37	5.94	2.51
21.	D65./10°	48.19	50.99	26.18	57.32	27.17	-5.20	-1.75	-2.05	-2.50	-1.00	5.86	2.57
	A../10°	55.62	50.35	39.59	64.05	38.18	-5.51	-2.47	-2.42	-3.43	-0.37	6.50	2.58
	F11./10°	52.99	51.45	34.05	61.70	33.50	-5.42	-1.91	-2.51	-2.98	-1.01	6.27	2.62
22.	D65./10°	47.76	51.64	28.53	59.00	28.93	-5.64	-1.10	0.31	-0.82	0.80	5.75	2.57
	A../10°	55.34	50.87	42.18	66.08	39.67	-5.79	-1.94	0.17	-1.40	1.36	6.11	2.64
	F11./10°	52.68	51.89	36.66	63.54	35.24	-5.73	-1.46	0.11	-1.14	0.92	5.92	2.55
23.	D65./10°	47.90	51.42	29.08	59.08	29.49	-5.50	-1.32	0.86	-0.74	1.39	5.72	2.62
	A../10°	55.47	50.72	42.66	66.28	40.07	-5.66	-2.10	0.65	-1.21	1.83	6.07	2.73
	F11./10°	52.81	51.72	37.22	63.71	35.74	-5.61	-1.64	0.66	-0.96	1.48	5.88	2.61
24.	D65./10°	47.36	52.44	30.00	60.41	29.78	-6.03	-0.30	1.77	0.60	1.70	6.30	2.92
	A../10°	55.09	51.46	43.92	67.65	40.48	-6.04	-1.35	1.90	0.17	2.33	6.47	3.02
	F11./10°	52.38	52.53	38.30	65.01	36.10	-6.03	-0.83	1.74	0.33	1.90	6.33	2.88

Tablica 6.10. Mjerenje obrada visokim hidrostatskim tlakom Vegeta Plava

Broj uzor.	Izvor svjetla	Izmjerene vrijednosti						Tolerancije i razlika					
		I*	a*	b*	C*	h*	dI*	da*	db*	dC*	dh*	DEab*	CMC2:1
1.	D65./10°	48.93	-25.99	-33.73	42.58	232.38	-3.50	-0.94	-0.32	0.83	-0.56	3.64	1.64
	A.../10°	42.33	-34.55	-46.56	57.98	233.42	-3.73	-2.60	-0.59	2.00	-1.76	4.59	2.15
	F11./10°	43.02	-17.51	-42.50	45.97	247.61	-3.60	-1.23	-0.68	1.09	-0.89	3.86	1.85
2.	D65./10°	49.03	-26.75	-33.64	42.98	231.51	-3.41	-1.70	-0.23	1.22	-1.21	3.82	1.77
	A.../10°	42.35	-35.87	-46.55	58.77	232.38	-3.71	-3.92	-0.59	2.79	-2.81	5.43	2.53
	F11./10°	43.17	-18.64	-42.36	46.28	246.25	-3.45	-2.36	-0.54	1.40	-1.97	4.21	2.12
3.	D65./10°	48.49	-24.93	-33.02	41.37	232.95	-3.95	0.12	0.39	-0.39	-0.14	3.97	1.78
	A.../10°	42.10	-32.70	-45.48	56.01	234.28	-3.96	-0.74	0.49	0.03	-0.89	4.06	1.96
	F11./10°	42.70	-16.38	-41.55	44.66	248.48	-3.92	-0.10	0.27	-0.22	-0.20	3.93	1.88
4.	D65./10°	48.40	-25.10	-33.37	41.76	233.05	-4.04	-0.05	0.04	0.00	-0.07	4.04	1.81
	A.../10°	41.94	-33.04	-45.97	56.61	234.29	-4.13	-1.08	0.00	0.63	-0.88	4.27	2.05
	F11./10°	42.51	-16.43	-42.05	45.14	248.66	-4.11	-0.15	-0.23	0.26	-0.05	4.12	1.96
5.	D65./10°	48.38	-25.31	-33.50	41.98	232.92	-4.05	-0.26	-0.08	0.22	-0.16	4.06	1.82
	A.../10°	41.88	-33.50	-46.15	57.02	234.02	-4.19	-1.54	-0.18	1.04	-1.15	4.46	2.13
	F11./10°	42.49	-16.74	-42.20	45.40	248.36	-4.12	-0.46	-0.38	0.52	-0.29	4.17	1.99
6.	D65./10°	48.39	-25.51	-33.61	42.19	232.80	-4.05	-0.46	-0.20	0.43	-0.25	4.08	1.83
	A.../10°	41.84	-33.82	-46.34	57.37	233.88	-4.22	-1.86	-0.38	1.39	-1.30	4.63	2.20
	F11./10°	42.46	-16.89	-42.37	45.61	248.26	-4.16	-0.61	-0.55	0.73	-0.37	4.24	2.02
7.	D65./10°	48.52	-26.01	-33.66	42.54	232.30	-3.92	-0.97	-0.25	0.78	-0.62	4.05	1.83
	A.../10°	41.91	-34.65	-46.50	57.99	233.30	-4.16	-2.70	-0.54	2.01	-1.88	4.98	2.35
	F11./10°	42.59	-17.49	-42.42	45.89	247.59	-4.03	-1.21	-0.60	1.01	-0.90	4.25	2.04
8.	D65./10°	48.31	-25.16	-33.31	41.74	232.94	-4.13	-0.11	0.10	-0.01	-0.15	4.13	1.85
	A.../10°	41.85	-33.16	-45.88	56.62	234.14	-4.21	-1.21	0.08	0.63	-1.03	4.38	2.11
	F11./10°	42.46	-16.59	-41.96	45.12	248.42	-4.16	-0.31	-0.14	0.24	-0.24	4.17	1.99
9.	D65./10°	48.22	-25.16	-33.41	41.83	233.02	-4.22	-0.12	0.00	0.07	-0.09	4.22	1.89
	A.../10°	41.74	-33.26	-46.03	56.79	234.15	-4.32	-1.31	-0.06	0.81	-1.03	4.52	2.17
	F11./10°	42.32	-16.55	-42.12	45.25	248.55	-4.29	-0.27	-0.29	0.37	-0.14	4.31	2.06
10.	D65./10°	48.18	-25.43	-33.24	41.85	232.58	-4.26	-0.38	0.18	0.09	-0.41	4.28	1.92
	A.../10°	41.69	-33.59	-45.87	56.85	233.78	-4.37	-1.64	0.10	0.87	-1.39	4.67	2.24
	F11./10°	42.33	-16.89	-41.87	45.15	248.04	-4.29	-0.60	-0.05	0.27	-0.54	4.33	2.08
11.	D65./10°	48.13	-25.10	-33.23	41.65	232.93	-4.30	-0.06	0.18	-0.11	-0.16	4.31	1.93
	A.../10°	41.69	-33.12	-45.79	56.51	234.13	-4.38	-1.16	0.17	0.53	-1.05	4.53	2.18
	F11./10°	42.28	-16.53	-41.86	45.00	248.46	-4.34	-0.24	-0.04	0.12	-0.21	4.34	2.07
12.	D65./10°	48.16	-25.56	-33.54	42.17	232.69	-4.27	-0.51	-0.12	0.41	-0.33	4.30	1.93
	A.../10°	41.62	-33.95	-46.26	57.38	233.72	-4.44	-2.00	-0.29	1.40	-1.45	4.88	2.32
	F11./10°	42.26	-17.03	-42.27	45.58	248.05	-4.36	-0.75	-0.45	0.70	-0.53	4.45	2.12
13.	D65./10°	48.12	-25.35	-33.14	41.72	232.59	-4.32	-0.30	0.27	-0.03	-0.40	4.34	1.95
	A.../10°	41.66	-33.50	-45.71	56.67	233.77	-4.40	-1.54	0.26	0.69	-1.40	4.67	2.25
	F11./10°	42.29	-16.86	-41.77	45.04	248.02	-4.33	-0.58	0.06	0.16	-0.56	4.37	2.09
14.	D65./10°	48.22	-26.05	-33.70	42.60	232.30	-4.22	-1.00	-0.29	0.84	-0.62	4.35	1.96
	A.../10°	41.59	-34.77	-46.57	58.12	233.26	-4.47	-2.81	-0.61	2.14	-1.93	5.32	2.50
	F11./10°	42.26	-17.52	-42.52	45.99	247.61	-4.36	-1.24	-0.70	1.11	-0.89	4.58	2.20
15.	D65./10°	48.11	-25.80	-33.91	42.61	232.73	-4.33	-0.76	-0.49	0.85	-0.31	4.42	1.98
	A.../10°	41.48	-34.46	-46.79	58.11	233.63	-4.58	-2.51	-0.82	2.13	-1.56	5.29	2.48
	F11./10°	42.11	-17.18	-42.78	46.10	248.12	-4.51	-0.90	-0.96	1.22	-0.48	4.69	2.23
16.	D65./10°	48.11	-25.94	-33.86	42.65	232.54	-4.33	-0.89	-0.44	0.89	-0.44	4.44	1.99
	A.../10°	41.47	-34.60	-46.76	58.17	233.50	-4.60	-2.65	-0.79	2.18	-1.69	5.36	2.51
	F11./10°	42.11	-17.32	-42.73	46.11	247.94	-4.50	-1.04	-0.91	1.23	-0.63	4.71	2.24
17.	D65./10°	47.90	-24.95	-33.31	41.62	233.17	-4.53	0.10	0.10	-0.14	0.02	4.54	2.03
	A.../10°	41.46	-32.91	-45.87	56.46	234.34	-4.61	-0.96	0.10	0.47	-0.84	4.71	2.26
	F11./10°	42.01	-16.26	-42.01	45.05	248.85	-4.61	0.03	-0.19	0.17	0.09	4.61	2.20
18.	D65./10°	48.05	-25.64	-32.80	41.63	231.98	-4.38	-0.60	0.62	-0.13	-0.85	4.47	2.03
	A.../10°	41.61	-33.55	-45.39	56.44	233.53	-4.46	-1.60	0.57	0.46	-1.63	4.77	2.31
	F11./10°	42.24	-17.11	-41.32	44.72	247.51	-4.38	-0.83	0.50	-0.16	-0.96	4.48	2.17
19.	D65./10°	48.37	-26.90	-34.32	43.61	231.91	-4.06	-1.85	-0.91	1.85	-0.92	4.56	2.06
	A.../10°	41.56	-36.54	-47.48	59.91	232.42	-4.51	-4.59	-1.52	3.93	-2.81	6.61	3.00
	F11./10°	42.34	-18.57	-43.33	47.14	246.80	-4.28	-2.29	-1.50	2.26	-1.55	5.08	2.43
20.	D65./10°	48.01	-26.22	-34.15	43.06	232.49	-4.42	-1.17	-0.74	1.30	-0.48	4.64	2.08
	A.../10°	41.29	-35.20	-47.19	58.87	233.28	-4.77	-3.25	-1.22	2.89	-1.92	5.90	2.72
	F11./10°	41.94	-17.56	-43.16	46.59	247.86	-4.67	-1.28	-1.34	1.71	-0.69	5.03	2.38
21.	D65./10°	47.78	-25.38	-33.46	42.00	232.82	-4.65	-0.34	-0.05	0.24	-0.24	4.67	2.09
	A.../10°	41.26	-33.46	-46.19	57.04	234.08	-4.80	-1.50	-0.23	1.06	-1.09	5.04	2.41
	F11./10°	41.83	-16.61	-42.22	45.37	248.52	-4.78	-0.33	-0.40	0.49	-0.16	4.81	2.29
22.	D65./10°	47.60	-25.50	-33.76	42.31	232.93	-4.84	-0.46	-0.35	0.55	-0.16	4.87	2.18
	A.../10°	41.01	-33.93	-46.58	57.63	233.93	-5.05	-1.98	-0.61	1.64	-1.25	5.46	2.59
	F11./10°	41.59	-16.80	-42.64	45.83	248.50	-5.02	-0.52	-0.82	0.95	-0.18	5.12	2.43
23.	D65./10°	47.98	-26.53	-34.48	43.51	232.43	-4.45	-1.49	-1.07	1.75	-0.54	4.82	2.15
	A.../10°	41.17	-35.96	-47.67	59.71	232.97	-4.89	-4.01	-1.70	3.73	-2.24	6.55	2.97
	F11./10°	41.85	-17.88	-43.60	47.12	247.69	-4.76	-1.60	-1.77	2.24	-0.83	5.33	2.50
24.	D65./10°	47.73	-26.26	-34.22	43.13	232.49	-4.71	-1.22	-0.80	1.37	-0.48	4.93	2.21
	A.../10°	40.99	-35.52	-47.28	59.13	233.08	-5.08	-3.56	-1.31	3.15	-2.12	6.34	2.92
	F11./10°	41.65	-17.67	-43.23	46.71	247.77	-4.96	-1.39	-1.41	1.83	-0.77	5.34	2.53

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I UTJECAJ POJEDINIH FAZA PROCESA

Nakon mjerenja i evaluacije svih uzoraka napravljena je usporedba odstupanja za pojedine faze procesa. Najveće odstupanje *Podravka crvene* i *Vegeta plave* boje dogodilo se nakon faze kaširanja. Rezultati mjerenja analizirani su statističkom metodom te izraženi medijanom kao težištem rezultata skupa od dvadeset i pet uzoraka.

Prosječna vrijednost odstupanja za *Podravka crvenu* boju

1. Tisak *Podravka crvena* – odstupanje od standarda

$$D65./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 0,38$$

$$A.../10^\circ - \Delta E_{CMC} = 0,40$$

$$F11./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 0,38$$

2. Kaširanje *Podravka crvena* – odstupanje od standarda

$$D65./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,21$$

$$A.../10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,53$$

$$F11./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,46$$

3. Sterilizacija rominjanje *Podravka crvena* – odstupanje od standarda

$$D65./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 2,99$$

$$A.../10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,29$$

$$F11./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,21$$

4. Sterilizacija zrak/para *Podravka crvena* – odstupanje od standarda

$$D65./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 2,94$$

$$A.../10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,28$$

$$F11./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 3,23$$

5. Obrada visokim hidrostatskim tlakom *Podravka crvena* – odstupanje od standarda

$$D65./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 2,47$$

$$A.../10^\circ - \Delta E_{CMC} = 2,53$$

$$F11./10^\circ - \Delta E_{CMC} = 2,50$$

Odstupanje nakon tiska u granicama je tolerancije, iznosi za D65./10° izvor svjetla $\Delta E_{CMC} = 0,38$. Nakon kaširanja dolazi do velike promjene u boji koja je predmet mjerenja, boja izlazi iz definiranoga područja tolerancije i odstupanje pod istim uvjetima iznosi D65./10° $\Delta E_{CMC} =$

3,21. Neočekivano nakon sterilizacije u režimima zrak/para i rominjanje, kod *Podravka crvene* događa se poboljšanje u smislu smanjenja odstupanja i vrijednost medijana na izmjerenim uzorcima iznosi $D65./10^\circ \Delta E_{CMC} = 2,94$ (zrak/para), te $D65./10^\circ \Delta E_{CMC} = 2,99$ (rominjanje). Obrada visokim hidrostatskim tlakom smanjuje odstupanje *Podravka crvene* na $D65./10^\circ \Delta E_{CMC} = 2,47$.

Kaširanjem je *Podravka crvena* boja postala tamnija i skrenula u područje zeleno-plavog obojenja. Evidentno je da su postupci sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom imali utjecaj na svjetlinu polimera te vratili *Podravka crvenu* boju u svjetlini prema početnim vrijednostima. Najznačajnije i neprihvatljivo odstupanje događa se nakon procesa kaširanja.

Kaširanjem otisnutog, transparentnog sloja poliestera (PET) na površinu aluminijskog sloja događa se promjena u svim dijelovima CIE $L^*a^*b^*$ sustava boja. Problem koji nastaje kaširanjem transparentnoga poliestera na aluminijski sloj je nekonzistentnost grafičke reprodukcije, a koju bi bilo potrebno prevenirati s redefiniranjem recepture boje. Najveći je problem kod tiska ambalaže za prehrambene proizvode koji koriste više vrsta ambalažnih materijala nemogućnost ujednačenosti CIE $L^*a^*b^*$ vrijednosti boja na svim vrstama ambalažnih materijala. Nemoguće je postići identične vrijednosti na višeslojnoj fleksibilnoj ambalaži koja u svom sastavu sadrži aluminijski sloj te na ambalaži koja se sastoji samo od transparentnih polimernih materijala ili ambalaži koja ima metalizirane polimerne materijale umjesto sloja aluminijskog. Sve navedene strukture materijala su drugačije i kaširanjem će otisak imati druge kolorimetrijske vrijednosti. Navedena problematika djelomično se rješava pomoću ICC profila, razvijenih od strane međunarodnog odbora za boje (*engl. International Color Consortium*) za svaki pojedini ambalažni materijal, koji je potrebno definirati u procesu grafičke pripreme. Profili svakako pomažu u postizanju standardnih vrijednosti i svaka tvrtka koja se ozbiljno želi baviti proizvodnjom ambalaže mora imati profile za sve moguće kombinacije. Identičan otisak podrazumijevao bi različitu ulaznu recepturu za spotne boje, ovisno o supstratu, što ponekad nije realno očekivati na tiskarskome stroju. Zbog svih specifičnosti pojedinih ambalažnih materijala potrebno je definirati maksimalno dozvoljeno područje tolerancije te definirati standard boje na svakome supstratu i izmjeriti ga. Pri mjerenju i evaluaciji uzoraka uočeno je da relativno veliko odstupanje u *Podravka crvenoj* boji nakon kaširanja ($\Delta E_{CMC} = 3,21$) manje dolazi do izražaja u odnosu na gotovo dvostruko manju vrijednost odstupanja *Vegeta plave* boje nakon procesa kaširanja ($\Delta E_{CMC} = 1,56$). Najbolje je da se kod prvoga potpisivanja standarda na tiskarskome stroju izmjere vrijednosti na otisku, a nakon toga na kaširanome uzorku analiziraju rezultati, prezentira se u kojemu smjeru ide odstupanje boje nakon kaširanja te na

koji način ju je moguće prevenirati. U sljedećim narudžbama dobavljaču, proizvođaču je lakše praćenje kontrole kvalitete ako ima definirane parametre za sve faze i definirana tolerantna područja.

U tablici je prikazana usporedba za *Podravka crvenu* boju, od izmjenog i postavljenog standardnog uzorka u tisku te praćenje odstupanja u fazama procesa kaširanja, sterilizacije (zrak/para, rominjanje) i obrade visokim hidrostatskim tlakom. Vidljivo je odstupanje boje u prostoru po fazama procesa.

Tablica 6.11. Mjerenje usporedba vrijednosti na 1 uzorku – Podravka crvena

Standard 182: PODRAVKA CRVENA POUCH Spess: 10.50 ColorQuest XE n. 4359 PET 12μ + BIJELA
 Prova 1: Kasirano cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 2: Ster ZP cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 3: Ster R cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 4: HPP 300 10 cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 5: HPP 400 10 cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 6: HPP 500 5 cr1 10.500 ColorQuest XE n. 4359

Riflessione (CSI) -- CMC(2:1)(ASTM D 2244)

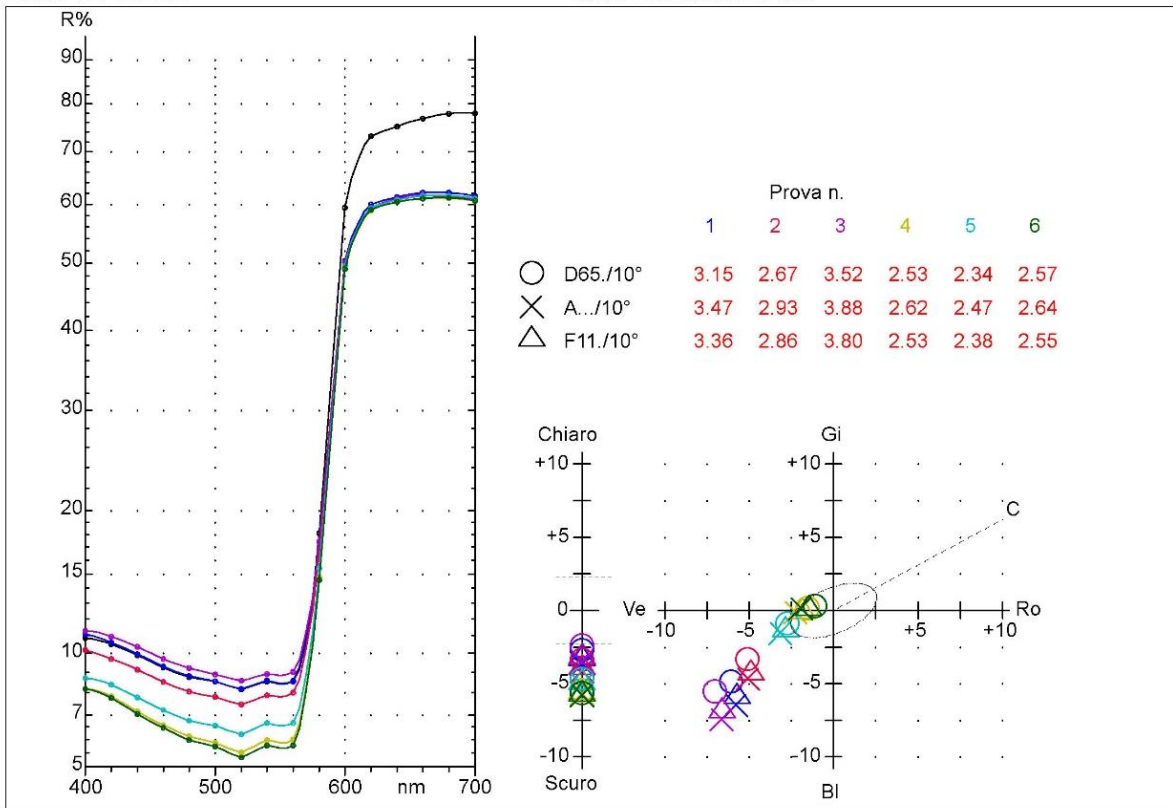
	400					500					600					700 nm						
Standard	10.85	10.52	9.91	9.25	8.77	8.54	8.17	8.56	8.57	18.10	59.43	73.10	75.18	76.82	77.89	77.95						
Prova 1	11.08	10.61	9.97	9.31	8.82	8.55	8.18	8.60	8.56	16.85	50.38	59.95	61.31	62.14	62.10	61.49						
Prova 2	10.19	9.71	9.14	8.53	8.05	7.80	7.47	7.88	8.00	16.74	50.03	59.29	61.04	61.75	61.24	61.05						
Prova 3	11.30	10.96	10.36	9.71	9.23	8.89	8.59	8.92	9.02	17.44	50.14	59.18	61.01	61.75	61.30	61.04						
Prova 4	8.18	7.83	7.15	6.58	6.13	5.87	5.52	5.98	5.99	14.75	49.06	58.96	60.42	61.02	61.12	60.52						
Prova 5	8.71	8.39	7.78	7.22	6.76	6.55	6.21	6.66	6.67	15.39	49.59	59.35	60.78	61.50	61.58	61.06						
Prova 6	8.18	7.76	7.05	6.46	5.97	5.73	5.33	5.78	5.78	14.57	49.06	59.00	60.46	61.07	61.18	60.61						

III./Oss.		Valori Misurati					Tolleranze e Differenze								CMC2:1	Passa	
		L*	a*	b*	C*	h°	dL*	da*	db*	dc*	dH*	DEab*					
D65./10°	Standard	53.40	52.74	28.23	59.82	28.16	2.25			2.78	1.50	1.00					
	Prova 1	50.71	46.67	23.39	52.20	26.62	-2.69	-6.07	-4.84	-7.62	-1.50	8.22	3.15	NO			
	Prova 2	50.05	47.63	24.91	53.75	27.61	-3.35	-5.11	-3.32	-6.07	-0.55	6.95	2.67	NO			
	Prova 3	51.01	45.69	22.70	51.02	26.41	-2.39	-7.04	-5.53	-8.80	-1.68	9.27	3.52	NO			
	Prova 4	47.94	51.19	28.40	58.54	29.02	-5.45	-1.55	0.17	-1.28	0.89	5.67	2.53	NO			
	Prova 5	48.73	49.99	27.35	56.98	28.68	-4.66	-2.75	-0.88	-2.84	0.53	5.48	2.34	NO			
	Prova 6	47.76	51.64	28.53	59.00	28.93	-5.64	-1.10	0.31	-0.82	0.80	5.75	2.57	NO			
A.../10°	Standard	61.13	52.81	42.01	67.48	38.50	2.41			2.92	1.38	1.00					
	Prova 1	57.49	47.02	35.55	58.95	37.09	-3.64	-5.79	-6.46	-8.53	-1.55	9.40	3.47	NO			
	Prova 2	57.01	47.73	37.37	60.62	38.06	-4.12	-5.08	-4.64	-6.87	-0.49	8.02	2.93	NO			
	Prova 3	57.64	46.16	34.59	57.68	36.84	-3.48	-6.65	-7.42	-9.80	-1.81	10.56	3.88	NO			
	Prova 4	55.46	50.54	41.91	65.65	39.67	-5.66	-2.28	-0.11	-1.83	1.35	6.10	2.62	NO			
	Prova 5	56.07	49.64	40.48	64.06	39.20	-5.06	-3.17	-1.53	-3.43	0.80	6.16	2.47	NO			
	Prova 6	55.34	50.87	42.18	66.08	39.67	-5.79	-1.94	0.17	-1.40	1.36	6.11	2.64	NO			
F11./10°	Standard	58.41	53.36	36.56	64.68	34.42	2.36			2.87	1.44	1.00					
	Prova 1	55.10	47.63	30.66	56.65	32.77	-3.31	-5.72	-5.90	-8.03	-1.74	8.86	3.36	NO			
	Prova 2	54.49	48.45	32.26	58.21	33.66	-3.92	-4.90	-4.29	-6.47	-0.81	7.61	2.86	NO			
	Prova 3	55.23	46.75	29.68	55.38	32.41	-3.18	-6.60	-6.88	-9.30	-2.10	10.05	3.80	NO			
	Prova 4	52.82	51.50	36.48	63.11	35.31	-5.59	-1.85	-0.08	-1.57	0.99	5.89	2.53	NO			
	Prova 5	53.48	50.51	35.22	61.57	34.89	-4.93	-2.85	-1.34	-3.10	0.52	5.85	2.38	NO			
	Prova 6	52.68	51.89	36.66	63.54	35.24	-5.73	-1.46	0.11	-1.14	0.92	5.92	2.55	NO			

Standard 182: PODRAVKA CRVENA POUCH

Spess: 10.50
 Prova 1: Kasirano cr1
 Prova 2: Ster ZP cr1
 Prova 3: Ster R cr1
 Prova 4: HPP 300 10 cr1
 Prova 5: HPP 400 10 cr1
 Prova 6: HPP 500 5 cr1

ColorQuest XE n. 4359 PET 12 μ + BIJELA
 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 10.500 ColorQuest XE n. 4359



Slika 6.17. Usporedne krivulje za *Podravka crvenu*

Prosječna vrijednost odstupanja za *Vegeta plavu* boju

1. Tisak *Vegeta plava* – odstupanje od standarda
D65./10° - $\Delta E_{CMC} = 0,23$
A.../10° - $\Delta E_{CMC} = 0,23$
F11./10° - $\Delta E_{CMC} = 0,30$
2. Kaširanje *Vegeta plava* – odstupanje od standarda
D65./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,56$
A.../10° - $\Delta E_{CMC} = 1,71$
F11./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,43$
3. Sterilizacija rominjanje *Vegeta plava* – odstupanje od standarda
D65./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,69$
A.../10° - $\Delta E_{CMC} = 1,91$
F11./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,61$
4. Sterilizacija zrak/para *Vegeta plava* – odstupanje od standarda
D65./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,69$
A.../10° - $\Delta E_{CMC} = 1,84$
F11./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,61$
5. Obrada visokim hidrostatskim tlakom *Vegeta plava* – odstupanje od standarda
D65./10° - $\Delta E_{CMC} = 1,94$
A.../10° - $\Delta E_{CMC} = 2,28$
F11./10° - $\Delta E_{CMC} = 2,10$

Uzorak s *Vegeta plavom* bojom nakon tiska ima odstupanje u granicama tolerancije, iznosi za D65./10° izvor svjetla $\Delta E_{CMC} = 0,23$. Nakon kaširanja situacija se kao i kod *Podravka crvene* boje mijenja, boja izlazi iz definiranoga područja tolerancije i odstupanje pod istim uvjetima prosječno iznosi D65./10° $\Delta E_{CMC} = 1,56$. Nakon sterilizacije u režimu zrak/para i rominjanje, kod *Vegeta plave* dolazi do blagog povećanja odstupanja te medijan na izmjerenim uzorcima iznosi D65./10° $\Delta E_{CMC} = 1,69$ (zrak/para) te je identična vrijednost D65./10° $\Delta E_{CMC} = 1,69$ za rominjanje. Obrada visokim hidrostatskim tlakom dodatno povećava odstupanje *Vegeta plave* na D65./10° $\Delta E_{CMC} = 1,94$.

Kaširanjem je *Vegeta plava* boja postala tamnija i skrenula u područje žuto-crvenog obojenja. Sterilizacija također ima odstupanje u navedeno područje, dok obrada visokim

hidrostatskim tlakom boju čini tamnijom i postaje nešto zelenija. Najznačajnije i neprihvatljivo odstupanje *Vegeta plave* boje, identično kao i kod *Podravka crvene*, događa se nakon procesa kaširanja, a promjena je vidljiva u svim dijelovima CIE L*a*b* sustava boja. Tolerancija u tisku za *Vegeta plavu* boja postavljena je u vrlo usko područje i iznosi max. $\Delta E_{CMC} \leq 1$, a razlozi tome opisani su u poglavlju 6. Promjena *Vegeta plave* boje vidljivija je od promjena kod *Podravka crvene* boje, a svako odstupanje boje veće od dozvoljene tolerancije može utjecati na percepciju robne marke i ponašanje potrošača.

Tablica 6.12. Mjerenje usporedba vrijednosti na 1 uzorku – *Vegeta plava*

Standard 183: PODRAVKA PLAVA POUCH	Spess:	10.50	ColorQuest XE n. 4359	PET 12μ + BIJELA
Prova 1: Kasiranopl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	
Prova 2: Ster ZP pl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	
Prova 3: Ster R pl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	
Prova 4: HPP 300 10 pl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	
Prova 5: HPP 400 10 pl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	
Prova 6: HPP 500 10 pl1		10.500	ColorQuest XE n. 4359	

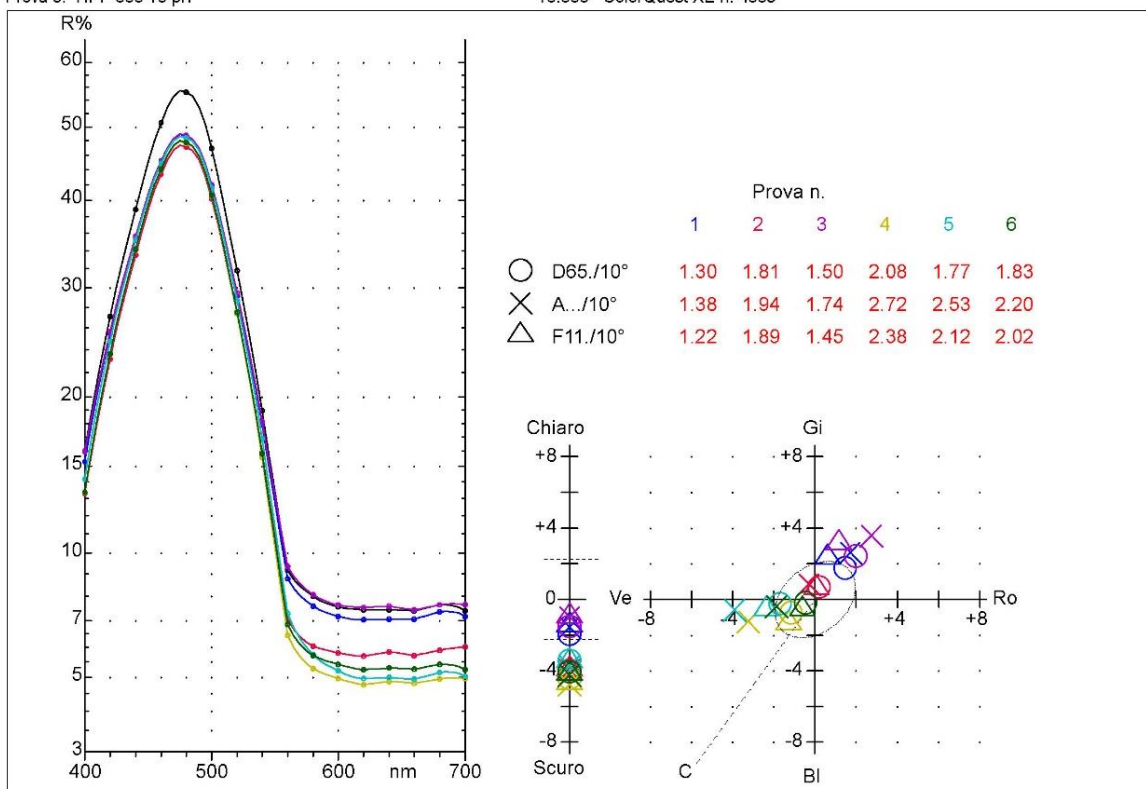
Riflessione (CSI) -- CMC(2:1)(ASTM D 2244)

	400					500					600					700 nm	
Standard	16.01	27.11	38.88	50.58	55.24	46.90	31.81	18.94	9.18	8.01	7.56	7.44	7.40	7.64	7.39		
Prova 1	15.30	25.48	35.65	45.17	48.67	41.88	29.14	17.92	8.78	7.59	7.17	7.03	7.06	7.35	7.17		
Prova 2	13.27	23.20	33.55	43.37	47.13	40.23	27.35	15.91	7.06	6.04	5.81	5.69	5.84	5.72	5.90		
Prova 3	15.97	25.68	35.66	45.11	48.73	41.99	29.46	18.13	9.36	8.08	7.64	7.53	7.58	7.44	7.64		
Prova 4	13.35	23.57	34.08	43.96	47.66	40.58	27.37	15.60	6.44	5.28	4.96	4.77	4.87	4.82	4.95		
Prova 5	14.17	24.76	35.19	44.83	48.38	41.57	28.64	16.90	7.28	5.75	5.21	4.96	4.99	4.94	5.15		
Prova 6	13.37	23.62	34.16	44.05	47.76	40.84	27.51	15.85	6.85	5.71	5.42	5.24	5.30	5.26	5.41		

III./Oss.		Valori Misurati					Tolleranze e Differenze								CMC2:1	Passa
		L*	a*	b*	C*	h°	dL*	da*	db*	dC*	dH*	DEab*				
D65./10°	Standard	52.44	-25.05	-33.41	41.76	233.14	2.23			2.36	1.68	1.00				
	Prova 1	50.50	-23.58	-31.65	39.47	233.31	-1.94	1.46	1.76	-2.29	0.12	3.00	1.30	NO		
	Prova 2	48.47	-24.85	-32.72	41.08	232.78	-3.97	0.20	0.70	-0.68	-0.26	4.03	1.81	NO		
	Prova 3	50.91	-23.07	-30.98	38.62	233.33	-1.52	1.98	2.43	-3.13	0.13	3.49	1.50	NO		
	Prova 4	48.01	-26.22	-34.15	43.06	232.49	-4.42	-1.17	-0.74	1.30	-0.48	4.64	2.08	NO		
	Prova 5	49.03	-26.75	-33.64	42.98	231.51	-3.41	-1.70	-0.23	1.22	-1.21	3.82	1.77	NO		
	Prova 6	48.39	-25.51	-33.61	42.19	232.80	-4.05	-0.46	-0.20	0.43	-0.25	4.08	1.83	NO		
A.../10°	Standard	46.06	-31.96	-45.96	55.98	235.19	2.08			2.70	1.90	1.00				
	Prova 1	44.51	-30.24	-43.34	52.84	235.09	-1.55	1.72	2.63	-3.14	-0.09	3.50	1.38	NO		
	Prova 2	42.14	-32.25	-45.10	55.45	234.43	-3.93	-0.30	0.87	-0.54	-0.74	4.03	1.94	NO		
	Prova 3	45.09	-29.22	-42.38	51.48	235.41	-0.97	2.74	3.59	-4.51	0.21	4.61	1.74	NO		
	Prova 4	41.29	-35.20	-47.19	58.87	233.28	-4.77	-3.25	-1.22	2.89	-1.92	5.90	2.72	NO		
	Prova 5	42.35	-35.87	-46.55	58.77	232.38	-3.71	-3.92	-0.59	2.79	-2.81	5.43	2.53	NO		
	Prova 6	41.84	-33.82	-46.34	57.37	233.88	-4.22	-1.86	-0.38	1.39	-1.30	4.63	2.20	NO		
F11./10°	Standard	46.62	-16.28	-41.82	44.88	248.73	2.10			2.44	1.64	1.00				
	Prova 1	45.18	-15.68	-39.47	42.47	248.33	-1.44	0.60	2.35	-2.41	-0.30	2.83	1.22	NO		
	Prova 2	42.71	-16.21	-41.18	44.25	248.51	-3.91	0.07	0.65	-0.63	-0.17	3.97	1.89	NO		
	Prova 3	45.67	-15.13	-38.65	41.51	248.62	-0.95	1.15	3.17	-3.37	-0.08	3.50	1.45	NO		
	Prova 4	41.94	-17.56	-43.16	46.59	247.86	-4.67	-1.28	-1.34	1.71	-0.69	5.03	2.38	NO		
	Prova 5	43.17	-18.64	-42.36	46.28	246.25	-3.45	-2.36	-0.54	1.40	-1.97	4.21	2.12	NO		
	Prova 6	42.46	-16.89	-42.37	45.61	248.26	-4.16	-0.61	-0.55	0.73	-0.37	4.24	2.02	NO		

Standard 183: PODRAVKA PLAVA POUCH Spess: 10.50 ColorQuest XE n. 4359 PET 12 μ + BIJELA

Prova 1: Kasiranopl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 2: Ster ZP pl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 3: Ster R pl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 4: HPP 300 10 pl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 5: HPP 400 10 pl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359
 Prova 6: HPP 500 10 pl1 10.500 ColorQuest XE n. 4359



Slika 6.18. Usporedne krivulje za *Vegeta plavu*

8. ZAKLJUČAK

Pri odabiru tehnike tiska, vrste ambalažnoga materijala i tiskare koja će realizirati dizajn, ključno je definirati ulazne parametre. Prije izrade ambalaže potrebno je znati točnu specifikaciju prehrambenoga proizvoda, sastav i vrstu ambalažnoga materijala, broj boja u kojima će se dizajn otisnuti, separaciju, dozvoljeno odstupanje boja od propisanoga standarda, tehničke parametre i procese obrade kojima će proizvod i ambalaža biti obrađeni. Sve navedeno stvara preduvjete za željenu kvalitetu gotovoga proizvoda koji će biti reprezentativan na polici. Proces grafičke pripreme, tiska i kaširanja te procesi obrade gotovoga proizvoda rezultirat će kvalitetnom realizacijom i kvalitetnim grafičkim proizvodom, u ovome slučaju ambalažom, ako se za svaku fazu procesa postave kriteriji i područje tolerancije. Mjerenje u standardiziranome procesu omogućava praćenje odstupanja i rezultira ambalažom koja je u okviru prihvatljive tolerancije odstupanja boja, oku potrošača uglavnom neprimjetna i nevidljiva. Standardizacija i praćenje svih faza procesa jedini je način za realizaciju ambalaže u okviru definiranoga područja tolerancije odstupanja u vrijednostima boja.

Mnogo je kriterija koji utječu na procjenu kvalitete ambalaže, potrošači su zahtjevni, a nedostaci na ambalaži otvaraju put konkurenciji. Osim svojih primarnih uloga čuvanja proizvoda i funkcionalnosti, danas je pred ambalažu postavljen niz vrlo visokih zahtjeva i kriterija. Osim dizajna i vizualne harmonije na pakovini i prepoznatljivosti boja koje povezuje s robnom markom, potrošaču je bitna lakoća rukovanja, otvaranja, manipulacije i mogućnost ponovnoga zatvaranja. Važna je interakcija i „priča“ koja ide uz ambalažu, održivi razvoj i briga za okoliš. Da bi se dobio prvi dojam privlačnosti ambalaže na polici i zadržala pažnja od nekoliko sekundi kod prosječnoga potrošača, potreban je multidisciplinarni pristup i velika kompleksnost u realizaciji. Osim svega navedenog kod ambalaže prehrambenih proizvoda potrebno je svakako voditi računa i o njezinoj cijeni. Nažalost, cijena je ta koja će ponekad utjecati na izbor tehnike tiska, odabir dobavljača koji ima standardiziranu i kvalitetnu proizvodnju i procese, izbor ambalažnoga materijala, separaciju boja i niz drugih faktora.

Cilj istraživanja u ovoj disertaciji bio je utvrditi veličinu kolorimetrijskih odstupanja spotnih boja koje nastaju po pojedinim fazama grafičkoga procesa (priprema, tisak, dorada), izmjeriti *Podravka crvenu* i *Vegeta plavu* u svakoj fazi i usporediti s postavljenim standardom, s ciljem postizanja boljih kvalitativnih svojstava finalnoga proizvoda te njegove atraktivnosti na polici. U skladu s mjerenjima determinirane su faze procesa koje imaju najveći utjecaj na odstupanje boja. Osim u fazama grafičko-tehnološkoga procesa, boje su mjerene i nakon faze

obrade gotovoga proizvoda procesom sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom. Polazišna točka mjerenja bile su definirane formule za gore navedene boje i dozvoljeno područje odstupanja.

Da bi se potvrdile hipoteze ovoga istraživanja, istraživanje je realizirano u nekoliko faza. Prvo je definiran dizajn i apliciran na tehnički nacrt. Na dizajnu su definirana područja pokrivena spotnim bojama i dominirala su u dizajnu. U tvrtki Anilox odrađena je finalna separacija boja, potvrđen probni otisak i gravirane su tiskovne forme. Tiskara Aluflexpack Novi realizirala je tisak, kaširanje i izradu samostojećih vrećica. Sterilizacija je odrađena u Pilot pogonu Podravke, a obrada visokim hidrostatskim tlakom na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon svih faza provedeno je mjerenje na mjernome uređaju u tiskari Aluflexpack Novi.

Dobiveni rezultati istraživanja podijeljeni su u dvije grupe, mjerenje za *Podravka crvenu* i mjerenje za *Vegeta plavu* boju. Mjerenjima je utvrđeno da se boje ne ponašaju jednako u svim fazama i da *Podravka crvena* ima gotovo dvostruko veće odstupanje pri jednakim parametrima u procesu. U skladu s rezultatima potvrđena je prva postavljena hipoteza. Postupak sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom uzrokuju devijacije u CIE $L^*a^*b^*$ vrijednostima spot boja. Mjerenje je pokazalo da druga hipoteza nije potvrđena i da devijacije spotnih boja u fazama obrade gotovoga proizvoda nisu značajne te da je najveće odstupanje nastupilo u fazi kaširanja. U procesu sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom determinirana je promjena u procesnim bojama (plavo-zelena, purpurna, žuta i crna), tj. u koloru jela koje se nalazi na dizajnu. Vizualnom usporedbom standarda postavljenog u tisku i pakovine s gotovim proizvodom, nakon svih faza procesa obrade, vidljivo je odstupanje u procesnim bojama, juhe djeluju kao da su posvijetlile. Promjene procesnih boja nisu bile predmet istraživanja ovoga rada, no u tvrtki Anilox izmjerene su vrijednosti na atlasu boja koji je apliciran upravo iz razloga mogućnosti budućih istraživanja. Upravo za procesne boje moguće je u procesu grafičke pripreme i izrade tiskovne forme prevenirati kolorimetrijska odstupanja koje su rezultat procesa sterilizacije i obrade visokim hidrostatskim tlakom.

Izvorni znanstveni doprinos rada očituje se u sljedećem:

- definirane su vrijednosti kolorimetrijskih odstupanja dviju različitih spotnih boja u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru boja za svaku pojedinu fazu grafičko-tehnološkoga procesa i u procesima obrade gotovoga prehrambenog proizvoda

- predložene su smjernice za postizanje kolorimetrijskih odstupanja spotnih boja u okviru ranije definiranoga tolerantnog područja za pojedinu boju
- utvrđeni su dijelovi tehnološkoga procesa koji imaju najveći učinak na kolorimetrijsko odstupanje spotnih boja.

U ovome radu željelo se prikazati kompleksnost izrade ambalaže i ambalažnih materijala općenito, posebno kod robnih marki koje je na policama trgovina moguće naći u svim vrstama ambalažnoga materijala. Proces nastajanja ambalaže, od ideje do realizacije, dugačak je kompleksan i nepredvidljiv. Svaki projekt nosi nove izazove, u svakoj fazi potrebne su prilagodbe i multidisciplinarni pristup različitih timova, a sve s ciljem pravovremenoga izlaska proizvoda na tržište. Današnja polica u dućanu je poput džungle, pretrpana, zasićena i „napada“ potrošača sa svih strana. Teško je determinirati što je od svih značajki ambalaže potrošaču najvažnije, rukovodi li se svjesno odlukom o kupnji ili se odluke donose na temelju emotivne veze s poznatom robnom markom. Najteže je od svega postići ujednačenost zaštićene spotne boje na različitim ambalažnim materijalima, različitim tehnikama tiska i kod različitih dobavljača. Veliku razliku čini tisak na mono materijal s podložnom bijelom, od npr. višeslojnog fleksibilnog materijala koji u sastavu ima aluminijsku ili metaliziranu foliju. Svaki od navedenih parametara utječe na izmjerene vrijednosti boja, definiranje tolerantnoga područja i prihvatljivih vrijednosti. Kod *Podravka crvene* i *Vegeta plave* boje, kao i kod drugih svjetski poznatih robnih marki, nije moguće postići boju koja će uvijek, na svim podlogama, na različitim ambalažnim materijalima i u svim tehnikama tiska biti u željenome tolerantnom području. Moguće je definirati standardizaciju kod jednoga dobavljača, na jednome tipu ambalažnoga materijala, s jednom vrstom tiskarskih boja, identičnim sredstvom za kaširanje, tiskovnim formama izrađenim pod istim uvjetima, a sve navedeno opet neće biti garancija da nema neželjenih odstupanja, no ona se ovakvim pristupom svode na minimum. Nijedna globalna prehrambena tvrtka ne koristi usluge samo jednoga proizvođača tiskovnih formi i tiskara, već se koriste usluge nekoliko njih. Provesti standardizaciju pravi je izazov za svaku tvrtku i proizvođača ambalaže. Postupci u ovome radu opisuju na koji je način moguće proces držati pod kontrolom i daju smjernice za pravilan pristup procesu izrade ambalaže.

Na temelju ovoga istraživanja moguće je nastaviti daljnja istraživanja u području odstupanja procesnih boja, drugih ambalažnih materijala, u području drugih tehnika tiska i doradnih procesa te u ostalim procesima obrade gotovoga prehrambenog proizvoda.

9. POPIS LITERATURE

1. Kotler P., Armstrong G.: Principles of Marketing, 14th ed., Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2012.
2. Govers P.C.M., Schoormans J.P.L.: Product personality and its influence on consumer preference, Journal of Consumer Marketing, Vol. 22 Iss: 4, 2005., str. 189-197.
3. Ampuero O., Vila N.: Consumer perceptions of product packaging, Journal of Consumer Marketing, Vol. 23 Iss: 2, 2006., str. 100-112.
4. Fenko A., Schifferstein H. N. J., Hekkert, P.: Shifts in sensory dominance between various stages of user-product interactions, Applied Ergonomics, 41, 2010, str. 34-40.
5. Robertson G.L.: Food Packaging Principles and Practice, Taylor&Francis Group, Boca Raton, 2013.
6. Wagner J.R.Jr.: Multilayer Flexible packaging, Elsevier Inc., 2016.
7. Vujković I.A.: Polimerna i kombinovana ambalaža, Poli, Novi Sad, 1997.
8. Galić K.: Marking and Application of Plastics For Food Packaging, Ambalaža, 11, 2006., str. 15-17 (članak, stručni).
9. Hanlon, J.F.: Handbook of Package Engineering, Technomic Publishing AG, 2nd ed., 1992.
10. Pavić V., Matijević M., Tomiša M., Tomerlin R.: „Trendovi u grafičkoj industriji“, Tiskarstvo & design 2013 / Žiljak Vujić, Jana (ur.), ISBN: 9789537064204, Zagreb: FS, 2013, str.11.
11. Tomerlin, R., Tomiša, M., Vusić, D.: Deviations of Spot Colorimetric Values on Multi-layered Flexible Packaging during the Graphic Reproduction and Sterilisation Process, Tehnički vjesnik/Technical Gazette, Vol. 26/No. 2, 2019.
12. Jin J.H.: Industrial Colour Tolerance Setting And Application, Research Journal of Textile and Apparel, Vol. 1 Iss: 1, 1997., str.59-63.
13. Auttarapong D.: Package Design Expert System Based on Relation between Packaging and Perception of Customer, Procedia Engineering 32, 2012., str. 307-314
14. Becker L., Rompay T.J.L., Schifferstein H. N.J., Galetzka M.: Tough package, strong taste: The influence of packaging design on taste impressions and product evaluations, Food Quality and Preference 22, 2011., str.17-23.
15. Rebolgar R., Lidón I., Serrano A., Martín J., Fernández M.J.: Influence of chewing gum packaging design on consumer expectation and willingness to buy. An analysis

- of functional, sensory and experience attributes, *Food Quality and Preference* 24, 2012., str. 162–170.
16. Ares G., Rosires D.: Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis, *Food Quality and Preference*, 21, 2010., str. 930–937.
 17. ICC Specification ICC:1:2003-09, File Format for Color Profiles, Revision of ICC 1:2001-12, International Color Consortium, http://www.color.org/ICC_Minor_Revision_for_Web.pdf, (dokumentu pristupano dana 10.10.2017.)
 18. Casatelli L. M.: Migration from Printing Inks, A Food Contact Study, Pira International Ltd., 2010., str. 4
 19. Vera P., Aznar M., Mercea P., Nerin C.: Study of hotmelt adhesives used in food packaging multilayer laminates, Evaluation of the main factors affecting migration to food. *J Mater Chem* 2011., 21(2), str. 420-431.
 20. Al-Baali A.G., Farid, M.: *Sterilization of Food in Retort Pouches*, Springer Science+Business Media, 2006.
 21. Richardson, P.: *In-pack processed foods - Improving quality*, Cambridge, UK Woodhead Publishing Limited, 2008.
 22. Mermelstein N.H.: Retort Pouch earns, IFT food technology industrial achievement award, *Food Technology*, 32(1), 1978., str. 22.
 23. Galić E., Ljevak I., Zjakić I.: The Effect of Thermal Lamination Processes on Colorimetric Change in Spot Colours, *Acta graphica* 25, 2014., 3-4, str. 83-90.
 24. Fraldi M., Cutolo A., Esposito L., Perrella G., Carbone M.G.P., Sansone L., Scherillo G., Mensitieri G.: Delamination onset and design criteria of multilayer flexible packaging under high pressure treatments, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2014., article in print
 25. Reinas I., Oliveira J., Pereira J., Mahajan P., Poças F.: A quantitative approach to assess the contribution of seals to the permeability of water vapour and oxygen in thermosealed packages, *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 7, 2016, str. 34-40.
 26. Bolumar T., LaPeña D., Skibsted L.H., Orlien V.: Rosemary and oxygen scavenger in active packaging for prevention of highpressure induced lipid oxidation in pork patties, *Food Packaging and Shelf Life*, Volume 7, 2016, str. 26–33.
 27. Realini C.E., Marcos B.: Active and intelligent packaging systems for a modern society, *Meat Science*, Volume 98, Issue 3, 2014, str. 404–419.

28. Hook P., Heimlich J. E.: A History of Packaging, revizija i adaptacija Bond C., 2017., <https://ohioline.osu.edu/factsheet/cdfs-133>, (dokumentu prisupano dana 20.11.2017.)
29. Rodin A.: Ambalaža kao element marketinga, Organizacija udruženog rada „Grafičar“, Ludbreg, 1977.
30. Food Packaging Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2018 -2023., <https://www.marketresearch.com/IMARC-v3797/Food-Packaging-Global-Trends-Share-11768527/>, (dokumentu prisupano dana 23.11.2017.)
31. Young T.K., Byungjin M. i Kyung W.K., (2014) General Characteristics of Packaging Materials for Food System. U: Jung H.H., ed., Innovations in Food Packaging. 2nd ed., Elsevier Ltd., str. 13-20
32. The Future of Packaging: Long Term Strategic Forecasts to 2028, Smithers Pira, <https://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/packaging-long-term-strategic-forecasts-to-2028>, (dokumentu prisupano dana 5.10.2018.)
33. The Future of Packaging Middle East North Africa 2022, Smithers Pira, <https://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/packaging-in-mena-to-2022>, (dokumentu prisupano dana 5.10.2018.)
34. Značenje pojmova iz Pravilnika o ambalaži, Savjetodavna služba HOK-a, http://infos.hok.hr/faq/f_tehnicka_pitanja/f9_zastita_okoline/znacenje_pojmova_iz_pravilnika_o_ambalazi (dokumentu prisupano dana 5.5.2018.)
35. Bassin S.B.: Value-Added Packaging Cuts Through Store Clutter, Marketing News, September 26, 1988, str. 21.
36. Galić K., Ciković N., Berković K.: Analiza ambalažnog materijala, Hinus d.o.o., Zagreb, 2000.
37. Global Data, Packaging, <https://www.globaldata.com/consumer/research-areas/industry/packaging/> (dokumentu prisupano dana 14.9.2018.)
38. ALL4PACK according to estimations, <https://www.all4pack.com/The-Packaging-sector/Discover-the-packaging-sector/Packaging-market-challenges-2016>, (pristupljeno 20.08.2017. godine)
39. Mintel baza pretraživanja, <https://portal.mintel.com/portal/login?next=/>, (dokumentu pristupano dana 20.08.2018. godine)
40. Plastics The Facts 2016, <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/3-plastics-facts-2016>, (dokumentu prisupano dana 18.12.2017.)
41. Briston J.H.: Plastics film, 3th ed., Longman Scientific & Technical, Essex, 1990.
42. Janović Z.: Polimerizacije i polimeri, HDKI – Kemija u industriji, Zagreb, 1997.

43. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council, 28.05.2018., http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/single-use_plastics_proposal.pdf, (dokumentu prisupano dana 14.17.2018.)
44. Vujković I., Galić K., Vereš M.: Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb, 2007.
45. Lyijynen T., Hurme E., Ahvenainen R: Optimizing Packaging, str. 441-458, u Ahvenainen R., ed.: Novel Food Packaging techniques, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2003.
46. Ebnesajjad S.: Plastics Films In Food Packaging, Materials, Technology, and Applications, Elsevier Inc., Oxford, 2013.
47. Bull M.K., Steele R.J., Kelly M., Olivier S.A., Chapman B.: Packaging under pressure: Effects of high pressure, high temperature processing on the barrier properties of commonly available packaging materials, Innovative Food Science and Emerging Technologies, Vol.11, 2010., str. 533-537.
48. Barnes K.A., Sinclair C. R., Watson D.H.: Chemical migration and Food contact materials, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2007.
49. Aznar M., Domeno C., Nerín C., Bosetti O.: Set-off of non volatile compounds from printing inks in food packaging materials and the role of lacquers to avoid migration, Dyes and Pigments, Vol. 114, 2015., str. 85-92
50. Uredba EZ br. 1935/2004 Europskog parlamenta i vijeća, Službeni list Europske unije, 13 sv. 29, 2004., <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R1935&from=EN>, (dokumentu prisupano dana 20.10.2017.)
51. Uredba Komisije (EU) br. 10/2011, Službeni list Europske unije, 13 sv. 45, 2011., <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&from=EN> (dokumentu prisupano dana 20.10.2017.)
52. Voćne kašice za bebe, <https://www.hipp.hr/dohrana/proizvodi/vocne-kasice-i-deserti/vocne-kasice-za-bebe/> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
53. Hipp Hippis, <https://www.hipp.hr/kinder/proizvodi/hipp-hippis/> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
54. Rigid bottle or stand up pouch, http://www.logospack.com.hk/knowledge_de.php?id=145 (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)

55. Heinz products, <http://promo.heart.co.uk/heinz/products/> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
56. Campbell's label design, <https://www.campbellsoup.co.uk/blog/campbells-soup-can-design/> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
57. What Preservation Method Do You Use With Stand up Pouches for Soup Packaging, <https://www.standuppouches.net/blog/what-preservation-method-do-you-use-with-stand-up-pouches-for-soup-packaging> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
58. Knorr Soups, <http://www.knorr.pk/product/detail/864595/cream-of-tomato-soup> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
59. Retort Pouches and how they are changing our daily food packaging, <https://blog.bizongo.in/retort-pouches-and-how-they-are-changing-our-daily-foods-packaging/> (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
60. Promoting the Sustainability Benefits and Value of Flexible Packaging, <https://www.flexpack.org/sustainable-packaging/>, (dokumentu prisupano dana 20.10.2018.)
61. Wheeler A.: Designing Brand Identity: a complete guide to creating, building and maintaining strong brands, John Wiley and Sons, New Jersey, 2003.
62. Kapferer J. N.: The New Strategic Brand Management, 4th ed., Kogan page, London, 2008.
63. Tomiša M., Milković M.: Grafički dizajn i komunikacija, veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2013.
64. Ahmed R.R., Parmar V., Amin M.A.: Impact of Product Packaging on Consumer's Buying Behavior, European Journal of Scientific Research, Vol. 120 (2), 2014., str.145-157.
65. Calver G.: What is packaging design, Roto Vision SA, Mies, 2004.
66. Cropak Godine 2014, http://festacropak.hr/hr/00/prva/cropak/2014/2014_1/ (dokumentu prisupano dana 20.10.2017.)
67. Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskog parlamenta i vijeća, Službeni list Europske unije, 15 sv. 20, 20011., <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R1169>, (dokumentu prisupano dana 20.10.2017.)
68. Mumby R.: Printing for Packaging; Packaging Technology, Fundamentals, materials and processes, Emblem A., Emblem H., ed., Woodhead Publishing, 2012., str. 441
69. Tanhofer N.: Svijet boja, Novi liber, Zagreb, 2000.

70. Gravesen J.: The Metric of Colour Space, Graphical Models, 000, 2015., str. 1-10
71. Itten J.: The Art of Color, John Wiley & Sons, 2004.
72. Hunt R.W.G., Pointer M.R.: Measuring Colour, 4th edition, John Wiley & Sons, Series in Imaging Science and Technology, 2011.
73. Fairchild M.D.: Color Appearance Models, 3th ed., John Wiley & Sons, West Sussex, 2013.
74. Milković M., Mrvac N., Vusić D.: Vizualna psihofizika i dizajn, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2009.
75. Kuehni R. G.: Color Space and Its Divisions, John Wiley & Sons, New York, 2003.
76. Opara E., Cantwell J.: Color Works, Best Practices for Graphic Designers An Essential Guide to Understanding and Applying Color Design Principles, Rockport Publishers, Beverly, Massachusetts, 2014.
77. Meet the Color of the Year 2018, 07.12., 2017., <http://blog.butterlondon.com/bl-pantone-color-of-the-year-2018/>, (dokumentu prisupano dana 18.05.2018.)
78. Pantone Color of the year 2018, 12.11.2017, <https://design-milk.com/pantone-color-of-the-year-2018-ultra-violet/>, (dokumentu prisupano dana 18.05.2018.)
79. 2018 Pantone Color of the year, <http://www.qlm.com.au/event-details/EVENT80>, (dokumentu prisupano dana 18.05.2018.)
80. Tomerlin R.: Utjecaj korporativnog identiteta na ugled društveno odgovorne tvrtke, Magistarski rad, Grafički fakultet, Zagreb, 2009.
81. Mokryzicki W., Tatol M.: Color Difference Delta E – A survey, Machine Graphics and Vision, April, 2011.
82. Products & Solutions, <https://www.siegwerk.com/en/products-solutions.html>, (dokumentu prisupano dana 16.02.2018.)
83. Pekarovicova A., Husovska V.: Printing Ink Formulation. U: J. Izdebska, S. Thomas, ed.,: Printing on Polymers, Fundamentals and Applications, William Andrew, 2015., str. 42
84. Designing Packaging with Certainty, <http://www.sunchemical.com/sun-chemical-launches-fifth-edition-of-its-designing-packaging-with-certainty-guide/>, (dokumentu prisupano dana 12.02.2018.)
85. Ifra special report 2.18, 1996.
86. Green P.: Understanding Digital Color, 2nd ed., Pira International UK & GATFPtess, Pitsburg USA, 1999.

87. Tomiša M.: Određivanje kvalitativnih kriterija dizajna grafičkog proizvoda u procesu grafičke komunikacije, Doktorska disertacija, Grafički Fakultet Zagreb, 2011.
88. Bouchard R.P.: The Contradictions in How We Explain Colors, 09.05.2017., <https://medium.com/the-philipendium/the-contradictions-in-how-we-explain-colors-99f11c894fe7>, (dokumentu prisupano dana 14.06.2018.)
89. Milković M., Zjakić I., Vusić D.: Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama, Veleučilište u Varaždinu, 2010.
90. Wright, W.D.: 50 Years of the 1931 CIE Standard Observer for Colorimetry, AIC Color 81, 1981.
91. Berns, R.: Principles of Color Technology, 3rd ed., Wiley, New York, 2000.
92. Pardo J.P.: A Low-Cost Real Color Picker Based on Arduino, https://www.researchgate.net/figure/CIE-LAB-1976-color-space_fig2_263697963, (dokumentu prisupano dana 21.06.2018.)
93. A Guide to Understanding Color, x-Rite Pantone, https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/110-001_a_guide_to_understanding_color_communication/110-001_understand_color_en.pdf, (dokumentu prisupano dana 12.02.2018.)
94. Clark, F.J.J., McDonald, R., Rigg, B.: Modifications to the JPC79 Colour-Difference Formula. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 100, 128–132, 1984.
95. HunterLAB. Application Notes, Insight on Color October 1-15, 1996, Vol. 8, No. 13 (Rev. 01/04)
96. Luo, M.R., Cui, G., Rigg, B. (2000) The Development of the CIE 2000 Colour-Difference Formula: CIEDE2000. *Color Research and Application*, 26, 340-350.
97. Stomer, K: Color Systems in Art and Science, Golden Artist Colors, 1999.
98. Schlöpfer, K.: Color Gamut Compression – Correlations between Calculated and Measured Values. *IFRA Project Report*, EMPA, 1994.
99. 56Getting Color Right on Consumer Packaging, A Brand Manager's Guide, X-Rite Pantone
100. Fraser B., Murphy C., Bunting F.: Real World, Color Management, 2nd ed., Paechpit Press, Berkeley, 2005.
101. Izdebska J., Thomas S.: Printing on Polymers, Fundamentals and Applications, William Andrew, 2015.
102. Bolanča S.: Tisak ambalaže; Hrvatska Sveučilišna naklada, Zagreb 2013.

103. Flexo Gravure Global, Staying ahead of trends in flexible packaging, 2016.,
<https://flexo-gravure.com/dossiers/staying-ahead-of-trends-in-flexible-packaging/>
 (dokumentu prisupano dana 19.07.2018.)
104. Das S.: Advances in 2D/3D Printing of Functional Nanomaterials and Their
 Applications, https://www.researchgate.net/figure/Schematic-comparison-between-gravure-printing-and-flexographic-printing-Reprinted-with_fig9_270821080,
 (dokumentu prisupano dana 16.08.2018.)
105. Anyadike N.; Introduction to Flexible Packaging, Pira International Ltd., Surrey,
 2003.
106. Converting Machine Guide, <http://www.ctiweb.co.jp/soran/en/products/1131>,
 (dokumentu prisupano dana 16.08.2018.)
107. RS 6003 – Rotogravure printing presses,
https://www.bobst.com/bren/products/gravure/gravure-presses/overview/machine/rs-6003/#.XH_QyVxKiUkSutter J., Dudler V., Meuwly R.: Packaging Materials
 Printing Inks for Food Packaging Composition and Properties of Printing Inks, ILSI
 Europe, 2011. (dokumentu prisupano dana 16.08.2018.)
108. Sutter J., Dudler V., Meuwly R.: Packaging Materials Printing Inks for Food
 Packaging Composition and Properties of Printing Inks, ILSI Europe, 2011.
109. Digital Printing, <https://www.prepressure.com/printing/processes#digital>,
 (dokumentu prisupano dana 19.07.2018.)
110. The 5 Advantages of Digital Printing for Custom Labels, 2017.,
<https://www.consolidatedlabel.com/label-articles/5-advantages-digital-printing/>
 (dokumentu prisupano dana 16.08.2018.)
111. Amos S.: Digital Print, A Bigger Spectrum, F.E. Burman Ltd., London, 2016.
112. Target Labels Installs HP Indigo Digital Press, 10.12.2014., <https://www.pffc-online.com/news/12583-target-labels-installs-hp-indigo-digital-press>, (dokumentu
 prisupano dana 24.08.2018.)
113. Winger R.J.: Preservation Technology and Shelf Life, Chapter 6, Aspen Publishers,
 2000.
114. Halil E.; Can and Canned Food Production Technology, Sarten Ambalaj San. Ve Tic.
 A.S., Istanbul 2016.

115. Berk Z.: Chapter 17 - Thermal processing,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128120187000178>
 Food Process Engineering and Technology (Third Edition) Food Science
 and Technology 2018, Pages 399-420
116. SafeFood 360⁰, Whitepaper, Thermal Processing of Food, 2014.,
<http://safefood360.com/resources/Thermal-Processing-of-Food.pdf>, (dokumentu
 prisupano dana 21.09.2018.)
117. Rahman, M.S.: Handbook of food preservation. Food science and technology. A
 series of, monographs, textbooks, and reference books. New York, 1999.
118. Herson A.C., Hulland, E.D.: Canned Foods, Thermal Processing and microbiology,
 Churchill Living Stone, Edinburgh, 1980.
119. Featherstone S.: A Complete Course in Canning and Related Processes (14th ed.),
 Volume 2, Microbiology, Packaging, HACCP and Ingredients, Woodhead
 Publishing, 2015, Pages 137-146
120. Hiperbaric, HPP Technology, <https://www.hiperbaric.com/en/high-pressure>
 (dokumentu prisupano dana 21.09.2018.)
121. Food Safety, High Pressure Processing of Foods, Authority of Ireland, Issue no.1,
 2015., <https://www.HPP%20Factsheet%202015%20FINAL.pdf>, (dokumentu
 prisupano dana 28.09.2018.)
122. Lo´pez-Rubio A., Lagaron J.M., Hernandez-Munoz P., Almenar E., Catala R.,
 Gavara R, Melvin A. P.: Effect of high pressure treatments on the properties of
 EVOH-based food packaging materials, Innovative Food Science and Emerging
 Technologies 6, 2005., str. 51– 58
123. Palou E., Lopez-Malo A., Barbosa-Canovas G. V., i Swanson B. G.: High-pressure
 treatment in food preservation (str. 815-853). U Rahman M.S., ed., Handbook of
 food preservation, 2 ed., CRC Press, Boca raton, 2007.
124. Alpas H., Kalchayanand N., Bozoglu F., Sikes A., Dunne C. P., i Ray, B.: Variation
 in resistance to hydrostatic pressure among strains of food-borne pathogens, Applied
 and Environmental Microbiology, 65(9), 4248–4251, 1999.
125. Caner C., Hernandez R. J., i Harte B. R.: High-pressure processing effects on the
 mechanical, barrier and mass transfer properties of food packaging flexible
 structures, Packaging Technology and Science, 17(1), 2004., str. 23–29

126. Mensitieri G., Scherillo G., Iannace S.: Flexible packaging structures for high pressure treatments, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17, 2013., str. 12–21
127. Sevenich R., Kleinstueck E., Crews C., Anderson W., Pye C., Riddellova K., Hradecky J., Moravcova E., Reineke K., Knorr D.: High-Pressure Thermal Sterilization: Food Safety and Food Quality of Baby Food Puree High-Pressure Thermal Sterilization, *Journal of Food Science*, Vol.79, Issue 2, veljača 2014., str. 230-237.
128. Devlieghere F., Debevere J.: MAP product safety and nutritional quality, str. 208-230, U Ahvenainen R., ed.: *Novel Food Packaging techniques*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2003.
129. Ahvenainen R.: Active and intelligent packaging, str. 5-21., u Ahvenainen R., ed.: *Novel Food Packaging techniques*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2003.
130. Charles L. W.: *Intelligent and Active Packaging for Fruits and Vegetables*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007.
131. Brody A.L., Strupinsky E.R., Kline L.R.: *Active Packaging for food applications*, CRC Press, Boca Raton, 2001.
132. Oxygen Absorbers, 15.12.2014., <http://www.oxygen-absorbers.com/oxygen-absorbers-for-fresh-and-safe-meat-packaging/>, (dokumentu prisupano dana 21.09.2018.)
133. Bring Back Nescafe „Hot When You Want“ Self Heating Coffee Product, <https://www.facebook.com/Bring-Back-Nescaf%C3%A9-Hot-When-You-Want-Self-Heating-Coffee-Product-166208350149683/>, (dokumentu prisupano dana 21.09.2018.)
134. Product Focus: Smart & Active Packaging, <http://www.packagedesignmag.com/content/product-focus-smart-active-packaging-0>, (dokumentu prisupano dana 21.09.2018.)
135. Interactive Packaging Solutions Based on RFID Technology and Controlled Delamination Material Jie Gao, Zhibo Pang, Qiang Chen and Li-Rong Zheng iPack Vinn Excellence Center, School of Information and Communication Technology, Royal Institute of Technology (KTH) Isafjordsgatan 39, 164 40 Kista-Stockholm, Sweden {ijgao, zhibo, qiangch, lirong}@kth.se
136. RFID identifikacija CCERT-PUBDOC-2007-01-179

137. Haagen Dazs: Concerto Timer, <https://vimeo.com/71502987>, (dokumentu prisupano dana 26.09.2018.)
138. Franz R., Welle F.: Recycling Packaging Material, str. 497-518, u Ahvenainen R., ed.: Novel Food Packaging Techniques, Woodhead Publishing, Cambridge, 2003.
139. Nestle Pure Life Launches New Bottle Made From 100% Recycled Plastic, <https://www.nestle-watersna.com/en/nestle-water-news/pressreleases/nestle-pure-life-launches-new-bottle-made-from-100-recycled-plastic>, (dokumentu prisupano dana 26.09.2018.)
140. Song J., Kay M., Coles R.: Bioplastics, str. 295-319, u Coles R., Kiwan M., ed.: Food and Beverages Packaging Technology, 2nd ed., Willey - Blackwell Publishing, west Sussex, 2011.
141. Mohan A.M.: Dasani and Odwalla launch nationally in Plant Bottle, https://www.greenerpackage.com/bioplastics/dasani_and_odwalla_launch_nationally_plantbottle, (dokumentu prisupano dana 26.09.2018.)
142. Žugaj M.: Metodologija znanstveno istraživačkog rada
143. Dream Bigger. Creative Cloud, <https://www.adobe.com/creativecloud.html>, (dokumentu prisupano dana 26.09.2018.)
144. Packaging prepress software for Mac, <https://www.esko.com/en/products/artpro>, (dokumentu prisupano dana 26.09.2018.)
145. Grafička priprema, <http://anilox.hr/graficka-priprema/graficka-priprema-opcenito/>, (dokumentu prisupano dana 28.09.2018.)
146. Epson Stylus Pro WT 7900, <https://www.epson.hr/products/printers/large-format-printers/epson-stylus-pro-wt7900>, (dokumentu prisupano dana 28.09.2018.)
147. As unique as the packaging industry itself: GMG FlexoProof, <https://www.gmgcolor.com/products/flexoproof/>, (dokumentu prisupano dana 28.09.2018.)
148. <http://dgflickprints.com/INT/imposition.php>, (dokumentu prisupano dana 28.09.2018.)
149. Heliograph Holding: Gravure cylinder lines: <https://www.heliograph-holding.com/solutions/gravure-cylinder-lines/?lang=en>, (dokumentu prisupano dana 28.09.2018.)
150. JMHeaford solution: Rotogravure Cylinder Proofing: <http://www.jmheaford.co.uk/products/gravure-range-ha.html>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)

151. Bobst, Gravure Presses: <https://www.bobst.com/us/en/products/gravure/gravure-presses/#.W6jcImgzaUI>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)
152. Ink, Heart & Soul, Colors and lacquers for Retortable stand up pouches with PV inks: <https://www.siegwerk.com/en/products-solutions/detail/retortable-stand-up-pouch-with-pv-inks.html#technology=148>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)
153. Bobst, Laminating machines: <https://www.bobst.com/us/en/products/laminating-flexible-materials/laminating-machines/#.W6jc3GgzaUI>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)
154. Henkel, Flexible laminates, Adhesive solution for the flexible packaging industry: <https://www.henkel-adhesives.com/us/en/industries/packaging-and-paper/flexible-laminates-adhesives.html>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)
155. Totani, Products, BH-60DLLS: <http://www.totani.co.jp/en/products/BH-60DLLS.html>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)
156. All Retorts, Green One – Lagarde Pilot: <https://www.all-retorts.com/en/products/lagarde-pilot>, (dokumentu prisupano dana 03.10.2018.)
157. Stansted Fluid Power: <http://www.pressuretesting.net/>, (dokumentu prisupano dana 03.10.2018.)
158. Hunter Lab, Color Quest XE User Manual: <https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/203938685-ColorQuest-XE-User-Manual>, (dokumentu prisupano dana 08.02.2018.)
159. Applications Note, Insight of Color, Vol. 17, No. 5: <https://www.hunterlab.se/wp-content/uploads/2012/11/Equivalent-White-Light-Sources-and-CIE-Illuminants.pdf>, (dokumentu prisupano dana 30.09.2018.)

10. POPIS TABLICA, SLIKA, GRAFOVA I FORMULA

Popis tablica

1. Tablica 2.1. Ambalažni materijali za prehrambene proizvode prema vrsti ambalažnog materijala, Europa	8
2. Tablica 2.2. Karakteristike polimera koji se koriste za ambalažu prehrambenih proizvoda	12
3. Tablica 2.3. Svojstva monomaterijala koja se prenose u izradi višeslojne ambalaže	13
4. Tablica 2.4. Propusnost ambalažnog materijala na zrak i vodenu paru prije i nakon procesuiranja temperaturnim režimom pri visokom tlaku	17
5. Tablica 2.5. Broj samostojećih vrećica prema kategorijama proizvoda plasiranih na tržište Europe	26
6. Tablica 2.6. Broj samostojećih vrećica plasiranih na tržište prema vrsti materijala, Europa	27
7. Tablica 3.1. Kriteriji za kolorimetrijsku ocjenu razlike za izmjerene boje	55
8. Tablica 3.2. Kriteriji za kolorimetrijsku ocjenu razlike za izmjerene boje	55
9. Tablica 5.1. Broj prehrambenih proizvoda obrađenih HPP procesom, prema kategoriji hrane, područje Europe	76
10. Tablica 6.1. Mjerenje otisak Podravka crvenam	104
11. Tablica 6.2. Mjerenje otisak Vegeta plava	105
12. Tablica 6.3. Mjerenje kaširanje Podravka crvena	106
13. Tablica 6.4. Mjerenje kaširanje Vegeta plava	107
14. Tablica 6.5. Mjerenje sterilizacija rominjanje Podravka crvena	108
15. Tablica 6.6. Mjerenje sterilizacija rominjanje Vegeta plava	109
16. Tablica 6.7. Mjerenje sterilizacija zrak/para Podravka crvena	110
17. Tablica 6.8. Mjerenje sterilizacija zrak/para Vegeta plava	111
18. Tablica 6.9. Mjerenje obrada visokim hidrostatskim tlakom Podravka crvena	112
19. Tablica 6.10. Mjerenje obrada visokim hidrostatskim tlakom Vegeta Plava	113
20. Tablica 6.11. Mjerenje usporedba vrijednosti na 1 uzorku – Podravka crvena	116
21. Tablica 6.12. Mjerenje usporedba vrijednosti na 1 uzorku – Vegeta plava	119

Popis slika

1. Slika 2.1. Financijski postotak udjela ambalažnih materijala	7
2. Slika 2.2. Potražnja za polimernim materijalima u Europi, glavni proizvodni sektori	9
3. Slika 2.3. Potražnja za polimernim materijalima prema vrsti i sektoru proizvodnje u Europi	10
4. Slika 2.4. Generički višeslojni ambalažni materijal	14
5. Slika 2.5. Višeslojni materijal koji se koristi u istraživanju	15
6. Slika 2.6. Hipp dječje kašice u staklenoj ambalaži	21
7. Slika 2.7. Hipp dječje kašice u samostojećim vrećicama	21
8. Slika 2.8. Heinz kečap u zamjenskome ambalažnom materijalu	22
9. Slika 2.9. Heinz juhe u limenkama	22
10. Slika 2.10. Heinz juhe u samostojećim vrećicama	22
11. Slika 2.11. Campbell's juhe u limenkama	23
12. Slika 2.12. Campbell's juhe u samostojećim vrećicama	23
13. Slika 2.13. Knorr dehidrirane juhe u vrećicama	23
14. Slika 2.14. Knorr juhe u samostojećim vrećicama	24
15. Slika 2.15. Dizajn Podravka i Vegeta juha, dehidrirane juhe	25
16. Slika 2.16. Prijedlog dizajna za Podravka i Vegeta tekuće juhe	25
17. Slika 2.17. Benefiti ambalaže od fleksibilnih materijala s aspekta održivog razvoja	28
18. Slika 2.18. Adaptirani trokut robne marke	30
19. Slika 2.19. Marketing mix	31
20. Slika 2.20. Vegeta ambalaža, dizajn kroz povijest	35
21. Slika 2.21. Podravka zaštitni znak, dizajn kroz povijest	36
22. Slika 2.22. Primjena Uredba (EU) br. 1169/2011 na ambalaži Podravka juha (staro vs novo)	37
23. Slika 3.1. Preduvjeti za percepciju boje	38
24. Slika 3.2. Disperzija sunčeve svjetlosti kroz prizmu	39
25. Slika 3.3. Vidljivi dio spektra i nazivi boja	39
26. Slika 3.4. Pantone boja godine i utjecaj na kozmetičku industriju	40
27. Slika 3.5. Utjecaj na industrijski dizajn	40
28. Slika 3.6. Aplikacija na ambalaži prehrambenog proizvoda	40

29. Slika 3.7. Efekt boje na različitim podlogama	43
30. Slika 3.8. Globalne robne marke i upotreba boja za vizualni identitet	44
31. Slika 3.9. Vrste migracija	48
32. Slika 3.10. Klasifikacija prostora boja	48
33. Slika 3.11. Aditivna i suptraktivna sinteza boja	49
34. Slika 3.12. Prikaz principa djelovanja komplementarnih boja	50
35. Slika 3.13. CIE Lab prostor boja	51
36. Slika 3.14. Elipsoidi tolerancije u prostoru boja	54
37. Slika 4.1. Shematski prikaz fleksotiska	61
38. Slika 4.2. Stroj za fleksotisak	62
39. Slika 4.3. Shematski prikaz bakrotiska	62
40. Slika 4.4. Stroj za bakrotisak	64
41. Slika 4.5. Digitalni tisak – akcija „Svjetsko nogometno prvenstvo Rusija“	69
42. Slika 4.6. Stroj za digitalni tisak	69
43. Slika 5.1. Vertikalni i horizontalni autoklav	72
44. Slika 5.2. Proces obrade visokim hidrostatskim tlakom	73
45. Slika 5.3. Sakupljači kisika, aktivna ambalaža	78
46. Slika 5.4. Kava u metalnoj ambalaži sa samozagrijavanjem	78
47. Slika 5.5. Inteligentna ambalaža	79
48. Slika 5.6. Proširena stvarnost	80
49. Slika 5.7. Ambalaža iz recikliranih polimernih materijala	81
50. Slika 5.8. Ambalaža iz biorazgradivih materijala	82
51. Slika 6.1. Tehnički nacrt samostojeće vrećice	90
52. Slika 6.2. Dizajn samostojeće vrećice Vegeta juha	91
53. Slika 6.3. Dizajn samostojeće vrećice Podravka juha	92
54. Slika 6.4. Separacija Podravka crvena uzorak – plavo zelena	92
55. Slika 6.5. Separacija Podravka crvena uzorak – purpurna	93
56. Slika 6.6. Separacija Podravka crvena uzorak – žuta	93
57. Slika 6.7. Separacija Podravka crvena uzorak – crna	93
58. Slika 6.8. Separacija Podravka crvena uzorak – Podravka crvena	94
59. Slika 6.9. Separacija Podravka crvena uzorak – bijela	95
60. Slika 6.10. Korektura i ovjera na tiskarskom stroju	96
61. Slika 6.11. Zavarivanje uzoraka	98
62. Slika 6.12. Priprema uzoraka za sterilizaciju	98

63. Slika 6.13. Autoklav za šaržnu sterilizaciju	99
64. Slika 6.14. Standard Podravka crvena – krivulja	101
65. Slika 6.15. Standard Vegeta plava – krivulja	102
66. Slika 6.16. Mjerenje otiska na uređaju ColorQuest XE	103
67. Slika 6.17. Usporedne krivulje za Podravka crvenu	117
68. Slika 6.18. Usporedne krivulje za Vegeta plavu	120

Popis grafova

1. Graf 2.1. Ambalažni materijali za prehrambene proizvode prema vrsti ambalažnog materijala, Europa 8
2. Graf 2.2. Broj samostojećih vrećica prema kategorijama proizvoda plasiranih na tržište, Europa 26
3. Graf 2.3. Broj samostojećih vrećica plasiranih na tržište prema vrsti materijala, Europa 27
4. Graf 5.1. Broj prehrambenih proizvoda obrađenih HPP procesom, prema kategoriji hrane, Europa 76

Popis formula

- (3.1) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (3.2) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (3.3) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 230
- (3.4) Wyszecki G., Stiles W.S., "Color Science", Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [6(3.3.9.)] str. 167
- (3.5) Wyszecki G., Stiles W.S., "Color Science", Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [6(3.3.9.)] str. 167
- (3.6) Wyszecki G., Stiles W.S., "Color Science", Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [11(3.3.9.)] str. 168
- (3.7) Wyszecki G., Stiles W.S., "Color Science", Second Edition, JohnWiley & Sons, Inc., New York, 2000., [4(3.3.9.)] str. 168
- (3.8) Malacara D., "Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications", Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 97
- (3.9) Malacara D., "Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications", Spie Press, Washington, 2002., (5.26.) str. 96
- (3.10) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (3.11) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (3.12) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 79
- (3.13) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165

- (3.14) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (3.15) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (3.16) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 165
- (3.17) Wyszecki G., Stiles W. S., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas", Second Edition, Wiley-Classics, New York, ISBN 978-0471399186, 2000., str. 166
- (3.18) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (3.19) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (3.20) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (3.21) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (3.22) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235
- (3.23) Kuehni R. G., "Color space and its divisions: color order from antiquity to the present", John Wiley & Sons, ISBN 978-0471326700, 2003., str. 235

11. ŽIVOTOPIS

Renata Tomerlin diplomirala je na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1997., godine. Od 1997., do 1998., radila je u Bilokalniku IPA (industrija papirne ambalaže) u odjelu Centralne tehnološke pripreme. Od 1998., zaposlena u Podravki u sektorima Marketing, Korporativne komunikacije, Istraživanje i razvoj, Korporativni marketing i komunikacije na raznim funkcijama povezanim sa grafičkim dizajnom, ambalažom, tiskom, grafičkom pripremom i vizualnim identitetom. Posljednjih deset godina obnaša funkciju direktora službe Ambalaža i dizajn.

Diplomirala je na menadžerskoj akademiji POMAK (Podravka Management Academy) 2006., godine. Akademija se sastojala od dva modula; FBA (Fundamental of Business Administration) i Leadership, a održana je u suradnji sa Ekonomskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu.

Na Grafičkom fakultetu u Zagrebu obranila je Magistarski rad 2009., godine. Sudjelovala i prezentirala na nizu konferencija i stručnih seminara u zemlji i inozemstvu. Kao predstavnik Instituta za ambalažu Hrvatske i pod pokroviteljstvom WPO-a (World Packaging Organisation) sudjeluje na edukaciji u Institutu za ambalažu Indije: „Packaging, Principles, Materials and Systems“, Mumbai, Indija, 2010. U suradnji sa Institutom za ambalažu Gane održala radionicu „Capacity building for the Food Packaging Industry in Ghana – The role of Packaging Design“, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Gana, 2013. Na European University u Skopju održala radionicu pod nazivom: „Design for healthy and organic products, Packaging, Label, Brand“, Skopje, Makedonija, 2014. Održala prezentaciju o prednostima In mold etiketa: „Advantages of IML (Inmold Label) Packaging“, Zagreb, Hrvatska, 2015. Bila angažirana za konzultantske usluge u Birou za standarde Tanzanije, na projektu: „Development of appropriate packaging prototype“, Tanzania Bureau of Standards, Tanzanija, 2015. Na konferenciji Plastic Pouches 2016., prezentirala rad pod nazivom: „Translating a creative idea into executable consumer packaging“, Beč, Austrija, 2016.

POPIS RADOVA

1. Tomerlin R.: Utjecaj korporativnog identiteta na ugled društveno odgovorne tvrtke/magistarski rad, Zagreb, Grafički fakultet, 2009.

2. Pavić, V., Matijević, M., Tomiša, M., Tomerlin, R.: „Trendovi u grafičkoj industriji“, Tiskarstvo & design 2013 / Žiljak Vujić, Jana (ur.), ISBN: 9789537064204, Zagreb: FS, 2013, str.11.
3. Tomerlin, R., Tomiša, M., Vusić, D.: Deviations of Spot Colorimetric Values on Multi-layered Flexible Packaging during the Graphic Reproduction and Sterilisation Process, Tehnički vjesnik/Technical Gazette, Vol. 26/No. 2, 2019., <https://doi.org/10.17559/TV-20190119234822>