

# AUTOMATIZACIJA PROCESA PAKIRANJA SVJEŽE RIBE U MAP OKRUŽJU

---

**Matasić, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:259903>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-15**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

MATIJA MATASIĆ

AUTOMATIZACIJA PROCESA  
PAKIRANJA SVJEŽE RIBE  
U MAP OKRUŽJU

ZAVRŠNI RAD

Karlovac 2023.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

MATIJA MATASIĆ

AUTOMATIZACIJA PROCESA  
PAKIRANJA SVJEŽE RIBE  
U MAP OKRUŽJU

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Vladimir Tudić, prof.struč.stud.

Karlovac 2023.

## SAŽETAK

Zadatak ovog Završnog rada je opis funkcioniranja automatiziranog sustava za pakiranje svježih ribljih proizvoda u modificiranu atmosferu. Opisani sustav je postrojenje jedne Hrvatske kompanije za preradu ribljih proizvoda, te svi parametric podešavanja strojne opreme ostaju poslovna tajna.

Industrija za razvoj pakiranja hrane, razvojem novih tehnologija i procesa pokušava smanjiti kritične točke sigurnosti hrane, osigurati svježinu upoakiranih prehrambenih proizvoda što duže moguće, pritome smanjiti troškove proizvodnje.

U ovom završnom radu opisan je process automatizacije, te objašnjeno nekoliko ključnih senzora koji su od ključne važnosti za automatizaciju procesa.

**KLJUČNE RIJEČI:** MAP, sigurnost hrane, target batcher, mjerač naprezanja, SKIN, metal detektor, zaplinjavanje.

## ABSTRACT

The task of this Final Thesis is to describe the functioning of the automated system for packaging fresh fish products in a modified atmosphere. The described system is a facility of one Croatian company that process fish products, and all parameter settings of the hardware remain a trade secret.

The industry for the development of food packaging, by developing new technologies and processes, tries to reduce the critical points of food safety, to ensure the freshness of packaged food products as long as possible, while reducing production costs.

In this final paper, the automation process is described, and several key sensors that are of key importance for process automation are explained.

**KEY WORDS:** MAP, food safety, target batcher, strain gauge, SKIN, metal detector, gassing.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Povijesni razvoj .....	2
1.2. Skladištenje hrane.....	2
1.3 Sigurnost hrane.....	3
1.3.1 Fizička kontaminacija hrane .....	3
1.3.2 Kemijska kontaminacija .....	4
1.3.3 Biološka kontaminacija .....	4
<b>2. Prerada svježe ribe</b> .....	5
2.5. Cruft freez (tunelsko pothlađivanje).....	6
2.6 Target batcher.....	7
2.6.1 Princip rada target batceher-a.....	7
2.6.2. Vaganje.....	8
2.7. Princip rada digitalne vage .....	8
<b>3. Pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP)</b> .....	11
3.1.1 Polietilen ( PE ) .....	13
3.1.2 Polipropilen ( PP ) .....	13
3.1.3 Polietilen tereftalat ( PET ).....	14
3.2 SKIN – Pakiranje.....	15
3.3 Metal detektor.....	19
3.4 Sustav za deklariranje proizvoda - etiketirka .....	21
3.4 Završna kontrola.....	22
3.5 Dodatne mogućnosti unaprijeđenja sustava .....	23
3.5.1 Stroj za zamatanje paleta .....	23
<b>4. Zaključak</b> .....	24
ZAHVALA.....	25
Literatura .....	26

## Popis slika

Slika 1: Amfora. Izvor [] .....	2
Slika 2: Oznake sigurnosti hrane. Izvor[14].....	4
Slika 3: Dijagram tijeka. Izvor [3].....	5
Slika 4: Target batcher. Izvor [1] .....	8
Slika 5: Mjerač naprezanja. Izvor[8] .....	9
Slika 6: Wheanstonvov most. Izvor [8].....	9
Slika 7: Pakiranje u MAP. Izvor [3].....	11
Slika 8: Polietilenska plitica. Izvor [3].....	13
Slika 9: Polipropilenske posude za skaldištenje hrane. Izvor[3] .....	14
Slika 10: PET plitice za pakiranje hrane. Izvor [3] .....	14
Slika 11: Primjer gotovog pakiranja. Izvorno autor .....	14
Slika 12: SKIN Pakiranje. Izvor[4] .....	15
Slika 13: Scorpius 600. Izvor [2].....	16
Slika 14: Easy-peel SKIN pakiranje. Izvor [3].....	16
Slika 15: SKIN pakiranje. Izvorno autor.....	17
Slika 16: SKIN očišćena orada u termoformingu. Izvorno autor. ....	18
Slika 17: Elektromagnetsko polje metal detektora. Izvor [8].....	20
Slika 18: Etaloni. Izvorno autor. ....	20
Slika 19: Stoja za zamatanje paleta .....	23
Slika 20: Stroj za filetiranje.....	23

## 1. UVOD

Princip modificiranog atmosferskog pakiranja (MAP) temelji se na promjeni sastava plinova u atmosferi pakiranja. Uvedeni plinovi se sastoje od O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Učinak ovakvog načina pakiranja vidljiv je tijekom distribucije i konzerviranja na samoj kvaliteti proizvoda od ribe i školjkaša.

MAP ima djelovanje da sprječava rast bakterija i oksidativne reakcije u hrani, uzimajući u obzir da vrstu, te početnu populaciju mikroba, sadržaju masti, plinskoj mješavini i omjeru volumena plina i volumena proizvoda, te najvažnijeg elementa temperature skladištenja.

Ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), je glavni inhibirajući spoj u usporedbi s drugim plinovima, ali više temperature sprječavaju otapanje CO<sub>2</sub> u proizvodu i utjecaj na inhibicijska svojstva što rezultira većim mikrobnim i enzimskom aktivnošću što dovodi do oštećenja proizvoda. Poznavajući svojstva proizvoda, odabirom odgovarajuće ambalaže za pakiranje, te precizno određenom kombinacijom plinova kao i finalno skladištenje proizvoda na adekvatnoj temperaturi su ključni faktori koji doprinose uspješnom upakiranim ribljim proizvodima.

Ovakav način pakiranja uvelike je doprinio brzom i kontinuiranom rastu akvakulture posljednjih desetljeća, zbog povećane potražnje za ribom i ribljim proizvodima izazvanim prevelikim ulovima divlje ribe. Sektor akvakulture ima mogućnost osiguravati kontinuirano proizvode s visokim standardima kvalitete koji pokrivaju potrebe tržišta. Tehnika pakiranja u modificiranu atmosferu (MAP) pojavila se tijekom posljednja dva desetljeća i mnoga izvješća ukazuju na povoljan učinak na mnoge parametre kvalitete tijekom konzerviranja ribe i ribljih proizvoda. Uporaba MAP-a ujedno nudi prednost u sigurnoj distribuciji kvalitetnih proizvoda iz akvakulture.

Navedeni članci sadržavaju većinu eksperimentalnih podataka primjenjene tehnike pakiranja (MAP) na ribu i riblje proizvode kako bi se dobio jasan pregled potencijala za buduću komercijalnu uporabu.

## 1.1. Povijesni razvoj

Gledajući razvoj čovječanstva i osnivanje prvih naselja, možemo reći da je veliku ulogu u osnivanju istih imali oblici prezervacije i skladištenja hrane. Tijekom prošlosti svaka kultura je imala različite metode prezervacije hrane. Hrana po svojoj prirodi u jako kratkom vremenu truli, te da se čovjek ne bi morao konstantno seliti u potrazi za hranom, morao je pronaći način za prezervaciju hrane. Ovisno o klimatskoj regiji u kojoj se nalazio, prezervaciju hrane je odrađivao sušenjem, zamrzavanjem, fermentacijom, kiseljenjem. Hranu koja je bila prezervirana, trebalo je skladištiti na neki način, time su stvorena prva pakiranja koja su bila od prirodnih materijal koji su bili dostupni, (lišće, kore drveća, životinjska koža).

Kako se civilizacija razvijala, razvijali su se i materijali za očuvanje hrane, postajali su izdržljiviji.

Kada govorimo o nekim od prvih načina pakiranja prehrambenih proizvoda, najupečljatljiviji trag kroz povijest ostavljaju grčke amfore za skladištenje vode, vina, ulja, žitarica i dr.



*Slika 1: Amfora. Izvor [17]*

## 1.2. Skladištenje hrane

Povećanjem stanovništva na Zemlji, dovodi do potrebe za povećanom proizvodnjom prehrambenih proizvoda, te skladištenjem i distribucijom istih. Dobro pakiranje mora moći osigurati dovoljno dug rok trajanja uz visoku razinu kvalitete. Današnja pakiranja prehrambenih proizvoda kontaminacije, reakcije hrane s materijalom u koji se pakira ne smiju postojati.



Svaki prhrambeni proizvod se pakira u tri tipa pakiranja:

- a) Primarno pakiranje – u izravnom kontaktu s proizvodom
- b) Sekundarno pakiranje – služi za upakiravanje više istih primarnih pakiranja istog proizvoda radi lakšeg skladištenja i distribucije
- c) Tercijalno pakiranje – podrazumijeva više sekundarnih pakiranja posloženih na paletu te zamotanih u foliju radi sigurnosti prilikom transporta

Pakiranje mora zadovoljavati uvjetima za sigurnost hrane, omogućiti adekvatan rok trajanja proizvodu, olakšati transport, te mogućnost recikliranja. Ujedno pakiranje mora kranjem potrošaču privući pažnju i indelicirati različite inačice istog proizvoda. U današnjem digitalnom svijetu, načini pakiranja proizvoda se razvijaju kroz nove biorazgradive materijale s unikatnim dizajnima.

### 1.3 Sigurnost hrane

Hrana koja se plasira na tržište mora zadovoljavati uvjetim i normama o sigurnosti hrane.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), je sustav kontrole koji omogućava indentifikaciju, procjenu i uspostavu kontrole nad kemijskim, fizičkim i biološkim opasnostima koje se vežu za sigurnost hrane u bilo kojoj fazi pripreme, proizvodnje, prerade, pakiranja, skaldištenja, transporta i distribucije.

Postoji tri glavne vrste kontaminacije hrane

- a) Fizička
- b) Kemijska
- c) Biološka

#### 1.3.1 Fizička kontaminacija hrane

Podrazumijeva strana tijela koja su prisutna u hrani, te najčešće kao strana tijela u hrani su zemlja, kosa, čestice metal. Pojedina strana tijela se mogu uspješno ukloniti tiejkom procesa proizvodnje (čestice metala putem metal detektora), dok ostale se u proizvodnji izrazito teško mogu zamijetiti uzevši u obzir ogromne količine koje se proizvedu u jednom danu.

### 1.3.2 Kemijska kontaminacija

Kontaminacija koja se ostvaruje uporabom pesticida, korištenjem nedozovljenih aditiva u hrani ili reakcijom hrane s materijalom pakiranja.

### 1.3.3 Biološka kontaminacija

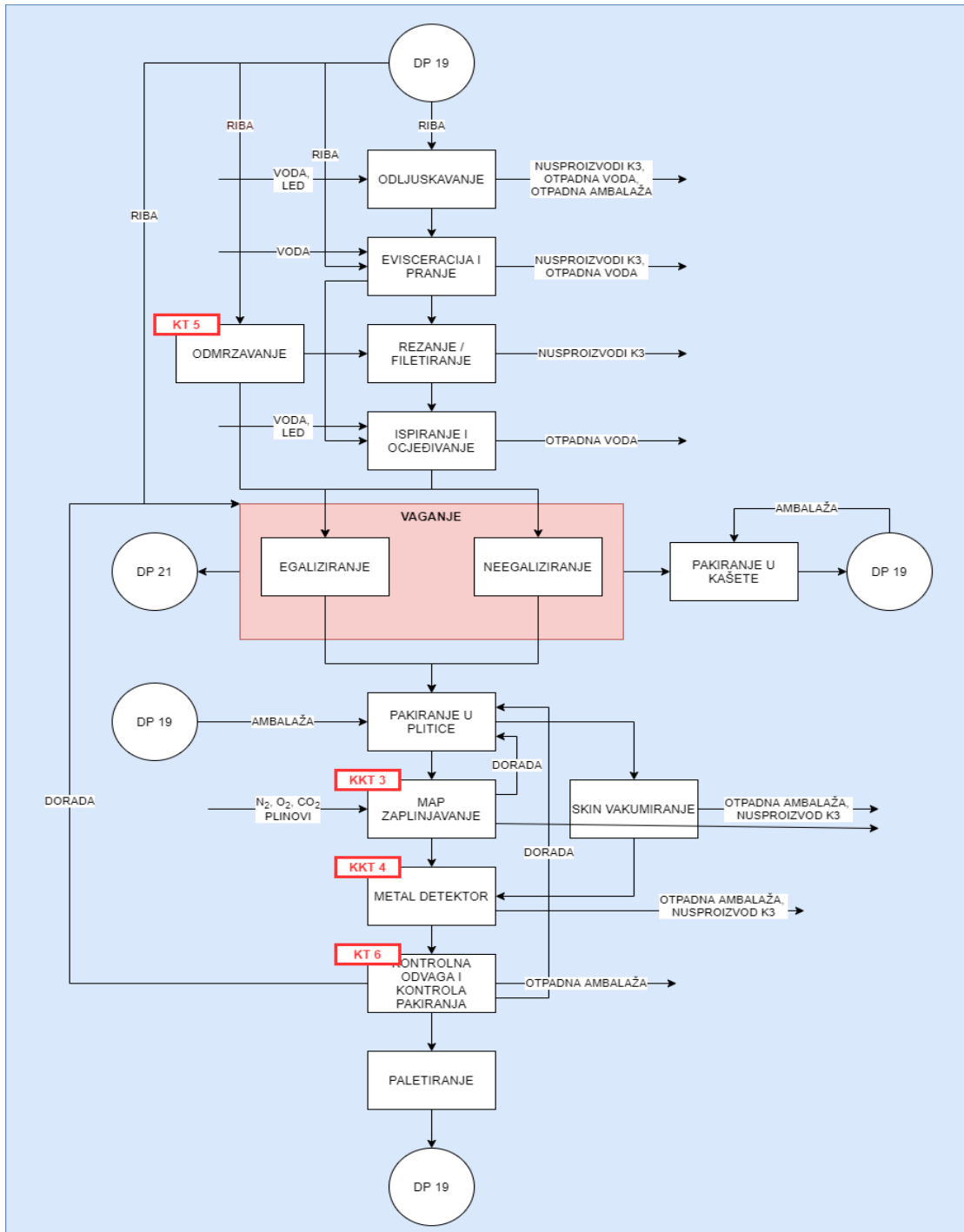
Do biološke kontaminacije dolazi kontaktom živih organizama (ljudi, životinja, mikroorganizama) s hranom. Bakterijska kontaminacija je glavni uzrok otrovanja hranom današnjice.



Slika 2: Oznake sigurnosti hrane. Izvor[14]

## 2. Prerada svježe ribe

U ovom dijelu rada biti će predložen dijagram toka procesa u kojemu se može vidjeti pregledno od kojih faza se sastoji process pakiranja ribe. Predloženo na slici 3.



Slika 3: Dijagram tijeka. Izvor [3]

Proces započinje transportom svježe ribe na temperaturnom režimu do skladišta za prihvata.

Početni proces same prerade započinje odljuskavanjem svježe ribe u stroju namijenjenom za odljuskavanje ribe, takozvanom, bubanj.

U bubanj za odljuskavanje ribe ulazi voda, led, svježa riba, dok u mrežu za prihvata uzlaze ljuske. Rotacijom bubnja, te tlačnim puštanjem vode kroz otore, ostvaruje se dovoljan potisak za efikasno skidanje ljusaka s ribe.

Nakon odljuskavanja slijedi process evisceriranja i pranja na stolovima za čišćenje ribe (ručni postupak) ili na eviscerirkama (automatizirani stojni postupak).

## 2.5. Cruft freez (tunelsko pothlađivanje)

Prethodno obrađeni proizvod podliježe naknadnom ispiranju u komori za otapanje (strogo kontrolirani temperaturni režim), u kojoj se temperature proizvoda dodatno spušta mješavinom vode i leda ili postupkom cruft freez.

Potrebno je dodatno spustiti temperature proizvoda zbog daljnjeg procesa uplinjavanja gdje se radom stroja i toplinskim zaljepljivanjem, temperature proizvoda podiže za 1,5°C.

## 2.6 Target batcher

Target batcher je polu-automatski stroj za doziranje proizvoda fiksne težine ili broja komada.

Stroj ima iznimnu preciznost odvage, efikasnost i efektivnost.

Target batcher je kontroliran putem M3210 kontrolorela, koji pruža korisničko sučelje.

Okvir grafičkog sučelja osjetljivog na dodir oboženo je nehrđajućim čelikom, te je u potpunosti zaštićeno kako bi bio otporno na vodu i vlagu.

Uređaj je opremljen Ethernet konekcijom kako bi mogao biti uparen s Marel's Innova systemom radi rutinskih održavanja i inspekcijskog nadzora rada stroja.

### 2.6.1 Princip rada target batcher-a

U programskom sučelju se odabire željena težina i proizvod kako bi se mogli pratiti potrebni parametri na kraju pakiranja (ukupna težina, broj komada)

Svježa riba se transportira po pokretnoj traci u transporterima kako bi se osigurala konstantna dobava proizvoda za izvagu.

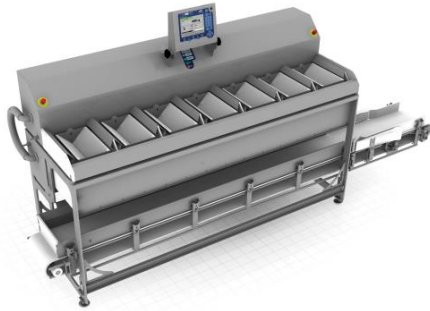
Operater sortira svježu ribu u prazne posude u kojima se odrađuje izvaga proizvoda.

Prikaz stroja Target batcher na slici 4.

Ukoliko u posudama za vaganje ostvarimo željenu težinu uzevši u obzir i definirano dopušteno odstupanje, svježa riba se ispušta iz posuda za vaganje u zasebne transportne posude na transportnoj traci.

Svježa riba koja nije uspjela zadovoljiti zahtjeve odvage se izbacuje iz daljnjeg procesa, do novog sparivanja za potrebnu egalizaciju. Proizvodi koji su prošli egalizaciju, pokretna traka prenosi do sljedeće stanice za pakiranje proizvoda u MAP.

Slika 4: Target batcher. Izvor [1]



### 2.6.2. Vaganje

Prema zahtjevima kupaca svježa ribe se može pakirati na egaliziranu težinu (fiksna vrijednost) ili negelaziranu težinu. Egalizacija proizvoda se vrši na target batcheru, dok se neegalizirani proizvodi važu na procesnoj vagi.

### 2.7. Princip rada digitalne vage

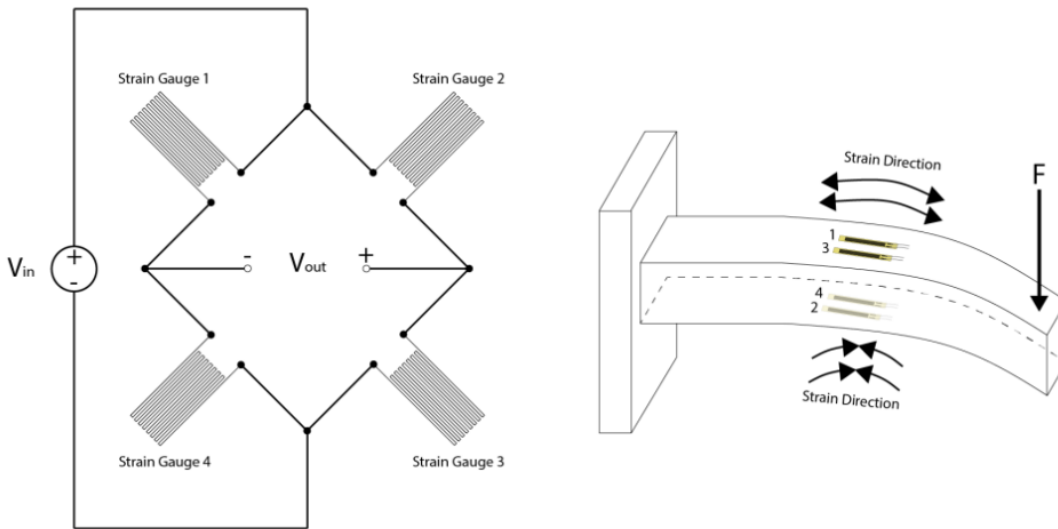
Mjerač naprezanja je otpornik koji se koristi za mjerenje naprezanja na objektu. Primjenom vanjske sile na predmet dolazi do deformacije oblika predmeta. Deformacija oblika može biti tlačna ili vlačna.

Kada se predmet deformira unutar granica elastičnosti, ili postaje uži i dulji ili postaje kraći i širi se. Kao rezultat toga dolazi do promjene otpora.

Mjerač naprezanja osjetljiv je na male promjene koje se događaju u geometriji objekta.

Mjerenjem promjene otpora objekta može se izračunati količina inducirano naprezanja.

Promjena otpora obično ima vrlo malu vrijednost, a kako bi se osjetila ta mala promjena, mjerac napreznaja ima dugačku tanku metalnu traku raspoređenu u vijugavom uzorku na nevodljivom materijalu. Navedenom izvedbom nosača povećava se razina napreznaja, te se ona mogu mjeriti s visokom preciznošću.

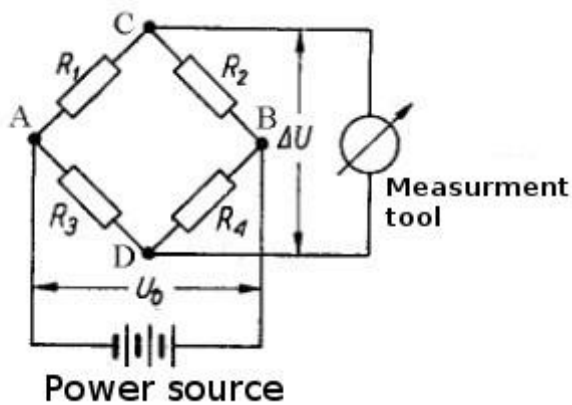


Slika 5: Mjerač napreznaja. Izvor[8]

Najkorišteniji sustav za mjerenje napreznaja funkcioniра na sustavu Wheatstonove mosta.

Wheastonov most je mjerni most za mjerenje električnog otpora sastavljen od četiri u četvorkut spojenih grana i dviju dijagonala. Grane četverokuta čine otpornici ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ) u jednoj dijagonali se nalazi osjetljivi mjerni električni instrument (nulindikator), a u drugoj izvor električne struje.

Mjerenje se izvodi dovođenjem mosta u ravnotežu mijenjanjem vrijednosti električnog otpora otpornika u pojedinim granama, tj. postizanjem da kroz dijagonalu u kojoj se nalazi mjerni instrument ne teče električna struja.



Slika 6: Wheanstonvov most. Izvor [8].

Uvjet ravnoteže Wheanstoneovog mosta

$$R_1 * R_4 = R_2 * R_3$$

U trenutku kada je most u ravnoteži, razliku napona između točaka C i D možemo odrediti prema formuli:

$$\Delta U = U_{AC} - U_{AD} = U_0 * \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right)$$

Tijekom mjerenja naprezanja, svi otpornici imaju istu vrijednost. Stvaranjem naprezanja dolazi do promjene napona, koji možemo izračunati prema formuli:

$$\Delta U = U_0 * \left( \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R} - \frac{R}{R + R} \right)$$

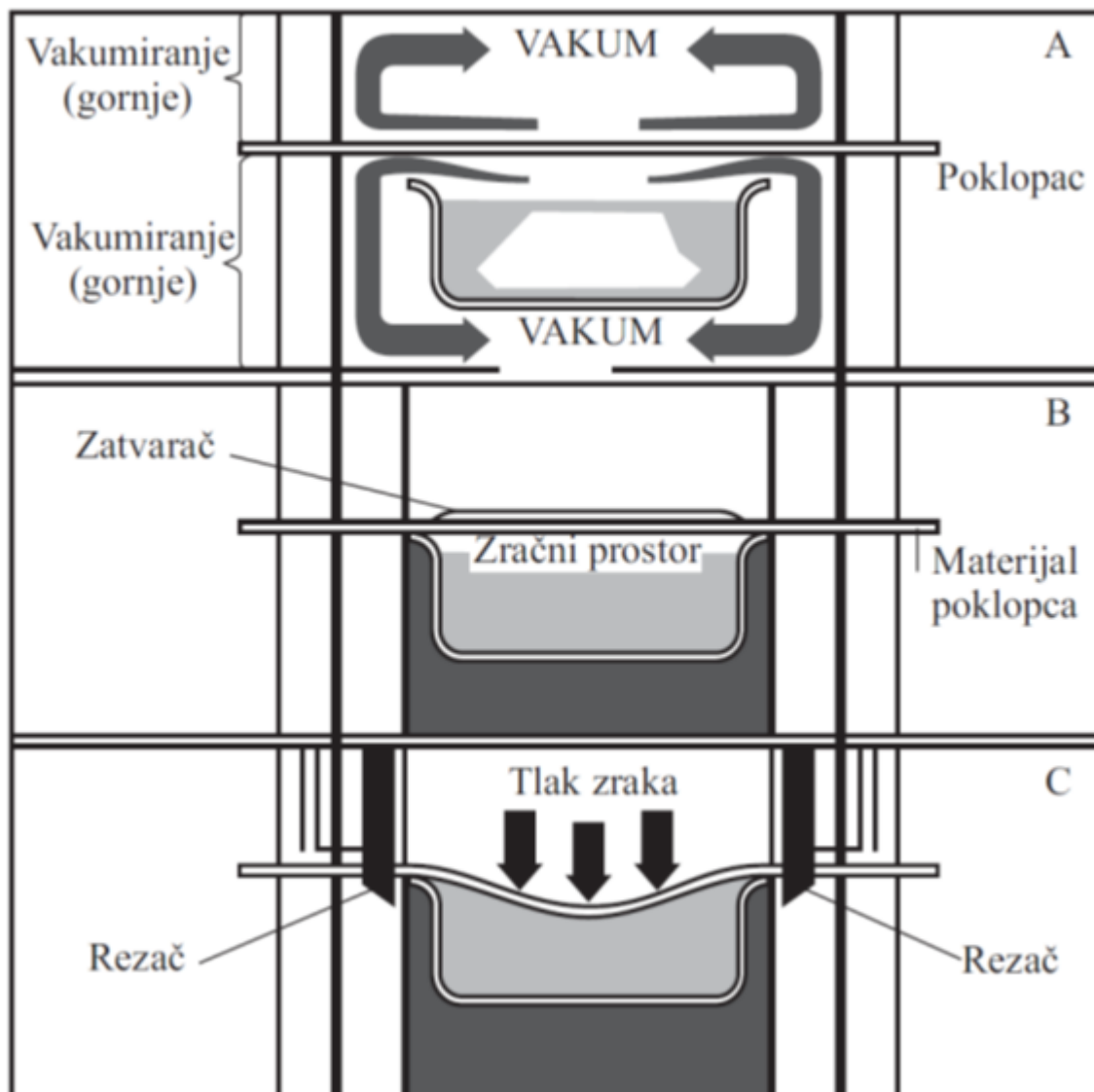
$$\frac{\Delta U}{U_0} = \frac{\Delta R}{4 * R}$$



### 3. Pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP)

Pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP) je tehnološki postupak u kojem se prehrambeni proizvod omata nepropusnim, odnosno slabo propusnim (ambalažnim) materijalom (folijom), pri čemu je zrak zamijenjen odgovarajućom smjesom plinova, kako bi se produžila trajnost proizvoda, kako je predočeno na slici 7.

Uloga smjese plinova je u smanjenju intenziteta disanja, rasta mikroorganizama i usporavanju enzimske aktivnosti ovisno o vrsti proizvoda.



Slika 7: Pakiranje u MAP. Izvor [3]

Za uspješnu primjenu ove tehnologije potrebno je postići optimalni sastav atmosfere pakiranja. Da bi osigurali takav sastav atmosfere upotrebljavamo višeslojne polimerne ambalažne materijale (filmovi – folije).

Prilikom utvrđivanja uvjeta za pakiranje u modificiranu atmosferu treba uzeti u obzir različite unutarnje i vanjske čimbenike kako bi se postigla visoka kakvoća i osigurala zdravstvena ispravnost proizvoda kroz odgovarajući vremenski period. Higijenski uvjeti uz prikladno hlađenje tijekom rukovanja i pakiranja su presudni za produživanje trajnosti proizvoda.

MAP ostvaruje ciljeve na tri glavna principa:

- Smanjuje nepoželjne fiziološke, kemijske/biokemijske i fiziološke promijene u hrani
- Kontrolira rast mikroba
- Sprječava kontaminaciju proizvoda

Prilikom ostvarivanja navedenih ciljeva u MAP ambalaži koriste se plinovi:

- Dušik N<sub>2</sub>
- Kisik O<sub>2</sub>
- Ugljični dioksid CO<sub>2</sub>

Dušik kao inertan plin koristi se za istiskivanje kisika i sprječavanje kolapsa pakiranja.

Kisik s druge strane spječava rast anareobnih mikroorganizama, ali potiče rast anaerobnih bakterija. Ugljični dioksid usporava “disanje” mnogih proizvoda.

Atmosfera unutar pakiranje regulira se aktivnim ili pasivnim sredstvima. U slučaju pasivnih sredstava brzina promjene i konačni sastav plina u pakiranju uvelike ovise o pakiranom proizvodu, te o propusnosti same ambalaže. U slučaju aktivnog vakuuma smatra se metoda aktivne modifikacije atmosfere.

Folija (filma) s kojime se namirnica zatvara u plinsku mješavinu, uglavnom je izrađena od materijala poput:

- LDPE (polietilen niske gustoće)
- PVC (polivinil klorid)

- EVA (etilen vinil acetat)
- OPP (orijentirani propilen)

Plitica u koju se smješta proizvod može biti proizvedena od nekoliko različitih polimernih materijala. Najčešće se koriste plitice izrađene od polimernih materijala:

- PE (polietilen)
- PP (polipropilen)
- PET (polietilen tereftalat)

### 3.1.1 Polietilen (PE)

Polietilen je termoplastični polimerni materijal sa širokim područjem primjene. Prema molekularnoj građi i svojstvima razlikuje se polietilen niske gustoće (PE-LD), linearni polietilen niske gustoće (PE-LLD) i polietilen visoke gustoće (PE-HD).



Slika 8: Polietilenska plitica. Izvor [3]

### 3.1.2 Polipropilen (PP)

Velika većina krutih i polukrutih spremnika za hranu, pladnjeva u kojima se skladišti i prodaju prehrambeni proizvodi izrađeni su od polipropilena (PP).

Izrazito dobra otpornost na toplinu i mala mogućnost upijanja tekućina i mirisa uvelike pridonose njegovoj primjeni u prehrambenoj industriji za pakiranje hrane.



Slika 9: Polipropilenske posude za skladištenje hrane. Izvor[3]

### 3.1.3 Polietilen tereftalat (PET)

U prehrambenoj industriji PET se najčešće koristi u za proizvodnju boca za piće, no koristi se i za posude za pakiranje prehrambenih proizvoda. Karakteristika PET ambalaže je u prozirnoj boji, te otpornosti na udarce.



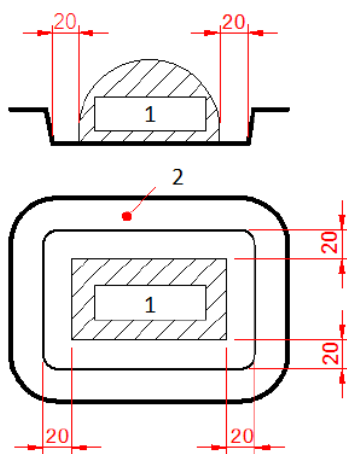
Slika 10: PET plutice za pakiranje hrane. Izvor [3]



Slika 11: Primjer gotovog pakiranja. Izvrno autor

### 3.2 SKIN – Pakiranje

Pakiranje u SKIN je način pakiranja proizvoda u pliticu pod utjecajem vakuuma na način da su sve površine oko proizvoda vakuumski zatvorene. Ovim načinom pakiranja mogu se pakirati svježi, zamrznuti ili polu-kuhani proizvodi. Ovisno o vrsti proizvoda koristi se različiti film koji vakuumski zapečakuje proizvod. Prilikom pakiranja u SKIN proizvod ne smije zauzimati cijelu površinu plitice, već mora postojati minimalni razmak od ruba plitice do samog proizvoda kako bi se ostvarilo vakuumsko pakiranje. Shematski prikaz SKIN pakiranja prikazan na slici 12.



Slika 12: SKIN Pakiranje. Izvor[4]

1 – Proizvod

2 - Plitica

Materijal plitice mora biti toplinski izdržljiv tijekom procesa SKIN pakiranje inače dolazi do deformacija. Film koji se koristi u na SKIN pakiranje mora biti kompatibilan sa pliticom. Stroj Scorpius 600 za SKIN pakiranje prikazan na slici 13.

Kao material za izradu filma koristi se polietilen tereftalat (PET), plastomerni material koji se proizvodi stupnjevitom polimerizacijom tereftalne kiseline ili estera iste i etilen-glikola u taljevini. PET ima dobra svojstva nepropusnosti kisika i ugljičnog dioksida, te je izrazito pogodan za izradu filmova i pakiranje prehrambenih proizvoda u MAP.

Slika 13: Scorpius 600. Izvor [2]



Proizvod koji se nalazi na plitici za SKIN dolazi u poziciju za vakuumiranje. Stezni okvir koji podupire foliju iznad plitice podiže se prema grijačim elementima koji omekšavaju i rastežu foliju. Nakon što film postane dovoljno zagrijan da se može oblikovati, spušta se na vakumsku ploču i prekriva proizvod i pliticu. Vakuum ispod ploče pomaže da folija čvrsto omota proizvod, a topline folije aktivira ljepilo kako bi se stvorila trajna veza s pliticom.

Stezni okvir se otvara, te propušta proizvod preko pokretnih traka u daljnji proces proizvodnje uzimajući ujedno novi dio folije u stezni okvir za novi proizvod.

Easy peel pakiranje omogućuje jednostavnije otvaranje proizvoda.



Slika 14: Easy-peel SKIN pakiranje. Izvor [3]



Slika 15: SKIN pakiranje. Izvorno autor.



Slika 16: SKIN očišćena orada u termoformingu. Izvorno autor.



### 3.3 Metal detektor

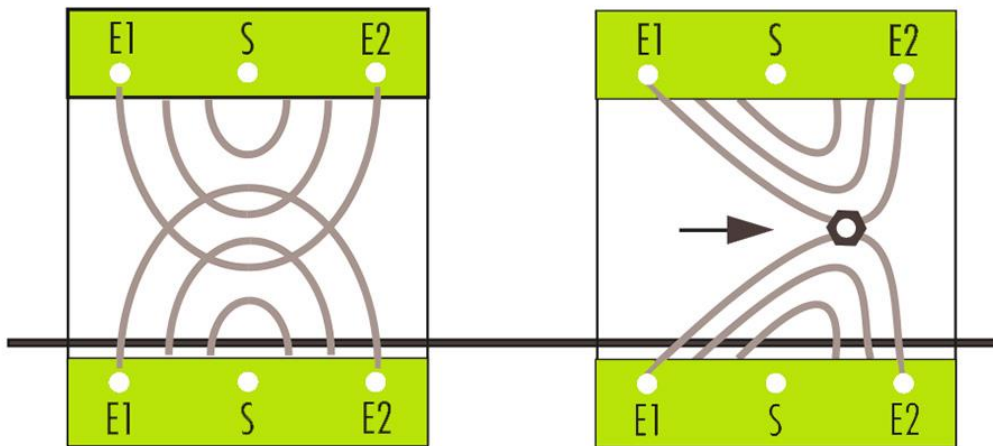
Metal detektor u prehrambenoj industriji primarno služi zaštiti potrošača. Uz zaštitu potrošača ujedno služe i za zaštitu strojeva od kvarova i skupih popravaka ili zamijena, što uzrokuje velike zastoje u proizvodnji. U smislu fizikalnih principa, detektori metala rade na temelju koncepta elektromagnetske indukcije. Kada izmjenična struja (AC) prolazi kroz zavojnicu žice, stvara elektromagnetsko polje oko zavojnice. Elektromagnetsko polje stvara interakciju sa svim metalnim česticama u blizini.

Elektromagnetsko polje je fizikalno polje koje se formira oko vodiča ili magneta koji generira električnu struju. To polje je kombinacija električnog polja, koje se formira oko nabijenih čestica ili električnih naboja i magnetskog polja, koje se formira oko magneta ili struje, predodžba na slici 17.

Elektromagnetsko polje se opisuje pomoću Maxwellovih jednadžbi, koje su temelj elektromagnetizma i omogućuju matematičko modeliranje i razumijevanje ovog fenomena.

1. Divergencija električnog polja proporcionalna je gustoći električnog naboja
2. Divergencija magnetskog polja uvijek iščezava
3. Rotacija električnog polja jednaka je negativnoj brzini promjene magnetskog polja
4. Rotacija magnetskog polja proporcionalna je gustoći električne struje i brzini magnetskog polja

U prehrambenoj industriji detektori metala najčešće primjenjuju metodu odašiljač-prijamnik. Odašiljač je jedna zavojnica, dok prijamnik ima dvije zavojnice. Zavojnica odašiljača stvara konstantno elektromagnetsko polje. U trenutku prolaska metalne čestice kroz detektor, čestica interferira s elektromagnetski poljem što uzrokuje da zavojnice prijamnika detektiraju signal. Elektronička jedinica analizira signal, te nakon izvršene procjene signalizira kontaminaciju metala zvučnim signalom i svjetlosnim signalom. Sustav je opremljen automatskom jedinicom za izbacivanje kontaminiranog proizvoda s proizvodne linije. Sustav za izbacivanje je pneumatski cilindar kojeg aktivira detektor metala.

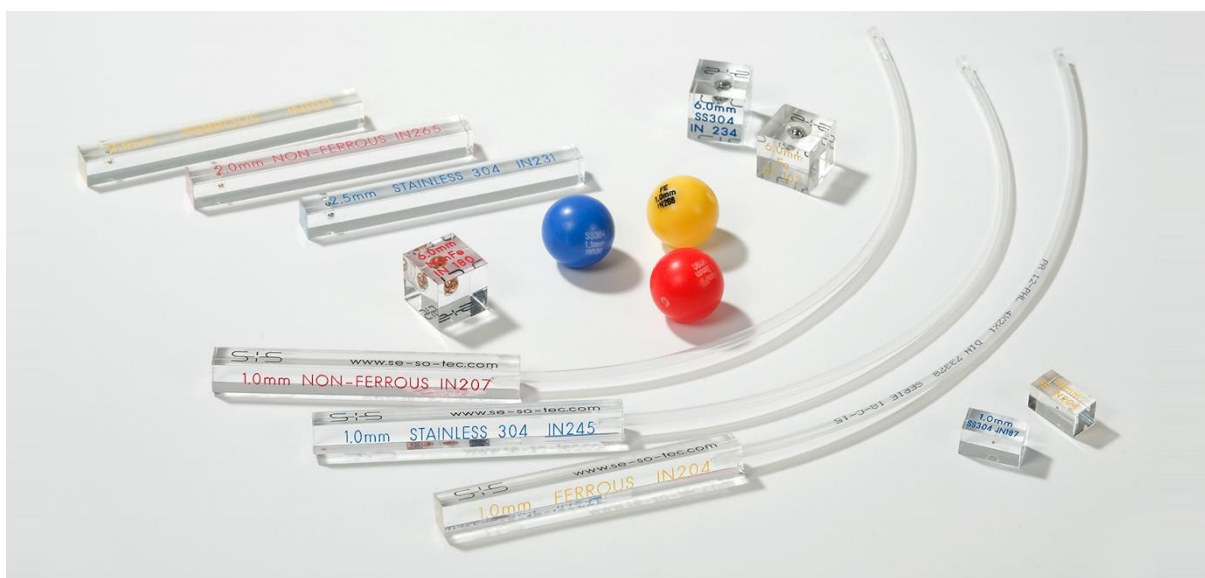


Slika 17: Elektromagnetsko polje metal detektora. Izvor [8]

Softverski se namješta osjetljivost metal detektora i fazni pomak za pojedine proizvode.

Za provjeru ispravnosti, te postavljanja osjetljivosti metal detektora koriste se etaloni, predodžba osjetila za detektiranje metala na slici 18.

- a. Etalon oznake Fe  $\varnothing$  3 mm (crveni)
- b. Etalon oznake: Inox  $\varnothing$  4,5 mm (plavi)
- c. Etalon oznake Non Fe 3,5 mm (žuti)



Slika 18: Predodžba osjetila za detekciju metala tzv. etaloni. Izvorno autor.

### 3.4 Sustav za deklariranje proizvoda - etiketirka

Nakon što proizvod prođe kroz metal detektor dolazi do etiketirke, stroj namijenjen za automatsko deklariranje proizvoda.

Računalno u sustavu se definira adekvatna deklaracija ovjerena od strane nadležnih laboratorija, dok se na setovima valjaka nalazi prazna folija na koju se utiskuje tekst i oslikava deklaracija.

Industrijski zahtjevi koje etiketirka mora izvršiti su:

- Preciznost lijepljenja deklaracije
- Brzina protoka proizvoda
- Prilagodljivost – mogućnost deklariranja na jednoj strani ili na više strana proizvoda
  - Deklariranje na donjoj i/ili gornjoj strani proizvoda.

### 3.4 Završna kontrola

Nakon prolaska upakiranog proizvoda kroz etiketirku, vrši se finalna provjera istog.

- a) Kontrola vara MAP ili SKIN pakiranja – u slučaju neispravnog vara proizvod se vraća na ponovno pakiranje
- b) Točnost odvage na deklaracij – u slučaju krive odvage proizvod se vraća na ponovno vagnje
- c) Temperature proizvoda – temperature izlaznog proizvoda je strogo kontrolirana kako bi se u cijelom procesu održao neprekinuti hladni lanac
- d) Ispravnost pakiranja

Upravljanje nadzornim i mjernim uređajima nastoji se osigurati ispravnosti istih kako bi imali povjerenje u odluke i postupke zasnovane na podacima dobivenim pomoću njih.

Osnovna mjerenja i umjeravanja koja se provode tijekom proizvodnje su:

- Mjerenje mase
- Mjerenje temperature
- Sigurnosni elementi

Upravljanje nadzornim, sigurnosnim i mjernim elementima obuhvaća njihovo umjeravanje u vlastitoj režiji s umjerenim etalonskim mjerilima prema uputama proizvođača ili u ovlaštenim institucijama za umjeravanje.

### 3.5 Dodatne mogućnosti unaprijeđenja sustava

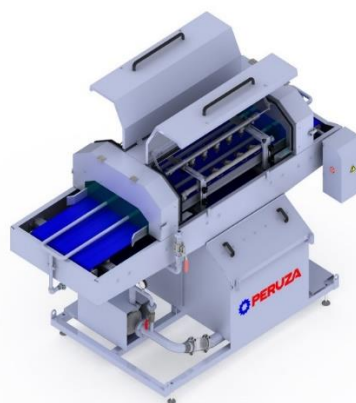
Postoji mnoštvo dodatnih opcija s kojima se navedeni process može dodatno automatizirati, ugradnjom novih strojeva u pogonsku liniju.

Neki od navedenih strojeva koji mogu pridonijeti dodatnoj automatizaciji su:

- a. Stroj za čišćenje ribe (eviscerirka)
- b. Stroj za filetiranje (filetrika)
- c. Stroj za zamatanje paleta
- d. Povećanje kapaciteta proizvodnje nadogradnjom postojećih strojeva



Slika 19: Stoja za zamatanje paleta. Izvor [16]



Slika 20: Stroj za filetiranje. Izvor[15]

#### 3.5.1 Stroj za zamatanje paleta

Zamatanje paleta stretch folijom je bitan segment distribucije gotovog proizvoda prema kupcima. Omatanje proizvoda složenog na paletama u stretch foliju osigurava stabilnost i sigurnost proizvoda prilikom transporta, predodžba stroja na slici 19.

Stroj se sastoji od rotirajućeg okretnog postolja, dok se folija monitra na fiksni dio stroja. Okretanjem postolja folija se raspoređuje i rasteže oko palate.

Mehanizam za istežanje izdužuje foliju, primjenom napetosti kako bi se osiguralo čvrsto i stabilno omotavanje oko palate. Napetost folije oko proizvoda pomaže u stabilizaciji tereta, sprječava pomicanja ili prevrtanja tereta tijekom transporta ili skladištenja, te ujedno štiti od prašine, vlage i oštećenja.

## 4. Zaključak

Tema rada bila je zadana od mentora, a opis teme naznačen je u zadatku završnog rada. U završnom radu opis kvalitete procesa modificiranog atmosferskog pakiranja (MAP) isključivo ovisi o razini implementirane automatike pojedinih faza i segmenata kako bi sustav funkcionirao kao jedna kontinuirana funkcionalna cjelina.

Od samog ulaska sirovine za daljnju preradu do gotovog proizvoda koji je spreman za distribuciju u trgovačke centre, ugostiteljske objekte, nalazi se niz strojeva koji ubrzavaju plasiranje proizvoda na tržište, pritom pazeći na nepravilnosti koje se mogu pojaviti.

Sustav za detekiranje zaostalih čestica metal (ostatci od udica, "otkrhnutе čestice strojeva") prati sigurnost u hrani od kontaminacije, te signalizira na nepravilne proizvode prije nego li su spremni za daljnju distribuciju.

Cijeli proizvodni postupak se odvija u strogo kontroliranom temperaturnom režimu.

Očuvanje kvalitete i vijeka trajanja proizvoda je ključni element uplinjavanja svježih proizvoda u pakiranja koja se nalaze u strogo propisanoj modificiranoj atmosferi koja je razlikuje od proizvoda do proizvoda. Rezultat navedenog postupka je ujedno i povećanje obujma proizvodnje uz istu radnu snagu. Automatizacijom pojedinih segmenata smanjuje se i mogućnost ozlijeda na radu rukovanjem oštrim predmetima.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru Vladimiru Tudiću dr.sc. prof. v.š, što mi je profesionalnim savjetima uvelike pomogao u izradi ovog rada. Jedno veliko hvala mojoj obitelji koji su mi pružili sve što mi je bilo potrebno, ohrabivali me, tiješili i poticali kad mi je to najviše trebalo.

Puno hvala i mojim kolegama na kolegijalnosti, pomoći te podršci.

## Literatura

1. User manual – TargetBatcher
2. SCORPIUS Thermal Sealing Machine Manual
3. Dokumentirani postupci prerade svježe ribe, Meduza d.o.o
4. ULMA – Dossier, Scorpius 600, Version Num: 00
5. <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue4/PartK/8-3-429-714.pdf>
6. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2013.862202?scroll=top&needAccess=true&role=tab>
7. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2621.2002.00548.x>
  
8. <https://911electronic.com/strain-gauge/>
9. <https://www.minelab.com/eur/knowledge-base/getting-started/how-metal-detectors-work>
10. <https://marel.com/en>
11. <https://www.michsci.com/what-is-a-strain-gauge/>
12. <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polyethylene-terephthalate>
13. <https://www.industrialpackaging.com/blog/what-is-modified-atmosphere-packaging>
14. <https://www.ifs-certification.com/en/>
15. <https://peruza.com/solution/salmon-deslimer-fillet-washing-machine/>
16. <https://www.wir-lieben-stretchfolie.de/die-stretchmaschine-ausfuehrungen/>
17. <https://eaishops.link/products.aspx?cname=amphora+wine&cid=43>