Analiza utjecaja jediničnog pakovanja na logističke procese

Crnko, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:189099

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Martina Crnko

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Studentica:

Dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing. Martina Crnko

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svojem mentoru prof. dr. sc. Goranu Đukiću na pruženoj pomoći i korisnim savjetima potrebnim za izradu ovog rada. Zahvaljujem se susretljivim djelatnicima Istarske pivovare, posebno gosp. Nikoli Suliću, na ustupljenim materijalima, korisnim informacijama, pomoći i vremenu. Također, zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima i kolegama na strpljenju i potpori tijekom studiranja i izrade ovog rada.

Martina Crnko

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Martina Crnko** Mat. Br.: 0035183638

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza utjecaja jediničnog pakovanja na logističke procese**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of the impact of unit packages unit on the logistics processes**

Opis zadatka:

Odabir primarnog pakovanja proizvoda utječe na dimenzije logističke jedinice, a ista ima utjecaj na brojne logističke procese. S obzirom na dimenzije primarnog pakovanja, dimenzioniraju se sekundarna pakiranja te paletne jedinice. Na primjeru tvrtke za proizvodnju piva prikazati postojeće procese rukovanja, skladištenja i transporta (distribucije) gotovih proizvoda odabrane pivovare, s naglaskom na identifikaciju problema koji se javljaju zbog prevelikih dimenzija paletnih jedinica, a u nastavku rada provesti analizu prednosti i nedostataka izmjene primarnog pakovanja.

U radu je potrebno:

- Dati kratak teorijski uvod u definiciju, važnost i ciljeve logistike.
- Dati prikaz odabranog poduzeća (djelatnost, lokacija, organizacijska i kadrovska struktura, opis proizvodnog sustava i procesa proizvodnje piva).
- Opisati logističke procese od završetka proizvodnje (pakiranje, rukovanje, skladištenje i transport paletnih jedinica) do dostave korisnicima.
- Opisati identificirane probleme u poduzeću, s naglaskom na uočeni problem predimenzioniranih PET 2 l boca.
- Za predloženo novo rješenje dizajna boca provesti analizu potrebnog broja paletnih jedinica, njihove dimenzije i s time u vezi utjecaj na procese rukovanja, skladištenja i transporta.

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
7. svibnja 2015.	9. srpnja 2015.	15., 16. i 17. srpnja 2015.

Zadatak zadao: Predsjednik Povjerenstva:

Izv. prof. dr.sc. Goran Đukić Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ

SADRŽAJ I
POPIS SLIKA III
POPIS TABLICA IV
POPIS STRANIH POJMOVA V
SAŽETAK VI
SUMMARY VII
1. UVOD 1
2. LOGISTIKA 2
2.1. Pojam i definicija logistike 2
2.2. Povijest logistike 3
2.3. Ciljevi logistike 4
2.4. Gospodarski značaj logistike 7
2.5. Logističke aktivnosti 10
3. O ISTARSKOJ PIVOVARI 14
3.1. Djelatnosti poduzeća 15
3.2. Organizacijska struktura poduzeća 16
3.3. Ciljevi i misija poduzeća 19
3.3.1. Ciljevi 19
3.3.2. Misija 19
4. PROIZVODNI SUSTAV I PROIZVODNI PROCESI U PODUZEĆU 20
4.1. Proizvodni sustav 20
4.1.1. Proizvodni sustav Istarske pivovare 21
4.2. Proizvodni proces 23
4.3. Proces proizvodnje piva 23
4.3.1. Ulazne sirovine 24
4.3.2. Proizvodni proces 25
5. OPIS PROBLEMA U PIVOVARI 33
5.1. Potrošnja vode 33
5.2. Potrošnja energije 34
5.3. Linija za PET 38
5.4. Problem predimenzioniranog jediničnog pakovanja 39
6. ANALIZA UTJECAJA JEDINIČNOG PAKOVANJA NA LOGISTIČKE PROCESE 40
6.1. Utjecaj na logističke procese 40
6.1.1. Jedinični teret 40
6.1.2. Pakiranje robe 42
6.1.3. Skladištenje 49
6.1.4. Transport 50
6.2. Dodatni procesi koji zahtjevaju promjenu zbog promjene veličine jediničnog pakovanja - Proces ekstruzijskog puhanja 51
6.3. Kalkulacija utjecaja jediničnog pakovanja na primjeru Istarske pivovare 54

6.3.1. Izrada nove boce (1,8 l) 54
6.3.2. Kalkulacija ušteda pri rukovanju 55
6.3.3. Kalkulacija skladišnog prostora 61
6.3.4. Kalkulacija transporta do kupca i smještaj u skladištu – trgovini 65
7. ZAKLJUČAK 67
LITERATURA 69
PRILOG 70

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz poslovanja neke organizacije [2] 2
Slika 2. Grafički prikaz međuodnosa 3K [3] 8
Slika 3. Odnos vrijednosne i troškovne prednosti [3] 9
Slika 4. Shema glavnih funkcija logistike i ključnih logističkih aktivnosti [2] 11
Slika 5. Proizvodni pogon Istarske pivovare 14
Slika 6. Dio proizvodnog asortimana Istarske pivovare 15
Slika 7. Organizacijska struktura Istarske pivovare 18
Slika 8. Proizvodni sustav [6] 20
Slika 9. Proizvodni sustav Istarske pivovare 22
Slika 10. Proces proizvodnje piva [8] 24
Slika 11. Dijagram toka tehnološkog procesa proizvodnje piva [11] 26
Slika 12. Pripremanje sladovine u Istarskoj pivovari 27
Slika 13. Glavno vrenje, dozrijevanje, filtracija i biološka stabilizacija piva [12] 28
Slika 14. Shema uobičajenog postupka filtracije u pivovarama [12] 29
Slika 15. Linija za punjenje boca u Istarskoj pivovari 30
Slika 16. Presjek punilice boca 31
Slika 17. Skladište gotovih proizvoda u Istarskoj pivovari 32
Slika 18. Postojeći parni kotlovi u Istarskoj pivovari 35
Slika 19. Postojeći rashladni kompresori u Istarskoj pivovari 36
Slika 20. Postojeći stroj za pakiranje ambalaže u Istarskoj pivovari 38
Slika 21. Greška prilikom slaganja na Euro paletu 39
Slika 22. Proces oblikovanja jediničnog tereta [2] 41
Slika 23. Standardna Euro paleta [2] 45
Slika 24. Načini slaganja na paletu ovisno o slojevima [2] 46
Slika 25. Primjer optimalnog slaganja boca na paletu korištenjem Quick Pallet Maker alata [14] 47
Slika 26. Kolumno slaganje s vidljivom pojavom greškom 48
Slika 27. Primjer vertikalne omatalice 49
Slika 28. Primjer čeonog viličara [2] 51
Slika 29. Prozivodnja boca ekstruzijskim puhanjem [15] 52
Slika 30. Kalupi za ekstruzijsko puhanje u Istarskoj pivovari 53
Slika 31. Raspored boca od 2,0 l na Euro paleti [14] 56
Slika 32. Usporedba pojave greške u realnom primjer u i u software-u 56
Slika 33. Raspored boca od 1,8 l na Euro paleti [14] 57
Slika 34. Tlocrt palete [14] 57
Slika 35. Izmjere paletnog mjesta [16] 62

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz proizvodnje i financijskog poslovanja pivovara u Republici Hrvatskoj [5] 16
Tablica 2. Tipične vrijednosti potrošnje vode [11] 33
Tablica 3. Potrošnja vode u Istarskoj pivovari u 2014. godini 34
Tablica 4. Tipične vrijednosti potrošnje energije [11] 36
Tablica 5. Potrošnja električne u Istarskoj pivovari u 2014. godini 37
Tablica 6. Potrošnja lož - ulja u Istarskoj pivovari u 2014. godini 37
Tablica 7. Tipovi pakovanja 42
Tablica 8. Prednosti i nedostaci paletizacije [2] 43
Tablica 9. Ukupna količina napunjene pive u 1 h proizvodnje 54
Tablica 10. Količina primarnih pakovanja na 1 paleti 55
Tablica 11. Broj paleta 58
Tablica 12. Vrijeme potrebno za oblikovanje tercijarnih pakovanja u 1 h proizvodnje 59
Tablica 13. Vrijeme potrebno za oblikovanje jednog tercijarnog pakovanja 59
Tablica 14. Trošak rukovanja za pojedino tercijarno pakovanje 60
Tablica 15. Trošak rukovanja za 1 h proizvodnje 60
Tablica 16. Površina jediničnog tereta 62
Tablica 17. Površina paletnog mjesta 62
Tablica 18. Broj paleta na skladišnom prostoru 63
Tablica 19. Količina boca u skladišnom prostoru 64
Tablica 20. Količina boca u jednom kamionu 65
Tablica 21. Cijena transporta po komadu 66

POPIS STRANIH POJMOVA

C

Council of Supply Chain Professionals (CSCMP) - Udruga stručnjaka lanca opskrbe

F

First In First Out (FIFO) - Uobičajena metoda za praćenje inventara, predstavlja način prvi unutra, prvi van.

J

Just-in-Time (JIT) - Strategija smanjenja troškova u proizvodnji. Označava pravi proizvod u pravo vrijeme i u pravoj količini minimalnim korištenjem materijala, rada i prostora.

S

Supply Chain Menagement (SCM) - Menadžment lanca opskrbe

SAŽETAK

Rad je koncipiran na način da se uz definiciju logistike, ukaže i na njenu važnost i ciljeve u proizvodnom procesu. U radu se promatra poslovanje Istarske pivovare. Stoga je dan prikaz poduzeća, proizvodni sustav pivovare i sam proces proizvodnje piva. Od uočenih problema naglasak se stavlja na analizu utjecaja predimenzioniranog primarnog pakovanja, PET boca od 2,0 l, na logističke procese, od završetka proizvodnje (pakiranje, rukovanje, skladištenje i transport paletnih jedinica) do dostave korisnicima. Također, predloženo je rješenje i provedene su kalkulacije koje uspoređuju pakovanja i ukazuju na poboljšanje u logističkim procesima, ali i znatne uštede.

Ključne riječi: logistika, logistički procesi, proizvodni sustav, pivovara, primarno pakovanje

SUMMARY

This thesis defines logistics, and indicates its importance and goals in the manufacturing process. This paper studies the business of Istrian brewery. Therefore, an overview of the company is given, as well as, the production system and the process of brewing. From the identified problems, focus is on the analysis of the impact of oversized unit packages, PET bottles of 2,0 liters, on the logistics processes, from the end of production process (packing, handling, storage and transport of pallet units) to delivery to the users. Also, improvement is suggested and calculations are made that compare unit packages and indicate an improvement in logistics processes and also significant savings.

Key words: logistics, logistics processes, production system, brewery, unit packages

1. UVOD

Razmatranje procesa logistike u proizvodnim poduzećima postaje imperativ vremena u kojem živimo. Proizvodnja može biti uspješna samo ako zadovoljava potrebe kupaca i uspješno konkurira na vrlo zahtjevnom tržištu. Svako poduzeće koje se bavi nekom proizvodnom ili prerađivačkom djelatnošću s ciljem stvaranja nove vrijednosti, mora posvetiti posebnu pažnju optimalnom korištenju resursa. Optimalnost korištenja resursa podrazumijeva, provođenje, kontrolu i upravljanje pojedinim procesima u poduzeću uz ostvarivanje minimalnih ukupnih troškova, ali i zadovoljstvo krajnjeg korisnika. Logistika poduzeća nam omogućava prostornu i vremensku transformaciju materijalnih dobara od ulaza do izlaza na optimalan način. Suvremena proizvodnja je sve kompleksnija u pogledu sudjelovanja tehnologije i proizvodnih postupaka odnosno operacija. U složenoj proizvodnji logistika postaje izuzetno važna, može se reći da je upravo logistika poduzeća, instrument koji omogućava povećanje profitabilnosti cjelokupnog poduzeća, promatrajući cjelokupnu proizvodnju i pripadajuće troškove.

Važno je naglasiti povezanost dimenzija pakovanja i načina pakiranja s logističkim procesima. Oblikovanje primarnog pakovanja je od velike važnosti, ono je kritičan čimbenik u logistici. Razlog je jasan: bez pakovanja nema logistike. Upravo pakovanje ima značajan utjecaj na logističke procese, od završetka proizvodnje (pakiranje, rukovanje, skladištenje i transport paletnih jedinica) do dostave korisnicima.

Industrija piva u Hrvatskoj već godinama je centar interesa stručne i gospodarske javnosti, turističkih djelatnika i ugostitelja općenito. Poslovni sustavi neprestano se trebaju prilagođavati poslovnoj okolini u kojoj djeluju. Takvi adaptivni sustavi moraju imati sposobnost uočavanja promjena i prilagođavanja u skladu s novim uvjetima. Izazovi s kojima se susreću poduzeća u današnjoj industriji su sve veći. S jedne strane potrebno je pridržavati se sve strožijih zakona i propisa, a s druge pak strane potrebno je stvaranje novih proizvoda za sve širu i zahtjevniju bazu potrošača. Proizvodnja piva je prije svega dugotrajan i složen tehnološki proces sastavljen od niza operacija i tehnika. Svaka od tih operacija ima izrazit utjecaj na okoliš. Najznačajniji okolišni problemi vezani za proizvodnju piva su: velika potrošnja vode i energije, povećane vrijednosti opasnih i štetnih tvari u otpadnoj vodi, velike količine otpada itd.

2. LOGISTIKA

2.1. Pojam i definicija logistike

Riječ logistika dolazi od grčke riječi *logistikos* što znači vješt, iskusan u računanju, procjeni, *lego* što znači zamisliv ili *logik* što znači logički misleći.[1] Pojam logistike je višeznačan i interdisciplinaran, a pojavljuje se u različitim sferama ljudskog djelovanja. Logistiku možemo susresti u matematici gdje se definira kao "vještina računanja s pomoću slova", u filozofiji je to "vještina stvaranja zaključaka", a u vojsci "dio strategije koja se tiče sredstava za pokretanje vojske".[2] Ovi različiti načini definiranja logistike dokaz su kako je teško jasno i precizno odrediti njeno značenje.

Ne postoji jedinstvena i univerzalna definicija. Da bi se dala precizna definicija logistike, moraju se uvidjeti njena uloga i ciljevi. Svako poduzeće karakterizirano je kretanjem materijala unutar pojedinih operacija. Proizvođači nabavljaju sirovine od dobavljača i dostavljaju gotovu robu kupcima. Svaki prozivod za kupca ima svoj put (kretanje), a logistika je funkcija koja je odgovorna za to.



Slika 1. Prikaz poslovanja neke organizacije [2]

[1] Klaić, B.: Natuknica Logistika, op. cit., str. 814.
[2] Klaić, B.: Natuknica Logistika, Riječnik stranih riječi, Nakladni zavod matice Hrvatske, Zagreb, 1983., str. 814.

Poslovna logistika su svi zadaci i mjere koje proizlaze iz ciljeva poduzeća. Ona je odgovorna za osiguravanje i transport svih potrebnih informacija i materijala, te za njihovo skladištenje na putu između dobavljača i kupca. Obilježja suvremene logistike koja iz toga proizlaze su:

1) protok robe i informacija,
2) zadovoljavanje zahtjeva potrošača kao primarni cilj.

2.2. Povijest logistike

Logističke aktivnosti pojavljuju se u najranijim fazama razvoja ljudi, ponajprije u skladištenju hrane, a nakon toga i pojavom prvih oblika trgovine. Međutim, smatra se da su prvi "formalni" oblici logistike nastali u vojsci. Dokazi o njenoj primjeni potječu iz 17. stoljeća. Potvrda toga je vojni dokument Luja XIV. iz 1670. godine gdje je on logistiku koristio za opskrbu vojnih trupa potrebim sredstvima, ali i transportiranje dobara, vojske i sl. s jednog na drugi položaj [4]. Međutim i mnogo ranije, u grčkom, rimskom i bizantskom carstvu, postojali su vojni časnici *Logistikas* koji su bili odgovorni za vojnu opskrbu.

Sredinom 20. stoljeća logistika je iz vojnog uvedena u gospodarsko - znanstveno područje kao posebna funkcija u poslovanju nekog poduzeća. Primjenjena je u poduzeću za proizvodnju i distrbuciju robe široke potrošnje, gdje su se i razvili prvi logistički principi. Visoki troškovi transporta i skladištenja u poduzećima takve vrste potaknuli su na istraživanje i pronalaženje efikasnijih i povoljnih načina.

Šezdesetih godina razvoj tržišta doseže najvišu točku. Kupci postaju sve zahtjevniji, traže niže cijene i veću kvalitetu. Tada se nije pridavalo previše pažnje povećanju troškova do kojih je došlo zbog povećanja zaliha na skladištu, povećanja asortimana i sve kraćeg vremena isporuke gotovih proizvoda, kao ni povećanju troškova transporta. Sve važnije mjesto u poduzeću zauzimaju prodaja i marketing. Kako bi se išlo u korak s konkurencijom i brzim rastom tržišta, sedamdesetih godina dolazi do potrebne reorganizacije poduzeća. U ranim 80-im godinama u SAD-u dolazi do pojave pojma *"Supply Chain Menagement (SCM)"* [3]. Izazov unutar nekog poduzeća postaje ostvariti proizvodnju, prodaju, financije, marketing i distribuciju usredotočenu na kretanje i dostupnost gotovih proizvoda. Pažnja je sve više usmjerena na aktivnosti koje se odnose na zadovoljstvo kupca, a to se prije svega odnosi na logističke faktore kao što su: vrijeme isporuke, način isporuke i stupanj raspoloživosti

[3] Supply Chain Menagement (SCM) - Menadžment lanca opskrbe

proizvoda. Nastoji se uporabom ljudskih resursa i raspoloživih sredstava u organizacijama traženi proizvod ili uslugu staviti na raspolaganje tržištu u pravo vrijeme na pravom mjestu, u traženoj količini i kvaliteti, te cijeni. Naglasak se stavlja na minimalne troškove i optimizaciju kako bi se postigla što veća profitabilnost.

Nakon 1980. godine većina poduzeća postaje svjesna kako se upravo na području logistike nalaze velike rezerve za racionalizaciju poslovanja. Upravo logistika postaje područje koje daje konkurentsku prednost poduzeću.

"Logistika se smatra kao proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog, troškovno efektivnog tijeka i skladištenja sirovina, zaliha u procesu gotovih proizvoda, i s time povezanih informacija, od točke izvora do točke potrošnje u svrhu zadovoljenja zahtjeva korisnika."[4] [2]

Nakon što je 90-ih godina 20. stoljeća široko prihvaćen koncept SCM unutar pojedinih tvrtki, počinje njegovo širenje i izvan njih čime dolazi do faze integracije više poduzeća. Od početka 21. stoljeća ubrzani i intenzivan razvoj logistike potaknut je sve intenzivnijim procesom globalizacije, internacijonalizacijom proizvodnje i trgovine, jačanjem konkurencije, ubrzanim razvojem i modernizacijom znanosti i prometne infrastrukture, povećanje kupovne moći stanovništva visokorazvijenih i srednjerazvijenih zemalja itd.

2.3. Ciljevi logistike

Na tržištu vlada velika konkurencija, a poduzeća se nalaze u poziciji da moraju razviti one aktivnosti koje bi trebale povećati stupanj zadovoljavanja potreba klijenata i povećati efikasnost tokova materijalnih dobara na svim razinama upravljanja, uz posebnu pažnju usmjerenu na kretanje logističkih troškova.

Dosadašnji opis logistike i njena definicija mogu nas dovesti do zaključka da je glavna uloga logistike poduzeća osigurati kretanje materijala kroz poduzeće, tj. cijeli lanac opskrbe, uz cilj da se već tradicionalnim vrijednostima kao što su: tip proizvoda, kvaliteta, cijena itd. doda nova vrijednost, primjerice, raspoloživost traženih dobara na mjestu i u trenutku kada klijent iskaže potrebu za tim.

[4] Council of Supply Chain Professionals - CSCMP (nekad Council of Logistics Management - CLM) 1986.

S obzirom da kretanje materijala može biti unutar i izvan poduzeća, logistiku možemo podijeliti na ulaznu i izlaznu logistiku. Ulazna logistika predstavlja kretanje materijala u poduzeće od dobavljača, dok izlazna logistika predstavlja kretanje materijala od poduzeća do vanjskog korisnika.

Logističari imaju dva osnovna cilja [2]:

1) ostvariti kretanje materijala, u, kroz i van svojeg poduzeća što je učinkovitije moguće
2) sudjelovati u učinkovitom tijeku materijala kroz cijeli lanac opskrbe.

Prije svega logističari su usredotočeni na ostvarivanje prvog cilja, na onaj dio lanca opskrbe koji je pod njihovom direktnom kontrolom. Ukoliko svi u lancu ostvare učinkovit tijek materijala, isti bi kroz cijeli lanac trebao biti učinkovit i tako ostvariti i drugi cilj. To je donekle točno, no svakako je potrebna koordinacija i suradnja partnera u lancu za potpuno ostvarivanje drugog cilja.

Kao što je već od prije zaključeno, cilj poslovne logistike je ostvariti uspješnu realizaciju tokova materijalnih dobara i pripadajućih informacija. Možemo zaključiti da su dva osnovna podcilja logistike upravo efikasnost i efektivnost pri izvršenju zadataka.

Efikasnost se definira kao izvođenje ili funkcioniranje na najbolji mogući način, sa što manje gubitka vremena i uz što manji napor. Može se izraziti kao odnos između izlaza (rezultata) i ulaza (resursa). Fokusira se na proces, koliko dobro nešto radimo, težeći to raditi na pravi (što bolji, učinkovitiji) način [2].

Efektivnost, s druge pak strane, se definira kao adekvatnost za ispunjenje neke svrhe, proizvodnja namjeravanog ili očekivanog rezultata. Gleda da li se stvarni izlaz (rezultat) poklapa sa željenim rezultatom. Efektivnost se fokusira na krajnji rezltat, koliko je on koristan. Efikasnost i efektivnost moraju biti dobro balansirane [2].

Općenito, logistiku možemo sistematizirati po više različitih kriterija. Kao kriterij sistematizacije mogu se promijeniti: veličina domene-sustava, namjena-funkcija sustava, privredna djelatnost, pripadnost znanstvenom području, veličini poduzeća, funkcije u poduzeću itd. [2].

Prema veličini domene:

- Megalogistika - mega sustavi (npr. države, državne zajednice i sl.)
- Makrologistika - logistika u vojsci, zdravstvu, gospodarstvu, privrednim djelatnostima
- Mikrologistika - poduzeća, bolnice, škole itd.

Prema djelatnostima:

- Logistika industrije (industrijska logistika)
- Logistika trgovine
- Logistika usluga

Prema funkciji u poduzeću:

- Logistika nabave
- Logistika proizvodnje
- Logistika distribucije
- Logistika otpada
- Povratna logistika

Bitno je naglasiti da postoji podjela logistike koju možemo povezati s "pripadnošću" znanstvenom području, odnosno primjeni konkretnih znanja i vještina u rješavanju logističkih problema. Stoga razlikujemo poslovnu i tehničku logistiku.

Poslovna logistika se bavi upravljanjem svim resursima i njihovim tokovima u procesu stvaranja nove vrijednosti, pri čemu dominiraju ekonomski-gospodarski problemi. Kao znanstvena disciplina pripada području makroekonomije i mikroekonomije. Posebnost ove logistike je da su poslovni procesi glavni objekt, te da su ciljevi minimizacija troškova u funkciji ostvarenja većeg profita.

Tehnička logistika podrazumijeva rješenje tehnike i tehnologije kretanja i mirovanja materijala (i informacija) u procesima proizvodnje ili u procesima uslužnih djelatnosti. Težište sadržaja i ciljeva tehničke logistike su na onim procesima koji se temelje na stvaranju nove vrijednosti, u kojima je tok materijala temeljni tok [2].

Ukoliko postavimo za cilj biti učinkoviti, to u logistici, odnosno kretanju materijala može značiti sljedeće: brza dostava, niski troškovi, male zalihe, brz odgovor na zahtjev kupca, malo

greška itd. Iako su to sve ispravni ciljevi, zapravo su više indikatori efikasnosti nego stvarni, konačni cilj, a njega treba sagledati u širem kontekstu postojanja i ciljeva poduzeća. Uspjeh svakog poduzeća ovisi o zadovoljstvu kupaca, te se zapravo cilj logistike može definirati kao ispunjenje visoke razine zadovoljstva korisnika, odnosno ostvarenje efikasnosti uz što manje troškove.

Prema svemu navedenom pojednostavljeno se može reći da su zadaci i ciljevi logistike [2]:

osigurati da

2) određeni materijal

3) odgovarajuće kvalitete

4) u potrebnoj količini

5) s pravim informacijama

bude raspoloživ

6) u određenom trenutku (uravnoteženje vremena)

7) na određenom mjestu(premoštenje, savladavanje prostora)

8) odgovarajućem korisniku

---

a sve navedeno

1) s najmanjim (prihvatljivim) troškovima

2.4. Gospodarski značaj logistike

Logistika je od izuzetne važnosti za svako poduzeće. Bez nje nema kretanja materijala, nema izvršavanja pojedinih operacija, nema dostave proizvoda niti kupac može dobiti traženi proizvod.

Logistika u proizvodnim i uslužnim poduzećima kao gospodarskim subjektima se naziva logistika poduzeća. U industrijskim poduzećima sinonim za logistiku poduzeća je industrijska logistika (eng. *industrial logistics*), a glavni resurs u fokusu logistike jest fizički materijal. U stvarnosti, nijedno poduzeće ne djeluje samostalno, nego svako od njih djeluje kao kupac kada kupuje materijale (sirovine, komponente, poluproizvode) od vlastitih dobavljača, a zatim djeluje kao dobavljač kada dostavlja materijale svojim kupcima (za promatrano poduzeće to je gotov proizvod, za kupca može biti sirovina ili komponenta), pa tako dolazimo do pojma logistički lanac ili lanac opskrbe koji podrazumijeva zajednička rješenja logistike za dva ili

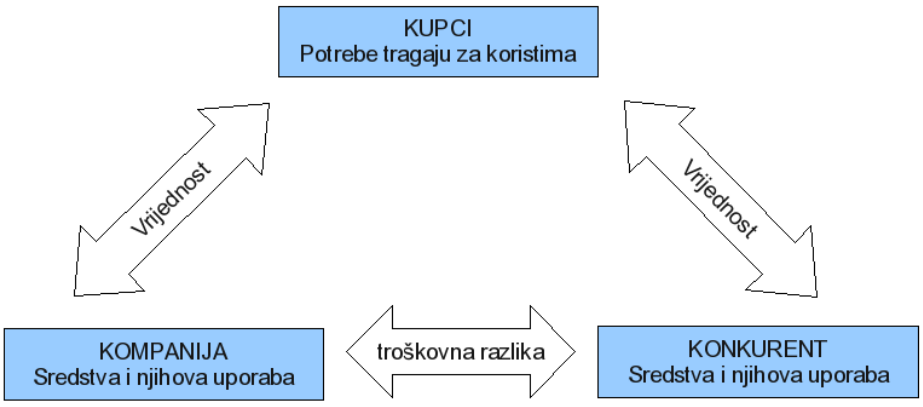
više poduzeća koja su povezana tokovima materijala, a glavni im je cilj osiguranje poslovne povezanosti [2].

Osim što logistika ima veliku važnost, ona je i izrazito skupa. Troškove logistike teško je odrediti, međutim na temelju dostupnih izvješća, mnogi ih procjenjuju na 10 - 20 % od GDP-a, odnosno troškove logistike u poduzeću na 4 - 30 % od vrijednosti prodaje (prihoda). Izrazito variraju ovisno o razvijenosti zemlje, po gospodarskim granama, vrsti industrije, od poduzeća do poduzeća [2]. Udio vrijednosti logističkih usluga u BDP-u visokorazvijenih država (npr. Francuska, Japan, Njemačka, SAD) se u posljednjih dvadesetak godina povećao za oko 10 - 50 % [3].

Značaj logistike je u tome što su se poduzeća sama uvjerila da se primjenom logističkih načela i metoda mogu uvelike smanjiti troškovi, a što za njih znači povećanje profita. Poslovna logistika ima poseban značaj jer značajan dio vremena i troškova procesa reporodukcije otpada na logističke aktivnosti.

Izvor konkurentnosti na zahtjevnom tržištu koje uključuje 3K[5] može se sažeti na tri točke:

- troškovna prednost
- vrijednosna prednost
- kombinacija troškovne i vrijednosne prednosti



Slika 2. Grafički prikaz međuodnosa 3K [3]

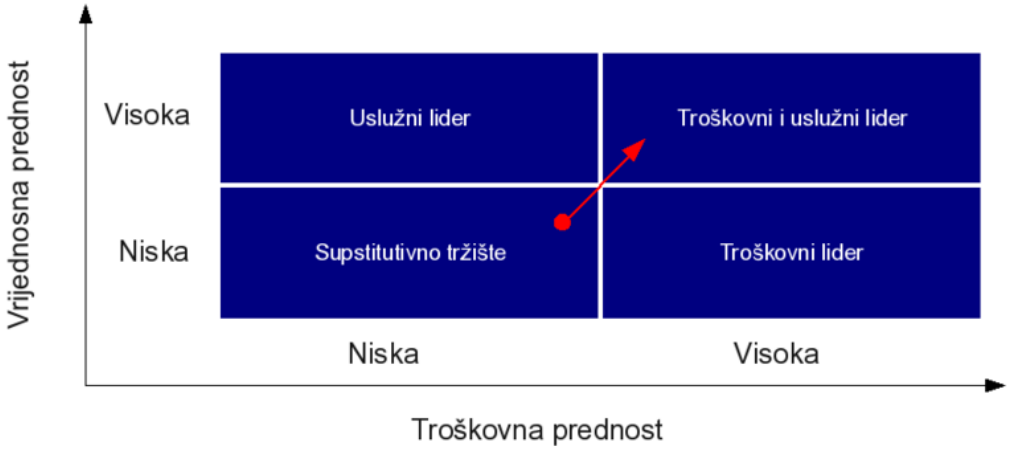
[5] 3K - **K**ompanija, **K**onkurent, **K**upci

Kako bi se ostvarila prednost u izuzetno velikoj konkurenciji koja je danas na tržištu važno je pronaći pravu strategiju kojom će se posao držati podalje od tržišta supstituta i osigurati poziciju temeljenu na vrijednosnoj i troškovnoj prednosti.

Konkutrentsku prednost postiže se kroz [3]:

1. vrijednosna prednost
    - usluge po mjeri kupca
    - strategija kanala distribucije
    - odnosi s kupcima

2. troškovana prednost
    - iskorištenost kapaciteta
    - koeficijent obrtaja[6]
    - integracija



Slika 3. Odnos vrijednosne i troškovne prednosti [3]

Potencijali logistike nisu samo u smanjenju logističkih troškova, već utječu i na druge pokazatelje performansi poduzeća. Najvažniji utjecaji na performanse povezani su s uslugom korisnicima, odnosno zadovoljstvom krajnjih korisnika. To su prije svega: dostupnost, pouzdanost, brzina dostave, komunikacija i informacije i slično. U skladu s osnovnim zadacima i ciljevima logistike, ostvarivanju tijeka materijala na učinkovit način - efikasno i efektivno, može se reći da su potencijali logistike [2]:

[6] Koeficijent obrtaja (engl. activity ratio, njem. Umsatz-, Umschlagkennziffer) je jedan od pokazatelja efikasnosti kojom poduzeće koristi svoja sredstva, pokazuje koliko se puta u određenom razdoblju obrnu pojedine vrste sredstava u poduzeću

- smanjenje troškova
  - internim racionalizacijama
  - boljim uređivanjem cjelovitih tokova materijala
  - poboljšanjima logističkih lanaca (suradnja i partnerstva)

- povećanjem koristi kupcima
  - fleksibilnijim isporukama
  - sigurnijim i pravovremenim isporukama
  - poboljšanjem komunikacija s kupcima

Interne racionalizacije i poboljšanja procesa ostvaruju su najčešća [2]:

- smanjivanjem zaliha
- skraćivanjem vremena (aktivnosti, puteva)
- smanjenjem prostora (operativni troškovi, putevi, vrijeme)
- povećanjem iskoristivosti raspoloživih resursa (oprema ljudi, prostor)
- povećanjem produktivnosti
- povećanjem kvalitete logističkih aktivnosti

2.5. Logističke aktivnosti

Postoje različiti načini prikazivanja funkcionalnih područja logistike, odnosno logističkih aktivnosti u poduzećima. Svaki autor ima svoj pristup. Neki je prikazuju kroz funkcije poduzeća, a drugi putem pozicioniranja pojedinih ključnih logističkih aktivnosti ili je prikaz logistike isprepleten s prikazom logističkih aktivnosti. U svakom slučaju bitno je razumijevanje da mnoge funkcije i aktivnosti moraju djelovati zajedno u izvršenju zadataka i ostvarivanju ciljeva logistike.

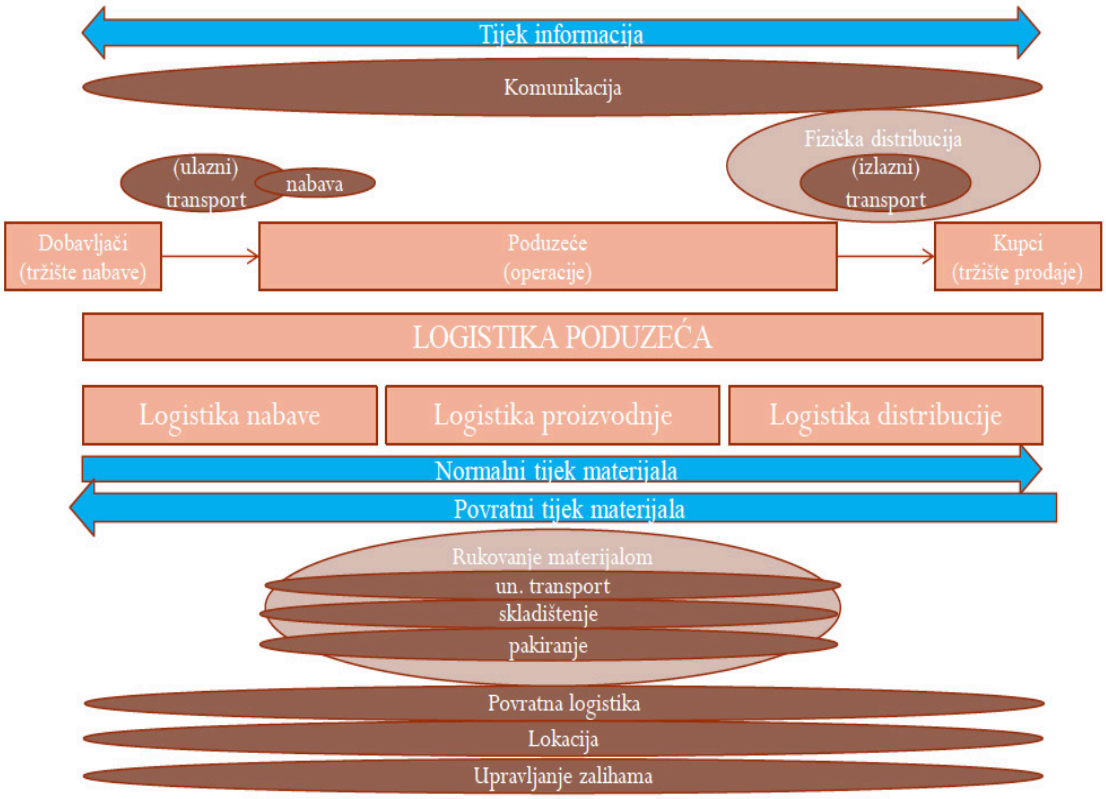
Neke od osnovnih, ključnih logističkih aktivnosti su:

- Nabava
- Transport
- Skladištenje (uključujući komisioniranje)
- Pakiranje
- Upravljanje zalihama
- Rukovanje materijalom

- Fizička distribucija
- Povratna logistika
- Lokacija
- Komunikacija/informacijski sustavi

Logistika poduzeća može se definirati kao planiranje izvršenje, kontrola i upravljanje tijekom robe i informacija od dobavljača do poduzeća. Može se podijeliti u nekoliko glavnih funkcionalnih područja (Slika 4.) [2]:

- logistika nabave
- logistika proizvodnje
- logistika distribucije



Slika 4. Shema glavnih funkcija logistike i ključnih logističkih aktivnosti [2]

Logistika nabave, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršenje, kontrola i upravljanje tijekom robe i informacija od dobavljača do poduzeća. Zadaci logistike nabave su potpora aktivnostima osiguranja materijala svim procesima u poduzeću. Ostvaruje se tok materijala između tržišta nabave (okruženja) i poduzeća, putem ulaznog transporta, ulaza

materijala u poduzeće (prijem materijala, prekrcaj/istovar) i skladištenja (manipuliranje robom i uskladištenje u skladištu nabave). Glavni cilj je uz najmanje troškove osigurati (u određeno vrijeme, u zahtjevanoj količini, kvaliteti,...) potrebne sirovine, dijelove i poluproizvode u proizvodnji.

Logistika proizvodnje, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršenje, kontrola i upravljanje tijekom robe i informacija kroz proizvodni proces, odnosno unutar i između proizvodnih pogona. Glavni cilj je osigurati potrebne materijale (pravo mjesto, pravo vrijeme, potrebna količina..) u svim fazama proizvodnje, uz minimalne troškove. Zadaci logistike proizvodnje uključuju planiranje i vođenje proizvodnje, ostvarivanje svih potrebnih kretanja, manipulacija i skladištenja materijala u procesima izrade i montaže, minimizacija kapitala vezanog uz proizvodnju.

Logistika distribucije, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršenje, kontrola i upravljanje tijekom robe i informacija od proizvođača do kupca. Zadaci su potpora svim operacijama u procesima distribucije i prodaje gotovih proizvoda kupcima. Obuhvaćajući čitav niz aktivnosti kao npr. oblikovanje distribucijske mreže, istraživanje potreba tržišta, upravljane skladištem gotove robe i distribucijskim centrima, planiranje transporta i skladištenje, komisioniranje robe, pakirarnje i dr., ostvaruje se tok materijala između poduzeća i kupca. Cilj je dostaviti robu kupcima (u određeno vrijeme, u zahtjevanoj količini i kvaliteti) uz najmanje troškove.

Sve aktivnosti koje se događaju unutar nekog poduzeća sveukupno se nazivaju unutrašnja logistika. Ona je podskup logistike poduzeća, a glavne aktivnosti su rukovanje, skladištenje, transportiranje, komisioniranje i pakiranje materijala.

Nabava se redovito smatra kao jedna od ključnih logističkih aktivnosti. Glavni zadatak joj je osigurati raspoloživost, održavanje i razvijanje dobavljanje materijala i usluga od nekog vanjskog poduzeća za potporu operacijama proizvodnje, marketinga, prodaje i logistike. Nastoji ugovoriti i osigurati odgovarajući i neprekidni tok materijala. Nabava obuhvaća brojne operativne zadatke (npr. izvor dobavljača, pregovaranje o rokovima i cijenama itd.), ali i strategijske zadatke (planiranje potreba, upravljanje odnosima s dobavljačima, istraživanje tržišta nabave itd.).

Transport je također vrlo važan dio logistike, a može se definirati kao planiranje, izvršenje, kontrola i upravljanje kretanjem robe i informacija između dvije točke. Možemo ga podijeliti na vanjski i unutarnji. Vanjski transport podrazumijeva ulazni i izlazni transport (nabava ili distribucija). S druge strane, unutarnji transport je tok materijala unutar pogona, između pogona.

Rukovanje materijalom unutar nekog poduzeća također je bitno, tako se ostvaruje tok materijala u procesu proizvodnje, distribucije, odlaganja. Uz kretanje materijala (unutarnji transport), vrlo je važno i skladištenje koje omogućava uskladištenje (čuvanje) robe i s tim povezanih informacija dok nisu potrebne, te komisioniranja, odnosno pripreme i raspodjele materijala korisnicima, internim ili eksternim. Pakiranje ima vrlo širok raspon (dizajn ambalaže, materijali itd.). Proizvodi se pakiraju s ciljem zaštite proizvoda marketinga, pružanja raznih informacija o proizvodu, ali i logističke funkcije - učinkovitijeg rukovanja, skladištenja i transportiranja. Logističke aktivnosti pakiranja isprepletene su s aktivnostima transporta, skladištenja i rukovanja materijalom, a sama logistika pakiranja s dizajnom proizvoda i marketingom.

Fizička distribucija je aktivnost vanjskog transporta, usmjerena na dostavu gotovih proizvoda kupcima. Mnoge aktivnosti mogu se odvijati na više različitih lokacija, npr. skladištenje ili proizvodnja. Uloga logistike je pronaći najpovoljniju lokaciju, tj. oblikovanje lanca opskrbe. Upravljanje zalihama također je jedna od osnovnih aktivnosti u poduzeću. Kretanje i držanje zaliha u poduzeću uzrokuju trošak, zbog toga ih je potrebno minimizirati uz zadovoljavanje potražnje.

Povratni tijek materijala su sve reklamacije, recikliranja, adekvatna zbrinjavanja otpada/opasnih materijala itd. Važan je u proizvodnji zbog ispravljanja mogućih grešaka na proizvodima. Uz fizički tijek materijala kroz proces postoji i tijek informacija, koji je itekako bitan. On se odvija u oba smjera, povezujući čvorove u lancu opskrbe s informacijama o proizvodima, potražnji, narudžbi, stanju na zalihama itd. Tako da je komunikacija i funkcioniranje logističkog informacijskog sustava također ključna aktivnost logistike.

3. O ISTARSKOJ PIVOVARI

Istarska pivovara započela je s proizvodnjom piva u Istri 1977. godine, kada je izgrađen proizvodni pogon pivovare u Buzetu. To je stoga čini jednom od najmlađih pivovara u Hrvatskoj. Svrha njene gradnje bila je povećanje gospodarske razvijenosti, te zadovoljavanje rastuće potrošnje piva na turističkom području Istre.



Slika 5. Proizvodni pogon Istarske pivovare

Od 1990. godine pivovara je iznajmljena slovenskom Unionu. Taj potez se pokazao kao promašaj jer je Union zanemario brend i Istarsku pivovaru koristio kao skladište za svoje pivo.

Nakon osamostaljenja Hrvatske, 1993. godine, vraća se u hrvatsko vlasništvo i iz Istarska pivovara mijenja naziv u *BUP d.o.o. Buzet*. Od 1993. pa do danas je u 100-postotnom hrvatskom vlasništvu.

Godine 2001. Istarska pivovara proširila je svoj proizvodni program s izgradnjom punionice gazirane i negazirane stolne vode Vistra. Imala je stotinjak zaposlenih, a godišnje je proizvodila oko 140 000 hektolirtara piva, koji su najvećim dijelom plasirani na turističko

tržište Istre i Kvarnera, s tendencijom širenja i na ostala tržišta u Hrvatskoj. Njezino svijetlo pivo Favorit dobitnik je zlatnih medalja za kvalitetu na svjetskim izložbama u Bruxellesu, Londonu, Madridu i Lisabonu. Također, 2001. godine, dobitnik je zlatne plakete HGK Županijske komore Pule u kategoriji srednjih trgovačkih društava.

Nakon skokovitog uspjeha na tržištu uslijedio je pad i Istarska pivovara našla se pred dilemom "biti ili ne biti". Naime, godišnja proizvodnja od 140 000 hektolitara bila je prepolovljena, pa su uslijedile i financijske teškoće. S druge strane, nizozemska pivska industrija Bavaria, koja je na hrvatsko tržište ušla 1993. godine, a 1997. u Zagrebu otvorila i pogon za doradu piva, težila je doprijeti i do istarskog tržišta, na kojemu se u sezoni nađe više od 200 000 turista, uz isto toliko domaćih stanovnika. Zasigurno, dobar put je bio učiniti to pomoću već uhodane domaće marke piva. Stoga 2005. godine Buzetska pivovara dolazi u vlasništvo zagrebačke kompanije Bavaria pivo d.o.o., te vraća naziv Istarska pivovara.

3.1. Djelatnosti poduzeća

Iako je Istarska pivovara primarno lokalna tvrtka (zauzima oko 7 % hrvatskog tržišta), sve se više širi. Njihov proizvodni asortiman prije svega je usmjeren na pivo Favorit, kvalitetan proizvod s velikom mogućnošću rasta i razvoja. Tome pogoduje geografska "izoliranost" područja, te atraktivnost turističke regije u kojoj kotira. U zadnjih 7 godina mnogo je uloženo u proizvodnu opremu i procese.



Slika 6. Dio proizvodnog asortimana Istarske pivovare

Pivovara trenutno koristi visokokvalitetne procese upravljanja (npr. ISO standardi) i ima stabilnu proizvodnju i tržišni udio. Također, u procesu proizvodnje koristi se i moderni linijski sistem punjenja staklenih boca, PET-ova (plastičnih boca) i bačava u vlasništvu pivovare koji trenutačno ima kapacitet od gotovo 300 000 hektolitara visoko kvalitetnog piva. Osim vlastitih brandova Istarska pivovara proizvodi i pomaže u proizvodnji desetak drugih brandova.

Tablica 1. Prikaz proizvodnje i financijskog poslovanja pivovara u Republici Hrvatskoj [5]

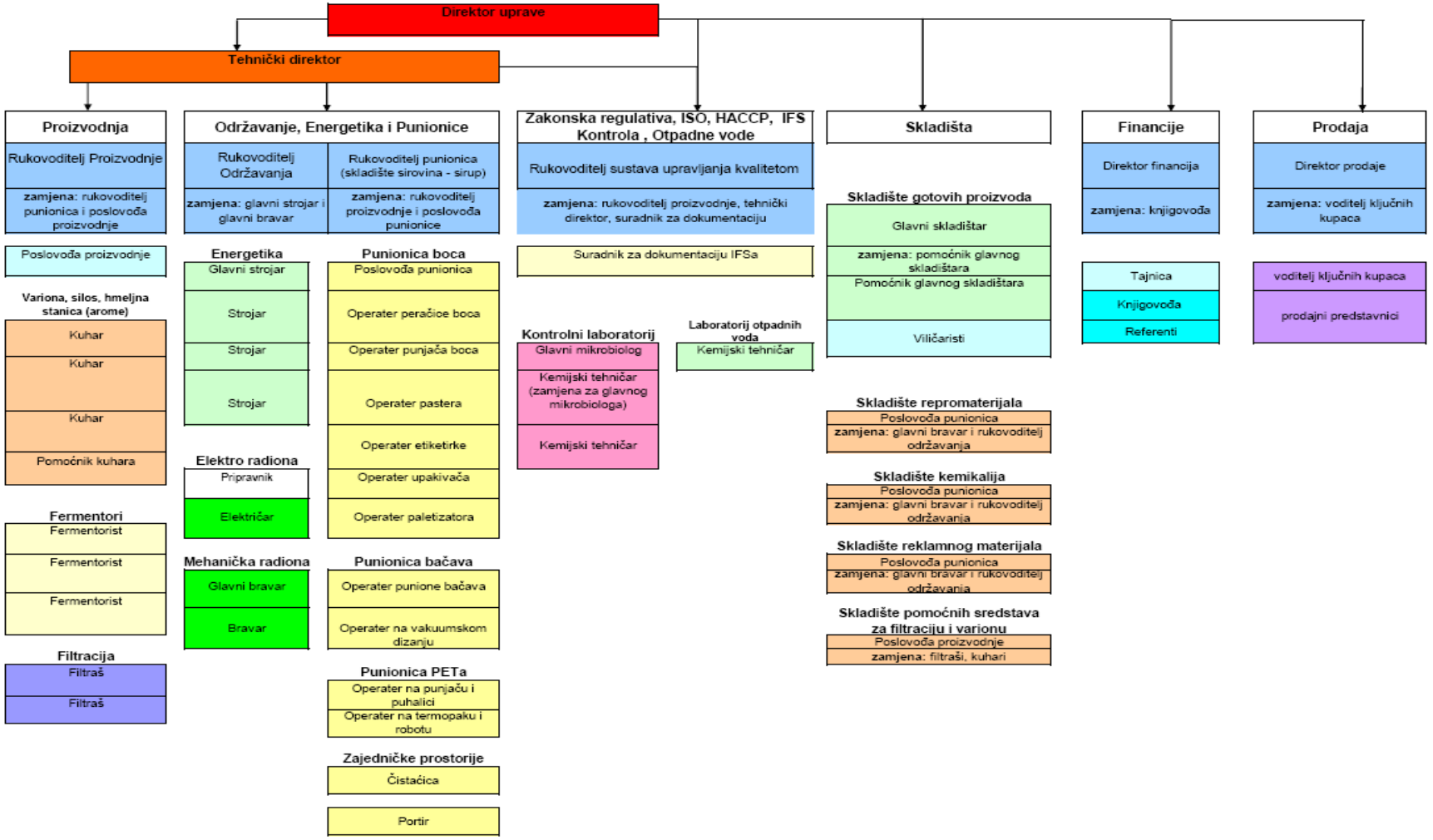
PIVOVARA	*KAPACITET PROIZVODNJE*	*ISKORIŠTENJE KAPACITETA*	*VELIČINA TVRTKE*[4]	*UKUPNI PRIHOD 2010.*[5]	*UKUPNI PRIHOD 2011.*
Zagrebačka pivovara (Molson Coors)	1.800.000 hl	> 90%	VELIKA	840.307.388 kn	946.171.476 kn
Karlovačka pivovara (Heineken)	1.500.000 hl	> 70%	VELIKA	638.466.364 kn	707.931.846 kn
Carlsberg Croatia (Carlsberg)	1.000.000 hl	> 70%	VELIKA	343.835.192 kn	373.641.351 kn
Osječka pivovara	500.000 hl	< 30%	SREDNJA	99.151.779 kn	89.412.998 kn
Istarska pivovara	300.000 hl	< 40%	SREDNJA	36.825.423 kn	47.385.257 kn
Pivovara Daruvar	300.000 hl	< 20%	MALA	7.123.562 kn	13.833.334 kn
Pivovara Ličanka	10.000 hl	100%	MALA	7.279.767 kn	7.430.217 kn
Vukovarska pivovara	10.000 hl	< 12%	MIKRO	638.469 kn	883.955 kn

3.2. Organizacijska struktura poduzeća

Pojam organizacijske strukture označava sastav i građu neke organizacije. Pod organizacijskom strukturom podrazumijeva se utvrđeni sustav sektora, odjela i službi kao i međusobnih veza i odnosa, koji osiguravaju da se zna koje poslove obuhvaćaju pojedine djelatnosti i što je njihov zadatak. Također, kakva je povezanost između tih djelatnosti, odnosno kakva je organizacijska hijerarhija, kakva je međusobna nadređenost i podređenost, te tko donosi kakve odluke.

Organizacijska struktura se mora odrediti prije početka rada poduzeća i mora posve jasno odrediti sve poslovne i proizvodne djelatnosti, na način da slijedi ciljeve poduzeća. Također je važno da se pritom vodi računa da ne dolazi do preklapanja pojedinih poslova, kao i da svaki pojedinac dobiva naređenja samo od jednog nadređenog. Isto tako, važno je paziti na raspodjelu prava i odgovornosti ovisno o razinama na kojoj se netko nalazi u organizacijskoj strukturi.

U Istarskoj pivovari ustrojene su sljedeće organizacijske jedinice: uprava na čelu s direktorom uprave, tehnički direktor, proizvodnja, održavanje energetika i punionica, kontrola, skladište, financije, prodaja (Slika 7.).



Slika 7. Organizacijska struktura Istarske pivovare

3.3. Ciljevi i misija poduzeća

3.3.1. Ciljevi

Ciljevi Istarske pivovare su prije svega daljnje unaprijeđenje proizvodnje, ulaganja u obnovu i modernizaciju postrojenja, edukaciju zaposlenika, isto tako i poboljšanje kalitete i prodaje Favorit piva.

Dugoročni ciljevi odnose se prije svega na održavanje i jačanje prepoznatljivosti brenda Favorit piva, te zauzimanje bolje pozicije na hrvatskom tržištu. Isto tako, namjeravaju se usmjeriti i na izvoz, prije svega u susjedne zemlje, a onda i dalje. Upravo zbog planova izvoza teže povećanju kapaciteta pivovare, ujedno pazeći i dalje na kvalitetu prizvoda i na minimaliziranje oštećenja okoliša. Također, Istarska pivovara se trudi ići u korak s trendovima u pivarskoj industriji, a to se trenutno prije svega odnosi na proizvodnju radler piva koji su izrazito popularni.

3.3.2. Misija

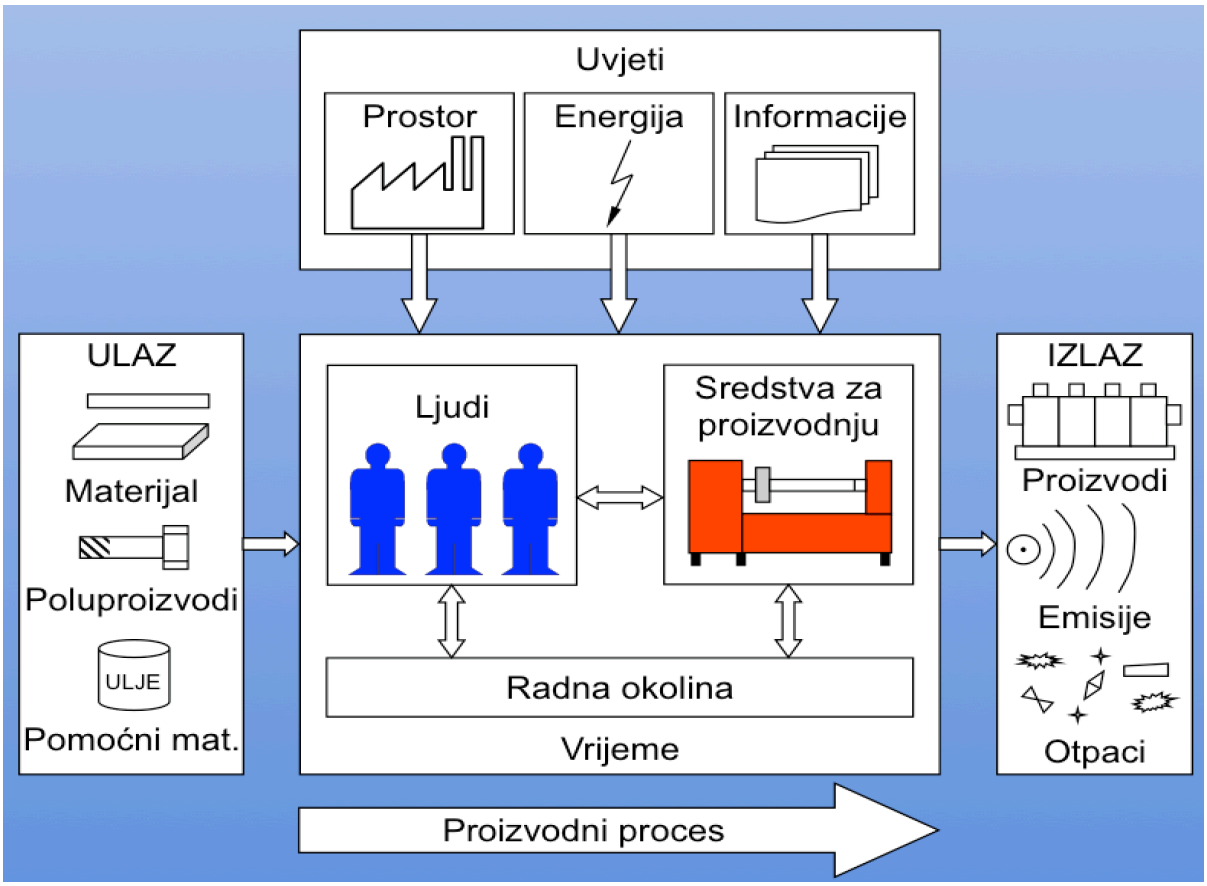
Misija poduzeća je pružanje proizvoda visoke kvalitete široj publici uz dobar odnos cijene i kvalitete, te zadovoljstva svojih kupaca i potrošača, a pritom biti ekološki osviješteni vodeći brigu o smanjivanju potrošnje prirodnih resursa s minimalnom emisijom u okoliš.

Upravo je rezultat takve politike Istarske pivovare integracija sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001:2008 i sustava upravljanja okolišem ISO 14001:2004 certificiranim 2010. godine. Također posjeduju i IFS certifikat (International Food Standard), razvijen od strane njemačkih maloprodajnih lanaca kako bi se razvila međunarodna sigurnosna norma koja osigurava visoku razinu transparentnosti diljem lanca isporuke robe tj. prometa proizvoda.

4. PROIZVODNI SUSTAV I PROIZVODNI PROCESI U PODUZEĆU

4.1. Proizvodni sustav

Proizvodnja predstavlja usmjerenu djelatnost koja ima za cilj dobivanje korisnih proizvoda za društvo. Smatra se uspješnom ukoliko zadovoljava potrebe krajnjih korisnika i ako uspješno konkurira na tržištu. Realizira se kroz brojne tehnološke procese. Sam proces predstavlja jedan izrazito dinamički sustav u kojem postoji kretanje materijala i informacija.



Slika 8. Proizvodni sustav [6]

Sustavi koji služe za ostvarivanje ciljeva proizvodnje nazivaju se proizvodni sustavi. To je složena socijalna i materijalna tvorevina kojom se obnosi proces stvaranja vrijednosti - materijalnih i inih dobara. Za osiguranje ovog cilja nužno je osigurati elemente sustava, određene uvjete, te komunikaciju između sustava i okruženja. Osnovni element proizvodnog sustava su ljudi s proizvodnim iskustvom i sredstva za proizvodnju koji zajedničkim

djelovanjem u radnoj okolini, uz ispunjenje određenih uvjeta (prostora, energije, informacija), transformiraju ulazne komponente u izlazne veličine. Proizvodni sustav je sastavljen od više podsustava koji su u stalnoj međusobnoj interakciji te stoga mora biti cjelovit odnosno integriran [6].

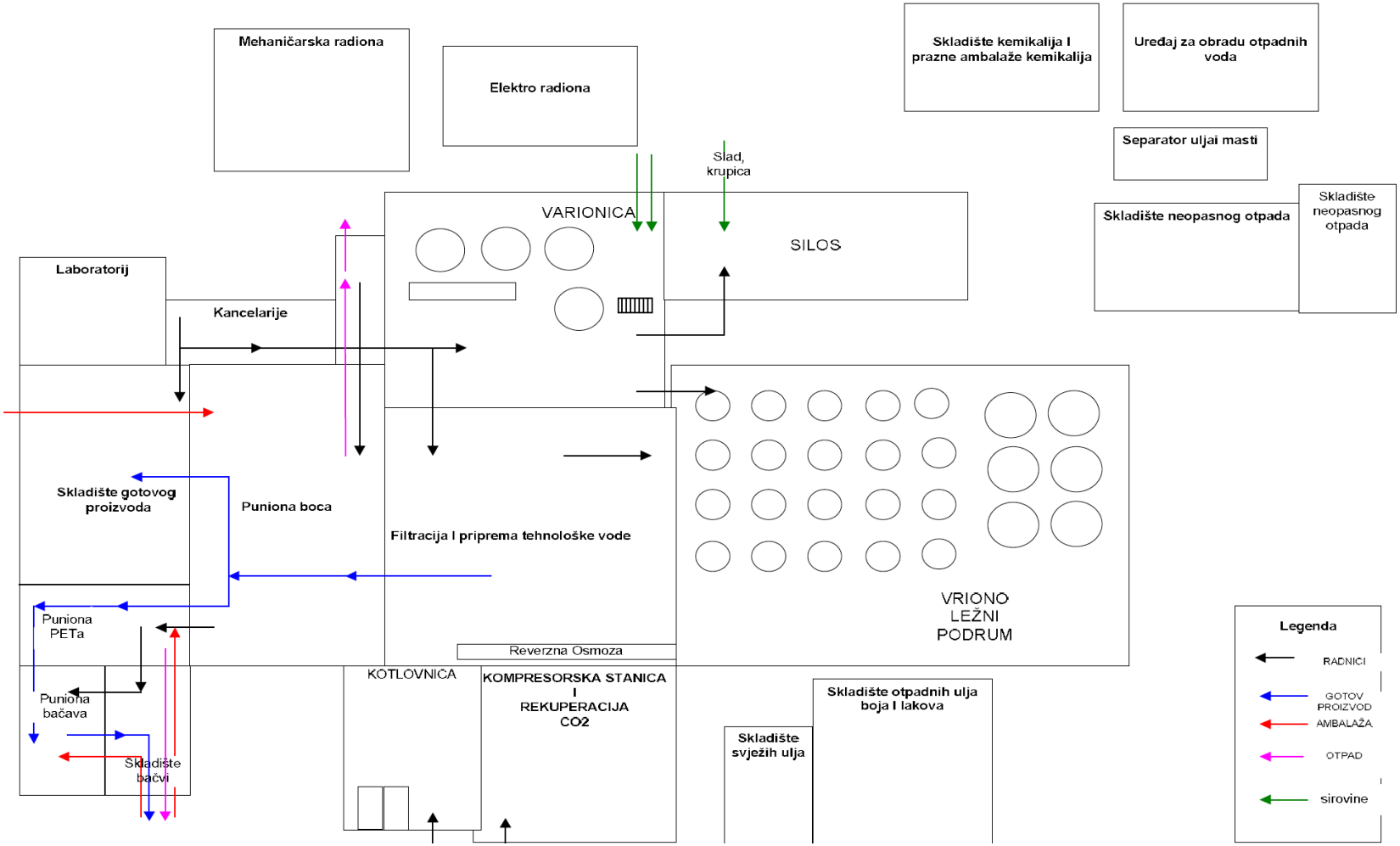
Suvremena proizvodnja je sve kompleksnija na području tehnologije ili samih proizvodnih postupaka. Takvi složeni proizvodni sustav zahtjevaju određene sustave koji će njima upravljati, tu upravo logistika ima veliku ulogu. Naime, logistika je u prvom redu povezana s kvalitetom gotovog proizovda, ali i samom pripremom proizvodnje, kvalitetom postupaka, nabavom ulaznih materijala itd.

Elementi koji direktno utječu na razvoj proizvodnih sustava su [7]:

- sposobnost predviđanja događaja
- brzina usvajanja novih tehnoloških rješenja
- kvaliteta postupka promjene stanja elemenata sustava
- kvaliteta organizacije sustava
- kvaliteta upravljanja postupcima promjene stanja
- efikasnost i kvaliteta funkcije sistemske pogreške (logistike)

4.1.1. Proizvodni sustav Istarske pivovare

Proizvodni sustavi sastoje se od više podsustava koji su u stalnoj međusobnoj interakciji, tako i u Istarskoj pivovari ima više podsustava, cjelina, kao što je prikazano na slici 9. Svaka od prikazanih cjelina ima i pripadajuće logističke procese kao i tehnološke i operativne procese pripreme. Na slici su prikazani i putevi kojima se kreću radnici, sirovine, ambalaža, gotov proizvod i na kraju otpad.



Slika 9. Proizvodni sustav Istarske pivovare

4.2. Proizvodni proces

Proces je zbivanje označeno pretvorbom i/ili transportom tvari, energije i/ili informacija, kod kojeg se prikladnim djelovanjem na utjecajne veličine daju postići određeni rezultati. Prema ASME standardu 101, proizvodni proces je proces rada proizvodnog sustava i obuhvaća sva zbivanja u procesu izrade novog proizvoda [6]:

- proces rada kojim se izravno i svrsishodno djeluje na materijal (predmet rada) i tako povisuje njegova vrijednost (mehanička obrada, zaštita materijala, montaža itd.);
- te zbivanja koja izravno ne doprinose povećanju vrijednosti materijala, ali su nužna za odvijanje cjelokupnog procesa (kontrola kakvoće, transport, skladištenje itd.).

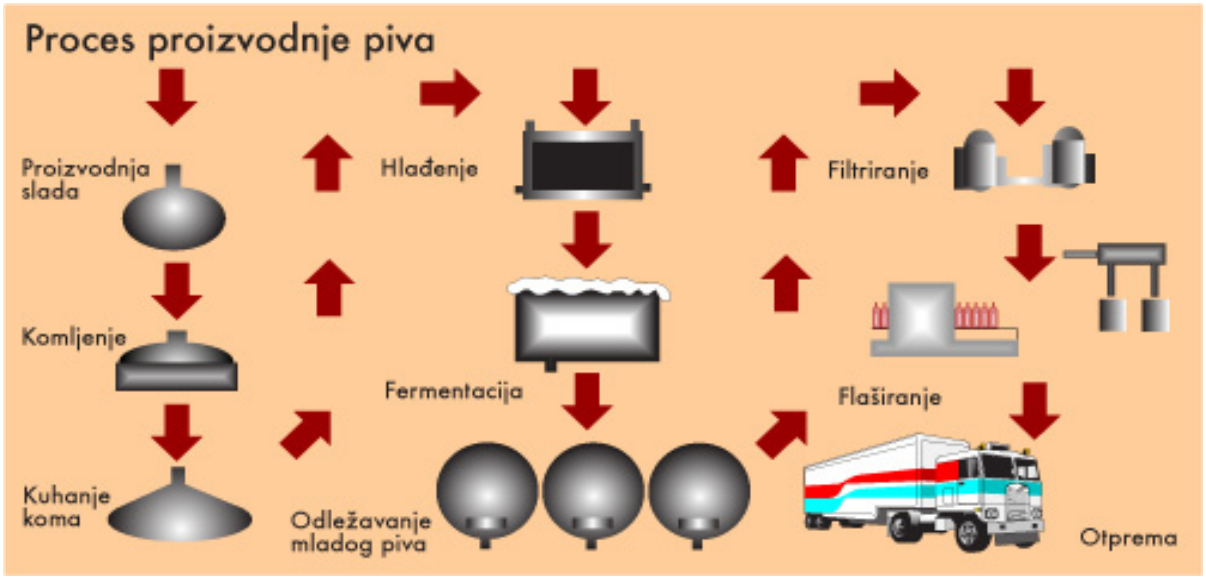
Proizvodni je proces rješenje tehnološkog procesa u prostoru i vremenu. Pod tehnološki proces smatramo određivanje načina i redoslijeda izvođenja proizvodnih operacija i kontrole kakvoće.

Proizvodnje procese možemo podijeliti na:

- Kontinuirani proizvodni procesi, oni kojima se predmet rada javlja u obliku koji se može kontinuirano mjeriti (kao npr. u procesnoj i prehrambenoj industriji).
- Diskretni proizvodni procesi, oni kod kojih se predmet rada javlja u diskretnim, cjelobrojnim količinama (npr. metaloprerađivačka industrija).

4.3. Proces proizvodnje piva

U početku se pivo proizvodilo samo za kućnu upotrebu, ali s razvitkom trgovine pivo postaje predmet razmjene. Tako započinje razvoj pivarstva kao samostalnog zanimanje. Iako se pivo proizvodilo u velikim količinama, uspjeh proizvodnje ovisio je o stručnosti majstora i njegovom iskustvu. Uloga mikroorganizama u transformacijama organske tvari postala je poznata tek u 19. stoljeću. Upravo u prvoj polovici 19. stoljeća dolazi do velikih i korijenitih promjena u proizvodnji piva. Razvoj mikrobiologije i biokemije tehnologiju u proizvodnji piva doveo je na visok nivo. Isto tako, unaprijeđenje parnog stroja povoljno je utjecalo na razvoj pivarstva. Međutim, najvažnije tehničko otkriće bio je rashladni stroj. Zahvaljujući važnim znanstvenim i tehničkim dostignućima u 19. stoljeću stvoreni su uvjeti za pretvaranje malih pivarskih poduzeća u velike tvornice opremljene suvremenom tehnologijom [9].



Slika 10. Proces proizvodnje piva [8]

4.3.1. Ulazne sirovine

Osnovne sirovine za proizvodnju piva su: pivska sladovina, pivski kvasac, hmelj i voda. Od pivskog ječma prvo se dobiva slad, od kojeg se radi sladovina, koja zatim fermentira u pivo.

Ječam je osnovna sirovina za dobivanje piva (slada). U pivarstvu se upotrebljavaju specijalne sorte ječma, tzv. pivski ječam. Građa zrna ječma jedan je od razloga što ječam u pivarstvu uvijek ima prednost pred ostalim zrnastim kulturama [10].

Pivski slad je isklijalo i osušeno zrno ječma. Slad se dobiva iz ječma kroz nekoliko faza. Prvo se ječam potapa u vodu na određenoj temperature kako bi se potaklo klijanje koje je ujedno i druga faza. Klijanje potiče kemijske promjene koje utječu na krajnji okus i aromu slada i piva. Treća faza je sušenje i prženje kako bi se spriječilo daljenje klijanje. Prženjem se dobiva konačni okus, miris i boja slada, a samim time i piva. Na boju piva utječe vrijeme prženja tog ekstrakta. Slad daje pivu sastojke ekstrata od kojeg zavisi punoća okusa i koncentracija osnovnog ekstrata piva.

Pivska sladovina je vodeni ekstrakt pivskog slada, neslađenih sirovina i hmelja. Pod neslađene sirovine spadaju sve neisklijale žitarice, poput ječma, pšenice, kukuruza, riže, njihova brašna ili škroba. Primjerice, kukuruzna krupica je neslađena sirovina koja je ustvari krupno mljeveni kukuruz koji je prethodno kuhan tako da se priprema kuhanjem samo

nekoliko minuta. Krupica je "grublja" varijanta običnog brašna, kod koje su se zrna ustinjavala na veće komadiće za razliku od običnog brašna koje je glatko i sitno. Ima vrlo važan učinak u proizvodnji na desetke tisuća različitih vrsta piva.

Hmelj je djevičanski, neplođeni cvat višegodišnje biljke penjačice. Taj se cvat koristi u pivarstvu pod nazivom hmeljne šišarice. Umjesto šišarica često se koriste od njih dobiveni pripravci, kao što su hmeljni pelati i hmeljni ekstrakti. Hmelj pivu daje gorak i aromatičan okus i bitno utječe na kvalitetu i stabilizaciju piva.

Pivski kvasac je jednostaničan mikroorganizam, selekcioniran u laboratoriju. Prostim okom postaje vidljiv tek u velikim nakupinama pojedinačnih stanica. Kvasci izazivaju alkoholno vrenje u kojem šećeri iz slada prelaze u alkohol i ugljikov dioksid. Izbor vrste kvasca ima veliki značaj, pošto o osobinama kvasca ovisi brzina fermentacije, stupanj fermentiranosti i izbistravanje piva, također i okus i aroma piva. U proizvodnji piva cijene se oni kvasci kod kojih je fermentacija brza, a stupanj fermentacije velik, te koji omogućuje dobro izbistravanje, blag i čist okus i dobru aromu piva. Sve navedene osobine nema samo jedna određena vrsta, već se u proizvodnji primjenjuju mješane vrste.

Voda je glavni sastojak pri izradi piva. Pored toga što utječe na biokemijske procese u proizvodnji piva, ona je neophodna i u tehnološkom postupku proizvodnje slada. Sastav vode koji se upotrebljava za proizvodnju sladovine utječe na kvalitetu piva. Primjerice, soli iz vode izrazito utječu na okus piva. Potrebna je visoka kvaliteta voda kako bi se proizveo kvalitetan proizvod.

4.3.2. Proizvodni proces

Proizvodnja piva je dugotrajan i složen tehnološki proces koji je sastavljen od niza tehnoloških operacija (Slika 11.)



Slika 11. Dijagram toka tehnološkog procesa proizvodnje piva [11]

Prijem, skladištenje i transport sirovina

Cilj ove faze je čuvanje, transport i priprema sirovine za proizvodnju piva. Svaka pivovara raspolaže sa silosima za prijem i uskladištenje zaliha slada i nesladnih sirovina, koje odgovaraju jednomjesečnoj proizvodnji. Količina zaliha ovisi potrebnoj količini za proizvodnju, te povezanosti s dobavljačima i mogućnosti snabdijevanja.

Za transport sirovina s jednog mjesta na drugo služe nam transportni uređaji koji su sastavni dio silosnog postrojenja. Razlikujemo mehaničke (elevatori, transportni puževi, lančani transporteri, trakasti transporteri) i pneumatske transportne uređaje.

Pripremanje sladovine

Ekstrakcijom vrijednih sastojaka slada i hmelja dobiva se sladovina. Cilj proizvodnje sladovine je da se nerastvorene tvari u sladu pretvore u rastvoreni oblik djelovanjem enzima. Pripremanje sladovine obuhvaća niz operacija: mljevenje slada, ukomljavanje (ekstrakcija slada), kuhanje komine, filtracija sladovine, varenje i hmeljenje sladovine, bistrenje i hlađenje

sladovine. Ovi postupci osnova su za daljnji proces proizvodnje piva. Sastav sladovine zavisi od vrste slada i načina na koji se pojedine faze izvode i uvjeti pod kojima se one odvijaju. To se posebno odnosi na postupak ekstrakcije (ukomljavanja), koji se smatra najznačajnijim procesom u proizvodnji sladovine [11].



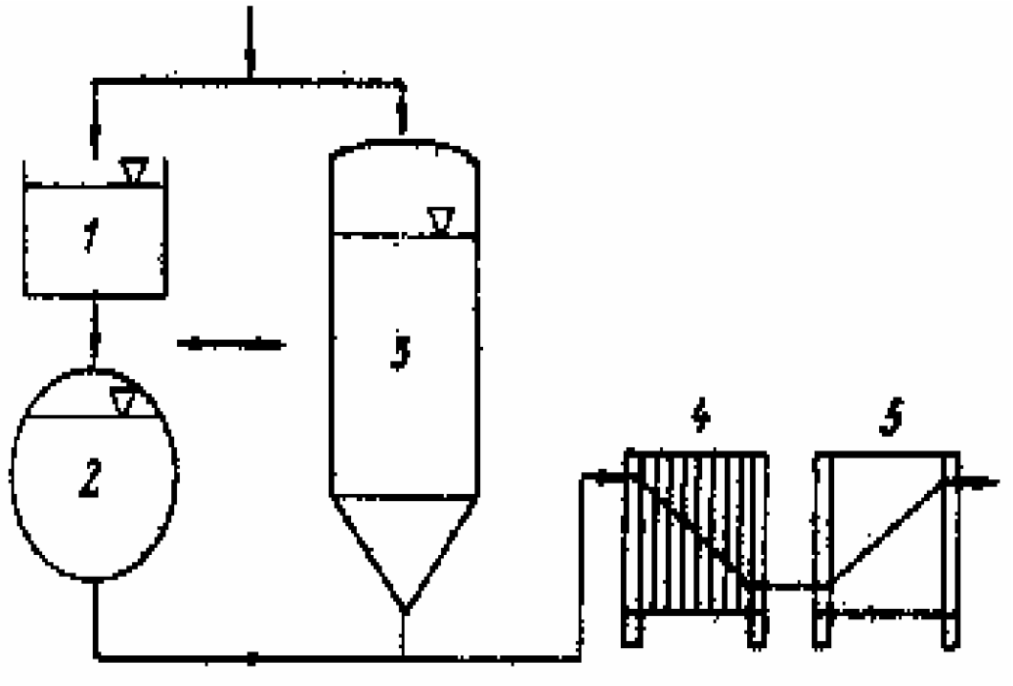
Slika 12. Pripremanje sladovine u Istarskoj pivovari

Alkoholno vrenje i zrenje piva

Vrenje je jedna od najvažnijih faza u proizvodnji piva. O njemu ovisi vrsta i kvaliteta gotovog proizvoda. Cilj ove faze je razgradnja sladovine (fermentacija šećera iz sladovine) pod utjecajem pivskog kvasca i dobivanje piva sa svim prepoznatljivim odlikama kvaliteta. Za vrenje i zrenje piva, postoje različite tehnike koje se razlikuju od pivovare do pivovare, od klasičnog postupka u otvorenim posudama za vrenje do postupka kontiniranog vrenja. Prema klasičnom postupku vrenje i zrenje piva odvija se u posebnim prostorijama vriono-ležnog podruma, dok se prema suvremenom postupku glavno vrenje i dozrijevanje se odvija u cilindrično-konusnim fermentatorima (Slika 13.). Zavisno od primjenjenih tehnika i tehnologija vrenja,vrenje može trajati od nekoliko dana do nekoliko mjeseci.

Proces vrenja započinje dodavanjem pivskog kvasca u sladovinu. Nakon završetka vrenja, kvasac se taloži na dnu varione posude, te se odvaja iz piva. Dio se priprema i čuva za ponovnu uporabu, a dio se smatra kao otpad.

Nakon završetka glavnog vrenja, dobiveno tzv. mlado pivo, se kod klasičnog postupka hladi i sa zaostalim ekstraktom prepumpava u tankove za zrenje i odležavanje gdje dolazi do promjena aromatskih komponenti, prirodnog bistrenja i dobivanja određene koloidne stabilnosti piva. Zrenje se može vršiti s ili bez prethodnog hlađenja i u istom tanku, nakon čega se hladi na temperaturu odležavanja (-1 do -2)°C, pod pritiskom ugljikova dioksida, gdje se zadržava minimalno dva tjedna (naknadno vrenje). Održavanje temperature vrenja i hlađenja piva postiže se direktnim hlađenjem tankova, ili indirektno hlađenjem prostora u kojem su tankovi smješteni [11].



Slika 13. Glavno vrenje, dozrijevanje, filtracija i biološka stabilizacija piva [12]

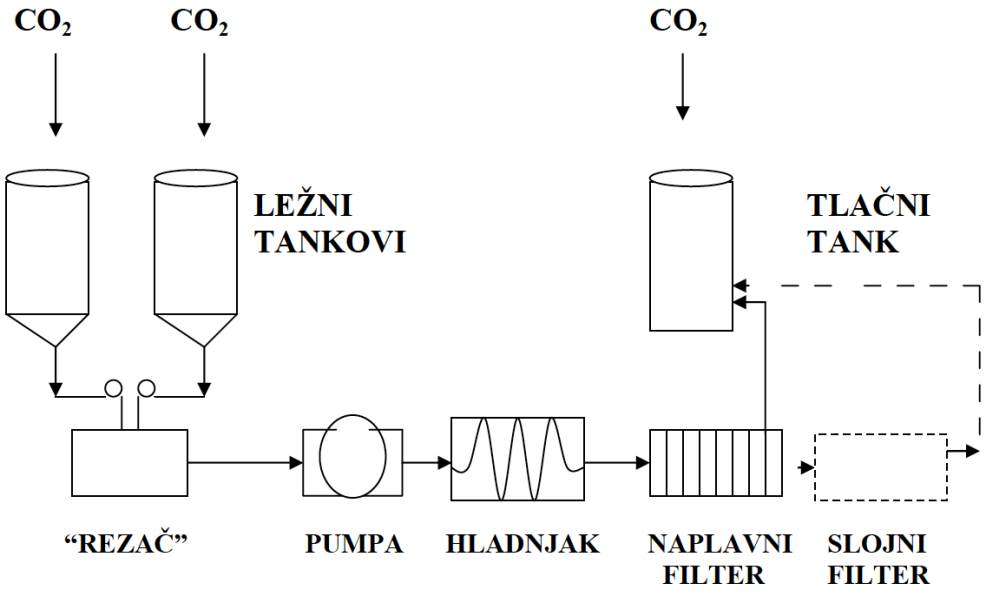
1 - vriona kada (tank); 2 - ležni tank; 3 - cilindrično-konusni fermentator; 4 - filter; 5 - protočni pasterizator

Dorada piva

Cilj ove faze je da se zrelom pivu dobivenom u vrionoležnom podrumu omogući odgovarajućim tehnikama dorade prepoznatljiva kristalna bistrina, neophodna fizičko-

kemijska i biološka stabilnost, kao i drugi parametri kvalitete (sadržaj osnovnog ekstrakra, sadržaj alkohola, sadržaj ugljikovog dioksida) koji su uz minimalni rok uporabe deklarirani na etiketi i daju neophodne informacije potrošačima. Dorada piva predstavalja niz različitih tehnika, metoda i opreme. Izbor ovisi o vrsti piva ili proizvodu na bazi piva koji se želi proizvesti, prethodnih postupaka primarne proizvodnje, željenog minimalnog roka upotrebe piva, uvjetima skladištenja gotovog proizvoda, kao i postavljenih standarda kvaliteta u pivovarama. Neki od postupaka dorade piva su [11]:

- Separacija ili centrifugiranje piva predstavlja ekološki najpogodniji postupak prinudnog bistrenja piva, odnosno za izdvajanje zaostalih ćelija kvasca ili dugih čvrstih tvari iz piva
- Filtracija je najrašireniji postupak bistrenja piva odnosno izdvajanja zaostalih ćelija kvasca i drugih čestica koje čine pivo mutnim i koje se nalaze u odležanom pivu (Slika 14.). Cilj filtracije napraviti pivo trajnim , da u njemu duže vrijeme ne nastanu nikakve vidljive izmjene i da pivo zadrži svoj prvobitni izgled [10].



Slika 14. Shema uobičajenog postupka filtracije u pivovarama [12]

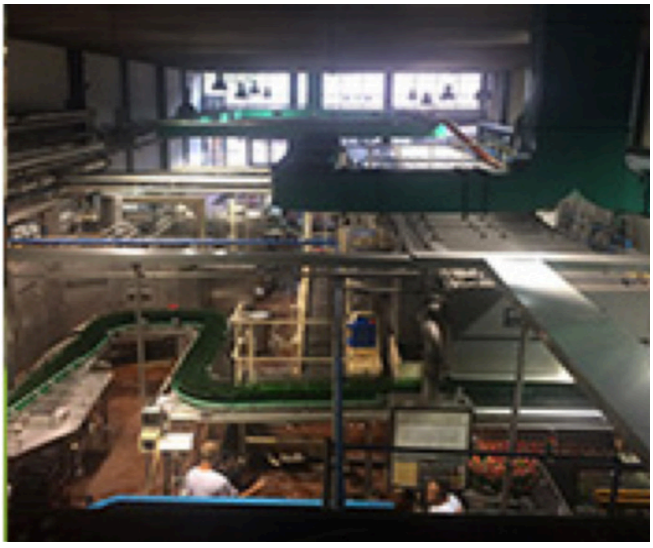
- Stabilizacija piva za cilj ima očuvati trajnost piva unutar deklariranog minimalnog roka trajanja. Razlikujemo koloidnu i biološku stabilnost. Koloidna stabilnost piva je jedna od najvažnijih karakteristika kvaliteta piva, a određuje se brojem dana u toku kojih se pivo ne mijenja. Biološka trajnost piva postiže se dobrim dijelom visokim

nivoom higijene u svim fazama proizvodnog procesa, ali i dodatnim tehnološkim postupcima kao što su: pasterizacija (uništavanje mikroorganizama putem zagrijavanja), sterilna filtracija (oslobađanje piva od neželjenih mikroorganizama hladnim putem) [11].

- Blending je automatski reguliran postupak za ponovno iskorištenje mješavine pivovoda dobivene u filtracijskom tanku na početku i na kraju filtracije. Postupak se primjenjuje tokom same filtracije piva u svim pivovarama koje žele na kvalitetan način iskoristiti izgubljeno pivo tokom postupka filtracije, kao i u pivovarama koje žele povećati svoje proizvodne kapacitete [11].
- Karbonizacija je postupak naknadnog obogaćivanja piva s ugljikovim dioksidom i ima za cilj precizno postizanje zahtjevanog sadržaja CO_2 u pivu.
- Dealkoholizacija je djelomično ili potpuno odstranjivanje alkohola iz pive.
- Skladištenje pod pritiskom predstavlja neophodni korak za filtrirano pivo, a cilj mu je da u kontroliranim uvjetima (CO_2 atmosfera) osigura jednodnevnu do trodnevnu zalihu piva za potrebe punionice.

Punjenje piva

Punjenje piva odvija se korištenjem složenih strojeva i uređaja za postizanje standardne kvalitete piva i ambalažom koja će omogućiti povećanu potrošnju. Pivo se puni u bačve, staklenu, limenu i PET ambalažu, koja može biti povratna i nepovratna.

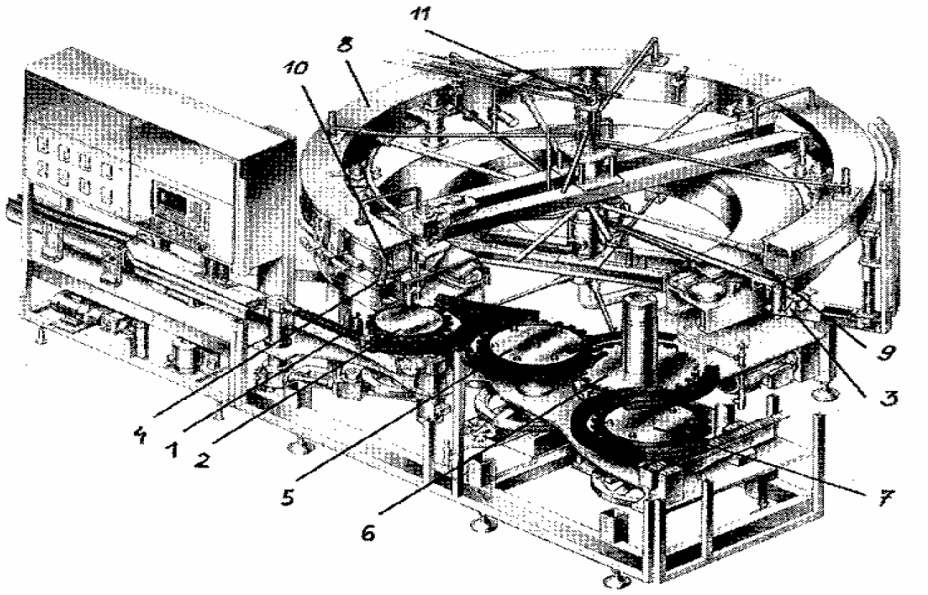


Slika 15. Linija za punjenje boca u Istarskoj pivovari

Najviše se konzumira piva iz staklenih boca. Prednost je što se mogu jednostavno oprati, puniti i zatvarati. Staklo je otporno na utjecaj organskih tvari iz piva. Pivo se može pasterizirati u bocama ili samo pivo se u protoku pasterizira. Staklena boca je otpornija na trošenje i spriječava izlaz ugljikovog dioksida iz piva, kao i ulaz kisika u bocu. Smeđa boja stakla štiti pivo od prodora UV zraka, što osigurava dužu trajnost piva u boci.

Limenke za punjenje piva se izrađuju od bijelog lima ili aluminija. Pivo napunjeno u limenkama je neophodno pasterizirati u tunel - pasterizatoru.

Punjenje PET ambalaže zahtjeva korištenje boca koje se proizvode s troslojnim ili višeslojnim reaktivnim slojem koji spriječava gubljenje ugljikovog dioksida i ulaz kisika. PET boce se mogu proizvoditi direktno iz PET granulata ili iz prethodno formiranog poluproizvoda kojeg pivovare najčešće kupuju i puhanjem formiraju u konačni željeni oblik boce. Pivo napunjeno u PET bocama podložno je većem utjecaju svjetlosti. Trajnost piva je smanjena u odnosu na trajnost u staklenim bocama ili limenkama [10].



Slika 16. Presjek punilice boca

1 - pužnica za ulaz boca; 2 - zvijezda za raspodjelu boca; 3 - podizač; 4 - čahura za centriranje; 5 - središnja zvijezda; 6 - zvijezda za zatvaranje; 7 - zvijezda za izvod boca; 8 - prstenasti rezervoar za pivo; 9 - kanal za vakuum; 10 - ventil za punjenje; 11 - rotacioni razvodnik

Punjenje uključuje: razvrstavanje, pranje i dezinfekciju ambalaže, kontrolu opranih boca, samo punjenje boca, zatvaranje, ljepljenje etiketa i stabilizaciju sadržaja u boci i na kraju pakiranje i paletizacija.

Skladištenje gotovog proizvoda

Pivo se pakira u ambalažu koja ne otpušta štetne tvari, koje bi mogle utjecati na sam proizvod i koje će ga štititi od vanjskih utjecaja. Skladišti se u tamnim prostorima, regulirane temeperature, u uvjetima koji čuvaju njegovu kakvoću do navedenog roka upotrebe. Proizvodi ne smiju biti izloženi UV zračenju niti biti blizu neposrednog izvora toplinske energije [11]. Gotova pakiranja se slažu na palete, te se tako upakirani predaju u skladište gotove robe (Slika 17.).



Slika 17. Skladište gotovih proizvoda u Istarskoj pivovari

5. OPIS PROBLEMA U PIVOVARI

Svaki proizvodni proces, pa tako i proizvodnja piva ima velike emisije u okoliš. Primjerice, velike količine emisija u zraku kao što su plinovi i mirisi, posljedica su procesa proizvodnje velike količine energije prilikom fermentacije, filtracije, kuhanja, pranja itd.

Proizvodnja pive, također, zahtjeva velike količine pitke vode, koja se koristi kako za samu proizvodnju pive, tako i za druge tehnološke procese kao što je čišćenje pogona i ambalaže. Jedan od problema koji su posljedica toga su velike količine otpadnih voda.

Svakako proizvodnja iziskuje i izrazito veliku potrošnju električne energije koja se koristi za rad svih strojeva, hlađenje, ventilaciju, proizvodnju komprimiranog zraka itd. Isto tako, velika je potrošnja i toplinske energije koja se koristi u samoj proizvodnji sladovine, procesima pranja i grijanja objekata.

U Istarskoj pivovari postoje mnogi načini za unaprijeđenje proizvodnje. Linija za PET ambalažu, uz glavne strojeve u proizvodnji koji su dosta stari imaju veliku potrošnju vode i energije, te se događaju velika rasipanja. Upravo se tu nalazi mogućnost unaprijeđenja, koja će uz veću produktivnost na liniji za PET, donijeti i uštede u financijskom pogledu.

5.1. Potrošnja vode

Potrošnja vode veliki je problem u proizvodnom procesu Istarske pivovare. Razlozi velike potrošnje leže u starosti pogona i tipu opreme kojom raspolažu u pojedinim dijelovim proizvodnog procesa. U različitim priručnicima moguće je pronaći jedinstveni podatak o potrošnji vode po jedinici proizvoda za industriju proizvodnje piva. Neki od takvih podataka dani su u tablici 2.

Tablica 2. Tipične vrijednosti potrošnje vode [11]

Tipične vrijednosti	**Referentni dokument[7]**	**Referentni dokument[8]**
Potrošnja vode (m^3/hl piva)	0,32 - 1,0	0,4 - 1,0

[7] Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Dring and Milk Industries, EC, kolovoz 2006. godina

[8] Environmental Management in the Brewing Industry, Technical report No. 33, UNEP Industry and Environment, 1996. godina

Podaci o potrošnji vode u Istarskoj pivovari su dani u tablici 3.

Tablica 3. Potrošnja vode u Istarskoj pivovari u 2014. godini

	VODA
2014.	**m^3**
siječanj	5.233
veljača	4.537
ožujak	6.538
travanj	7.256
svibanj	8.162
lipanj	8.153
srpanj	8.169
kolovoz	4.413
rujan	2.967
listopad	4.361
studeni	3.452
prosinac	2.475
UKUPNO	**65.716**

Kao što je vidljivo iz tablice, potrošnja vode je najveća u razdoblju od ožujka do srpnja kada kad je u Istarskoj pivovari vrijeme kuhanja pive i kad proizvodnja radi s maksimalnim kapacitetom.

Glavni ekološki problem u proizvodnji piva su velika količina otpadnih voda koje možemo podijeliti na tehnološke, sanitarne i oborinske. Karakteristike otpadnih voda iz procesa proizvodnje piva rezultat su specifičnosti otpadnih voda iz pojedinih faza tehnološkog procesa, što ovisi o [11]:

- utrošak tehnološke vode,
- stanju i stupnju instalirane opreme,
- odnosu ljudi prema opremi, te
- načinu odvođenja otpadnih voda.

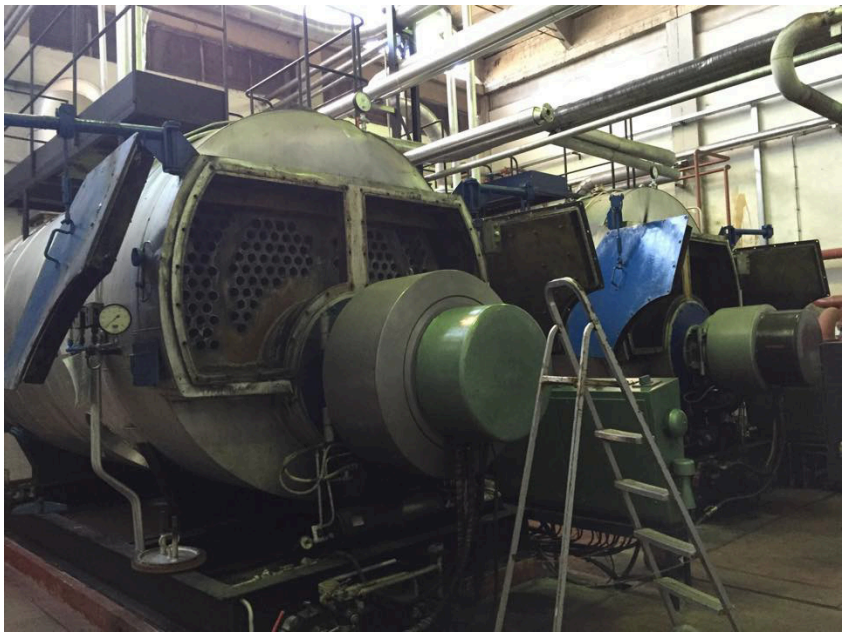
5.2. Potrošnja energije

Svaka proizvodnja uz potrebu za redovnim sirovinama, ima veliku potrebu za energijom. Osobina pivovara je da uz to što imaju potrebu za velikom količinom energije, na raspolaganju moraju imati i različite oblike energije (električna i toplinska).

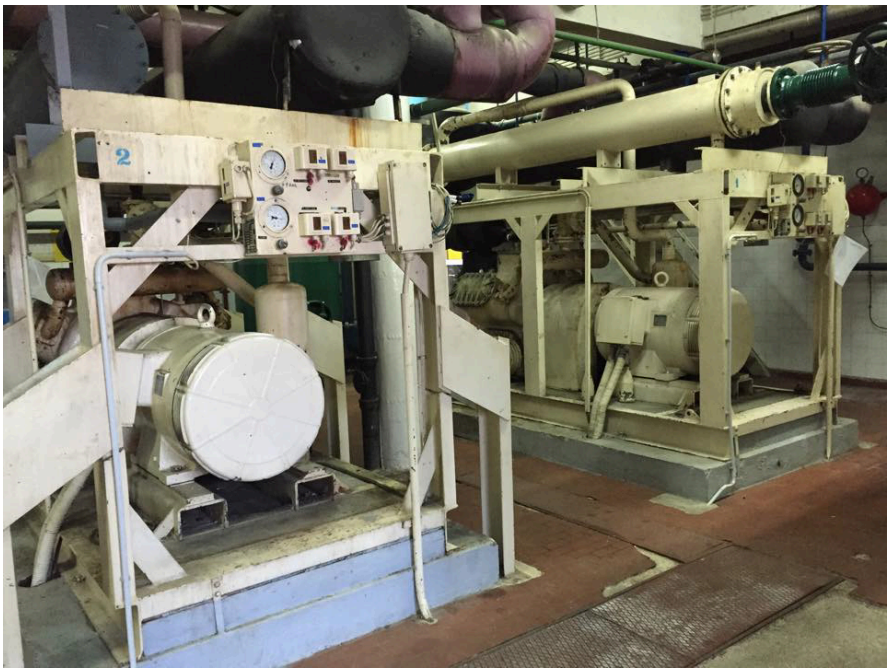
Električna energija koristi se u svim dijelovima proizvodnje. Kao i kod potrošnje vode, razlozi velike potrošnje energije leže u starosti opreme. Veliki potrošači, kako vode tako i energije, u Istarskoj pivovari su parni kotlovi i rashladni kompresori.

Parni kotlovi su velika postrojenja koja rade na lož ulje. Pivovara posjeduje 2 velika parna kotla (Slika 18.), koja su zamišljena da rade za prosječnu proizvodnju od 300 000 hektolitara godišnje. Međutim, za trenutne proizvodne količine dovoljan je rad 1 parnog kotla s učinkom od 3 megavata. Potrošnja proizvedene toplinske energije raporeduje se na različite proizvodne faze, primjerice: variona (zagrijavanje vode za ukomljavanje, ispiranje tropa, kuhanje sladovine itd.), čišćenje i sterilizacija, punjenje ambalaže itd..

Rashladni kompresori imaju izrazito važnu ulogu u proizvodnji piva, upotreba energije za hlađenje i sterilizaciju važna je za osiguranje kvalitete konačnog proizvoda. Međutim, rashladni kompresori su drugi veliki potrošač energije u Istarskoj pivovari (Slika 19.). Njihovo maksimalno rasipanje može biti do 9 % ukupne potrošnje energije, međutim zbog starosti opreme, i neispravnog rada, oni troše i više. Od tri postojeća kompresora u postrojenju, u proces su uključena samo dva. Energija dobivena za hlađenje koristi se u različite svrhe pa tako služi za hlađenje sladovine, odvođenje topline oslobođene tijekom glavnog vrenja, hlađenje mladog piva prije odležavanja i sazrijevanja, hlađenje piva prije filtracije itd..



Slika 18. Postojeći parni kotlovi u Istarskoj pivovari



Slika 19. Postojeći rashladni kompresori u Istarskoj pivovari

U različitim priručnicima moguće je pronaći jedinstveni podatak o potrošnji energije po jedinici proizvoda za industriju proizvodnje piva. Neki od takvih podataka dani su u tablici 4.

Tablica 4. Tipične vrijednosti potrošnje energije [11]

Tipične vrijednosti	**Referentni dokument[9]**	**Referentni dokument[10]**
Potrošnja električne energije (kWh/hl piva)	10,4 - 10,6 *	8 - 12 **
Toplinska energija (MJ/hl piva)	118,7 - 127,9 *	150 - 200 **

* za pivovare s 20 i više zaposlenih

** za dobro organizirane pivovare

Podaci o potrošnji električne energije u Istarskoj pivovari dani su u tablici 5., a potrošnja lož - ulja u tablici 6.

[9] Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Dring and Milk Industries, EC, kolovoz 2006. godina

[10] Environmental Management in the Brewing Industry, Technical report No. 33, UNEP Industry and Environment, 1996. godina

Tablica 5. Potrošnja električne u Istarskoj pivovari u 2014. godini

	ELEKTRIČNA energija			
2014.	**VT**	**NT**	**VO-HEP**	**VO-Proenergy**
	kWh	kWh	kW	kW
siječanj	68.592	36.096	629	0
veljača	66.240	37.632	832	0
ožujak	111.792	78.816	723	0
travanj	114.720	85.632	723	696
svibanj	105.696	84.576	638	617
lipanj	138.480	99.936	703	704
srpanj	149.208	95.040	704	704
kolovoz	88.992	77.928	650	651
rujan	68.040	48.552	646	646
listopad	93.216	71.568	641	641
studeni	78.432	59.136	615	615
prosinac	72.816	47.016	570	570
UKUPNO	**1.156.224**	**821.928**	**673**	**487**

Tablica 6. Potrošnja lož - ulja u Istarskoj pivovari u 2014. godini

	ELLU
2014.	**litara**
siječanj	27.805
veljača	24.053
ožujak	40.612
travanj	41.774
svibanj	45.790
lipanj	43.447
srpanj	51.313
kolovoz	30.564
rujan	22.869
listopad	38.829
studeni	27.044
prosinac	25.799
UKUPNO	**419.899**

Iz priloženih tablica vidimo, da su potrošnja električne energije i lož ulja najveće upravo u razdoblju od ožujka do srpnja kad je u Istarskoj pivovari vrijeme kuhanja pive i kad proizvodnja radi s maksimalnim kapacitetom.

5.3. Linija za PET

Linija za PET ambalažu naslijeđena je od prijašnjeg vlasnika i tu se nalazi mogućnost unaprijeđenja. Unaprijeđena linija za PET povećala bi kapacitet pranja i punjenja, a osim povećane produktivnosti, doprinijela bi odgovornom odnosu prema okolišu i održivom poslovanju. Linija bi tako smanjila potrošnju vode, a time i lužina, te bi smanjila potrošnju električne energije. Isto tako, iako je linija i sad robotizirana, dodatnim unaprjeđenjem moglo bi se uštedjeti na broju radnika koji na njoj rade.



Slika 20. Postojeći stroj za pakiranje ambalaže u Istarskoj pivovari

Na slici 20. prikazan je stroj za pakiranje nepovratne PET ambalaže u pakete omotane termosakupljajućom folijom. Paketi se nakon toga paletiziraju, a palete se još dodatno omotavaju stretch folijom i odvoze u skladište.

5.4. Problem predimenzioniranog jediničnog pakovanja[11]

U pivovari se pojavio problem predimenzioniranog jediničnog pakovanja (PET boce od 2 litre) zbog nemara bivšeg voditelja proizvodnje. Naime, nije se vodilo računa o dimenzijama Euro palete, te se pojavio problem prilikom slaganja. Dimenzije dizajnirane boce nisu odgovarale paleti (Slika 21.). Problem je uzrokovao nemogućnost optimalne iskoristivosti palete, što je samim time utjecalo i na probleme prilikom manipulacije, skladištenja i transporta paletnih jedinica.



Slika 21. Greška prilikom slaganja na Euro paletu

Kako bi se greška ispravila potrebno je izvršiti određene promjene na linji za PET, a to uključuje: promjenu kalupa za puhanje ambalaže, promjena dijela za etiketiranje, za pakiranje itd.

[11] Pakiranje - postupak, stavljanje proizvoda u ambalažu
Pakovanje - hrvatska riječ za amblažu

6. ANALIZA UTJECAJA JEDINIČNOG PAKOVANJA NA LOGISTIČKE PROCESE

Od problema koji su primjećeni u Istarskoj pivovari, koncentracija će u ovom poglavlju biti na problemu predimenzioniranog primarnog pakovanja, a samim time i jediničnog tereta. Analiza u ovom poglavlju temeljit će se na utjecaju takvog pakovanja na logističke procese (pakiranje, rukovanje, skladištenje i transport) koji su dati u poglavlju od 6.1., ali i proces oblikovanja primarnog pakovanja procesom ekstruzijskog puhanja u poglavlju 6.2.. Nakon toga bit će dana analiza utjecaja jedničnog pakovanja na troškove.

6.1. Utjecaj na logističke procese

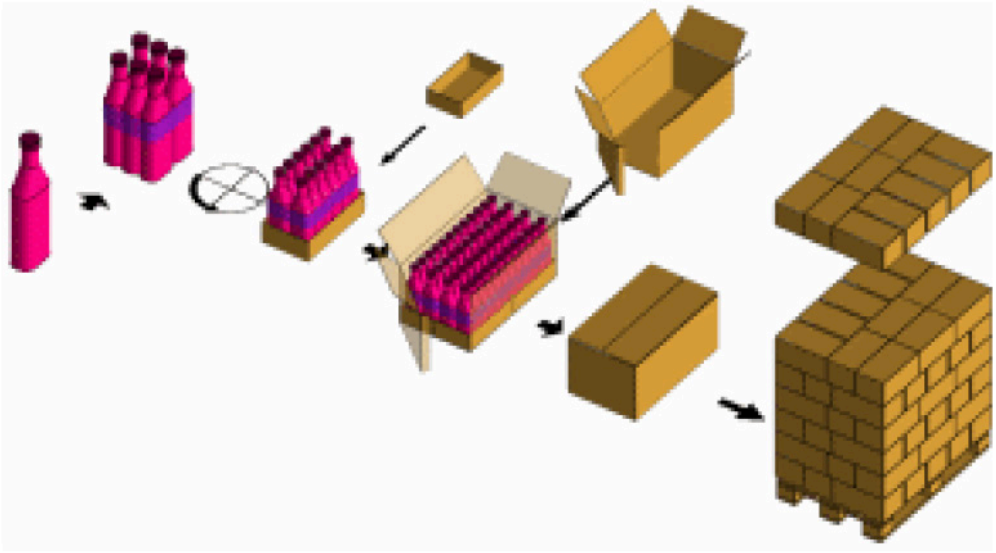
6.1.1. Jedinični teret

Jedinični teret, ili logistički jedinični teret, logistička jedinica (eng. *Unit load*), je onaj teret kojim se rukuje (transportira i uskladištuje) kao jednim entitetom i jednim zahvatom (spremnik, paleta, itd.), neovisno o broju pojedinačnih komada koji čine takav teret. Čine ga jedan ili više komada postavljenih na posebna sredstva za odlaganje i ne mora nužno sadržavati više identičnih predmeta [2].

Glavna prednost primjene jediničnih tereta je sposobnost da se s više pojedinačnih komada rukuje jednim zahvatom, smanjujući time broj prijevoza, vremena utovara i istovara, vrijeme za brojanje količine, mogućnost greške, ali i povećavajući sigurnost i zaštitu ljudi, opreme, robe i okoline. Primjena jedniničnih tereta omogućuje mehanizaciju i automatizaciju procesa. Primjena jediničnih tereta danas je u logistici praktički nezamjenjiva. Najočigledniji primjeri su pojava paleta i paletizacija, te kasnije kontejnera i kontejnerizacija.

Veličina jediničnog tereta može znatno varirati, od pojedine kutije do kontejnera intermodalnog transporta, a integritet (formiranje) jediničnog tereta također se ostvaruje na različite načine (materijal u nekom sredstvu za oblikovanje jediničnog tereta kao npr. kutija, na nekom sredstvu za oblikovanje tereta kao što je primjerice paleta ili grupiranje naslagivanjem, vezanjem ili omatanjem) (Slika 22.). Rješavanje oblikovanja jediničnog tereta

započinje u najranijoj fazi oblikovanja proizvoda i oblikovanja procesa (primjenom kriterija koje treba zadovoljiti, i to u svim fazama životnog vijeka) [2].



Slika 22. Proces oblikovanja jediničnog tereta [2]

Na određivanje veličine jediničnog tereta utječu mnogi faktori [2]:

- broj prijevoza
- primjenjena metoda (ručno rukovanje ima limite glede težine i dimenzija)
- primjenjena oprema (mogućnost zahvata, dimenzije opreme)
- količina materijala u jediničnom teretu (vrijeme ciklusa proizvodnje serije, zalihe u procesu, prostor odlaganja materijala)
- sigurnost i zaštita (od ozljeda, od oštećivanja i otuđenja)
- skladištene metode (mogućnost naslagivanja, iskoristivost raspoloživog prostora)
- transformacije u druge (veće ili manje) jedinične terete kroz proces proizvodnje i distribucije

Veći jedinični tereti:

- manje prijevoza
- potrebna veća oprema za rukovanje (nosivost, dimenzije)
- moguće potrebni veći prolazi (prostor)

Manji jedinični tereti

- suprotno od gore navedenog
- manje zaliha materijala u procesu prozivodnje

Možemo zaključiti da je određivanje veličine jediničnog tereta zapravo kompromis između više različitih faktora tj. zahtjeva.

6.1.2. Pakiranje robe

Pakiranje proizvoda je sastavni dio svake proizvodnje. Troškovi ambalaže i pakiranja ponekad su vrlo visoki, a na njih utječu mnogi faktori: što se pakira, kakvo je skladište za odlaganje robe, njegova veličina, kamo se roba odvozi itd.

Pri oblikovanju primarnog pakovanja proizvoda potrebno je voditi računa i o prilagodbi njegova oblika koji utječe na dimenzije logističke jedinice, te ima utjecaj na brojne logističke procese. S obzirom na dimenzije primarnog pakovanja, dimenzioniraju se sekundarna pakovanja, te na kraju tercijarna (paletne jedinice), koja se dostavljaju korisnicima (Tablica 7.).

Tablica 7. Tipovi pakovanja

Tip pakovanja	Definicija
Primarno pakovanje potrošačko ili prodajno pakovanje	Pakovanje koje je u izravnom kontaktu s proizvodom. Koje korisnik uglavnom nosi kući. Tim su pakiranjem zajamčeni orginalnost, identitet, kvaliteta i kvantiteta. Na primarnom pakovanju proizvođač ističe sve podatke o proizvodu, kao što su naziv, kvaliteta, podrijetlo, sastav itd.
Sekundarno pakovanje	Dizajnirano je tako da sadržava nekoliko primarnih pakovanja. Pakiranje u sekundarnu ili transportnu ambalažu određeno je transportnim uvjetima i prirodom proizvoda koji se pakira.
Tercijarno pakovanje	Koristimo kada se broj primarnih i sekundarnih pakovanja može složiti na paletu ili rol kontejnere.

U suvremenoj industriji potrebna su mnoga znanja iz područja tehnologije proizvodnje proizvoda, znanosti o materijalima za pakiranje, dizajna te drugih disciplina, koja moraju biti usklađena kako bi dobili dobra tehnološka rješenja pakiranja. Taj sustav mora biti međusobno ovisan.

Proces paletizacije je važan proces u skupu logističkih procesa u industriji. Njegovi učinci su od višestrukog značenja, prije svega ekonomski i tehnološki, a uz to i zaštitni, sigurnosni itd.

U literaturi se mogu naći različite definicije pojma paletizacije [2]:

- Paletizacija je proces primjene paleta u prijevozu roba
- Paletizacija je skup organizacijski povezanih tehnoloških procesa i sredstava u cilju automatizacije manipulacije i transporta od mjesta izvora sirovine do mjesta potrošnje.
- Paletizacija podrazumijeva oblikovanje jediničnih tereta koje omogućuju rukovanje materijalom u većim cjelinama i time olakšava i ubrzava utovar - istovar, poboljšava korištenje sredstava za rukovanje, transport i skladištenje i omogućava mehanizaciju manipulativnih operacija.

Tablica 8. Prednosti i nedostaci paletizacije [2]

Prednosti	Nedostaci
Smanjenje težine i cijene transporta ambalaže	Troškovi imovine
Smanjenje oštećenja i gubitka robe	Gubitak i nestanak paleta
Ubrzanje operacija utovara i istovara svođenje broja ručnih manipulacija na minimum	Česta oštećenja i popravci paleta
Smanjenje radne snage zbog smanjenja ručnih operacija	Održavanje paletnog fonda
Veći stupanj iskoristivosti kapaciteta sredstava i opreme za rukovanje materijalom	Problematika razmjene paleta
Velika ušteda skladišnog i transportnog prostora	Evidencija paleta
Higijenska zaštita robe	
Minimiziranje troškova administrativno - tehničkog osoblja	

U tablici 8. dane su neke prednosti i nedostaci paletizacije kao jednog od najkorištenijih procesa oblikovanja jediničnih tereta. Može se primjetiti da se pozitivni učinci primjene paleta očituju u nižim troškovima manipuliranja, skladištenja i prijevoza, ukratko u uštedama vremena i novca, a tome se danas sve više teži.

U stručnoj se literaturi mogu naći podaci da primjena paleta u manipuliranju komadne robe omogućuje vremenske uštede za 3 do 4 puta. Učinci u procesu samog prijevoza procjenjuju se na oko 30 %. Kad je riječ o utjecaju na produktivnost, upozorava se da je u primjerice metalnoj industriji ušteda do 35 %, elektroindustriji do 31 %,a u prehrambenoj industriji do 70 % [14].

Paleta je sredstvo paletizacije, ravna struktura koja se koristi kao baza za automatsko ili ručno rukovanje robom u opskrbnom lancu. Koristi se za pohranu, zaštitu i prijevoz robe u opskrbnom lancu, a njome se rukuje sredstvima za rukovanje materijalom, kao što su viličar, paletna vozila ili konvejeri, skladište se u regalima ili podno, a prevoze u transportnom vozilu. Paleta je najčešće sredstvo za oblikovanje jediničnog tereta (paleta + nasložni materijal na nju), obično osigurana omatanjem, vezivanjem ili drugim načinom [2].

Paleta ima obilježja :

- transportne jedinice
- skladišne jedinice
- tovarne jedinice
- manipulacijske jedinice
- prodajne jedinice
- jedinice pakiranja

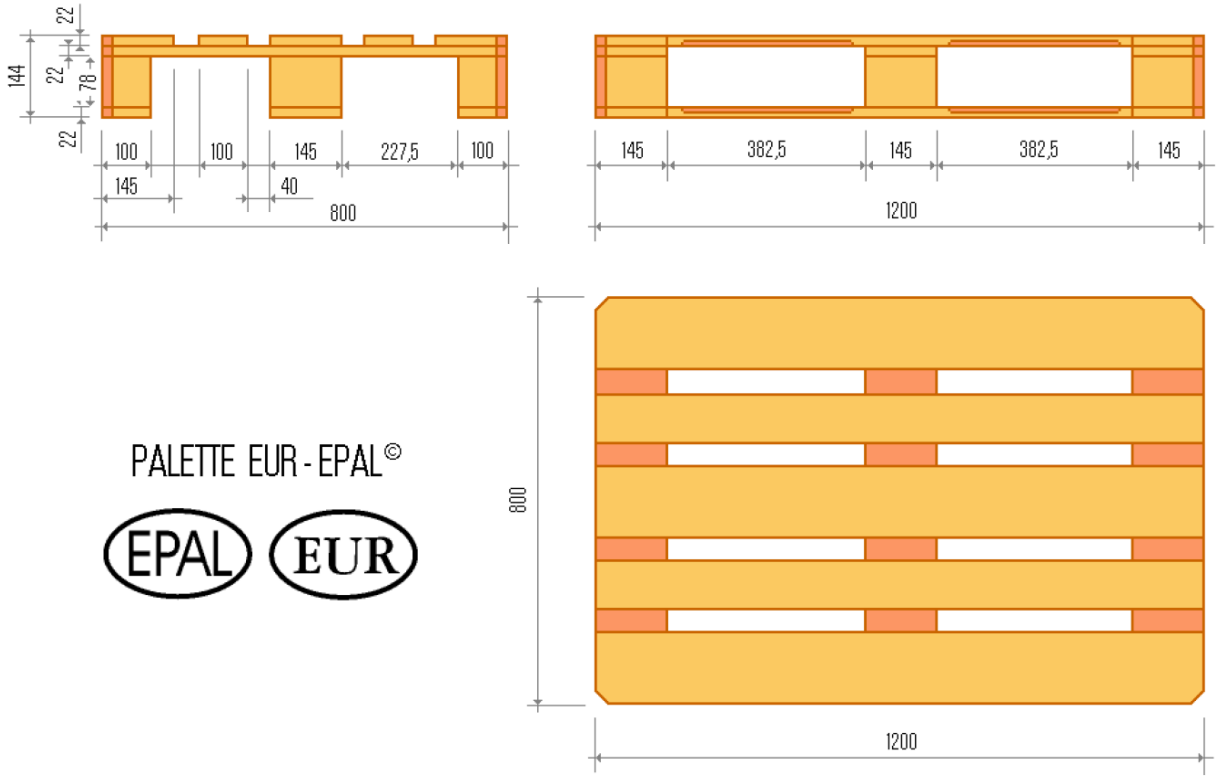
Kao jedinica pakiranja paleta donosi uštede u materijalu i vremenu za pakiranje te u opremi i korištenju strojeva za pakiranje.

Danas se u svijetu koristi veliki broj različitih paleta (kao posljedica različitih standarda, ali i zahtjeva koji se javljaju u lancima opskrbe). Iz tog razloga su i različite podjela paleta (s obzirom na kriterij podjele) [2]:

- prema obliku
- prema namjeni

- prema dimenzijama
- prema materijalu izrade (drvene, plastične, metalne)

U Istarskoj pivovari se koristi standardni tip Euro palete (1200 x 800 mm). Ravne dvoulazne drvene palete s nožicama, na koje se slažu pojedini komadi robe.



Slika 23. Standardna Euro paleta [2]

Postoje razni kriteriji koji utječu na odabir paleta, a danas se naručito gleda utjecaj na okoliš te se to spominje kao jedan od kriterija (materijal palete). Međutim, u praksi je i dalje najznačajniji kriterij troškova (cijena palete i troškovi korištenja). Upravo iz tog razloga drvene palete imaju prednost u odnosu na ostale [2]:

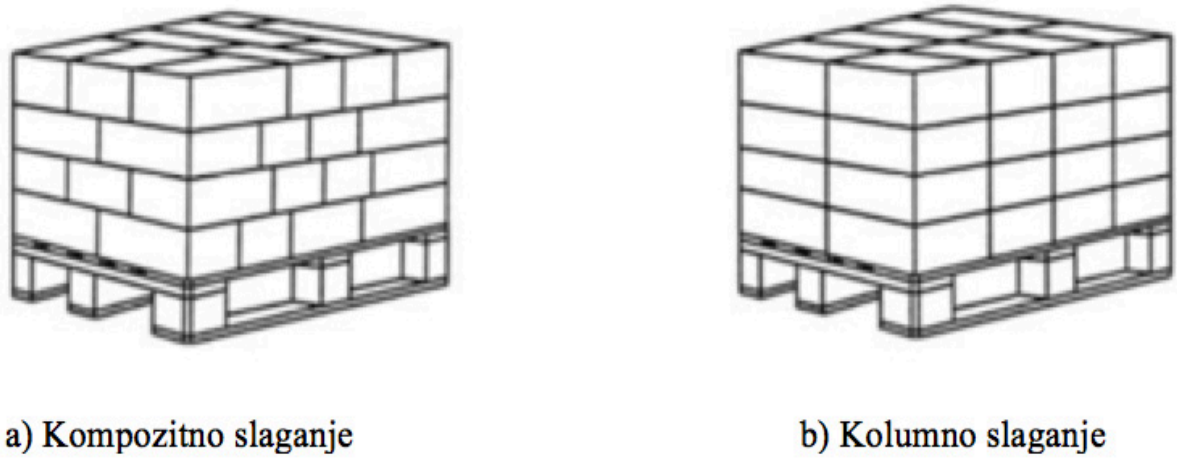
- manja cijena materijala
- mogu se popravljati
- na njih se može tiskati ili se mogu bojati
- naljepnice se mogu lako uklanjati
- popularnost omogućuje univerzalno korištenje

S druge pak strane postoje i nedostaci drvenih paleta [2]:

- dimenzije mogu varirati
- mogu se oštetiti nepravilnim rukovanjem
- sadrže metalne dijelove (čavle) - problem u detekciji metala
- moraju se održavati
- mogu postati konraminirane s bakterijama i pesticidima
- težina im varira s obzirom na vrstu drveta i apsorbiranu vlagu
- ne mogu se u potpunosti oprati
- ne mogu se ulagati jedna u drugu kada su prazne

Pri oblikovanju paletnih jedinica utječu svi ranije spomenuti faktori koji utječu i na veličinu jediničnog tereta. U fazi pakiranja u paletne jedinice naročito je pristutan zahtjev za optimalnim jediničnim teretima budući da oni bitno utječu na racionalnost logističkih sustava i procesa (transport i skaldištenje).

Pri pakiranju na palete, dimenzije primarne ambalaže moraju zadovoljavati standardne dimenzije paleta. Najčešći kriteriji prilikom paletiziranja su iskoristivost površine i volumena jediničnih formi (paletne jedinice), te iskoristivost raspoloživog prostora skladišne lokacije i tovarnog prostora transportnog sredstva, te što jednostavnije uređaje za rukovanje paletama u prometu

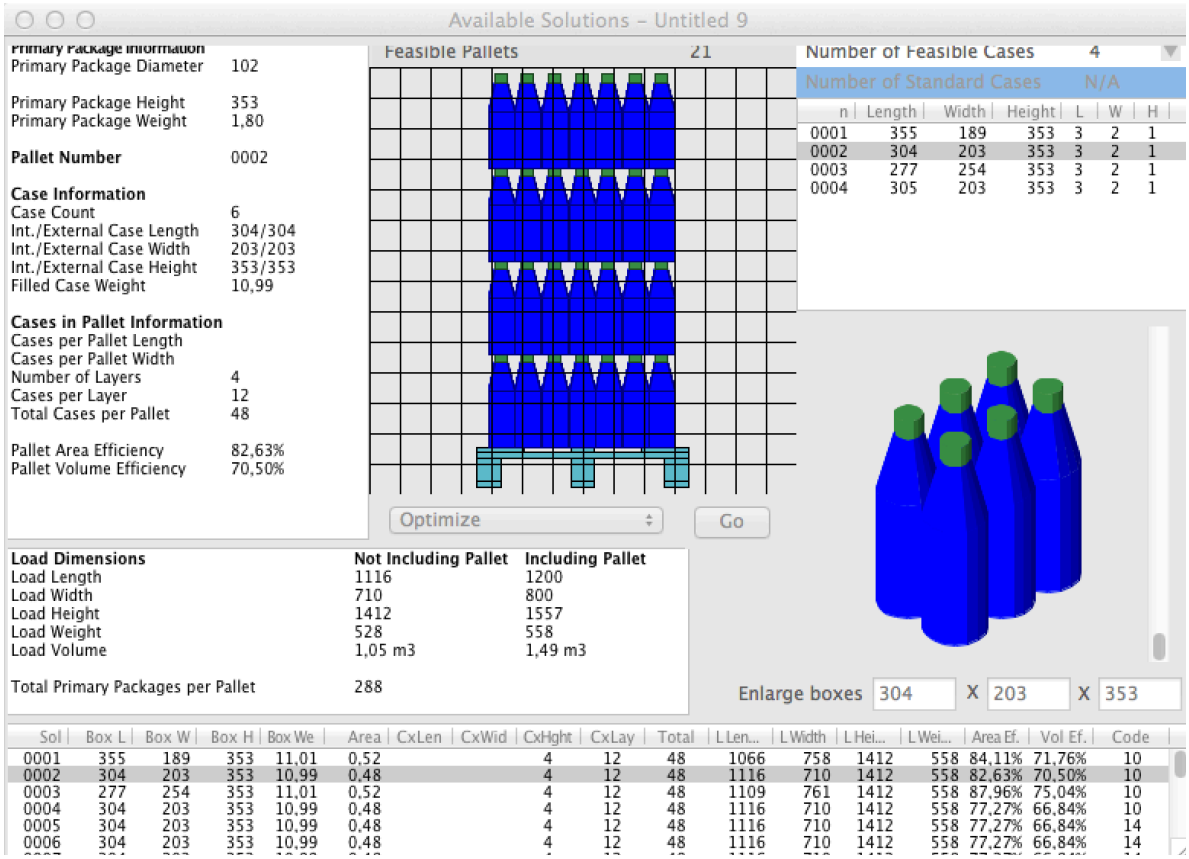


Slika 24. Načini slaganja na paletu ovisno o slojevima [2]

Shema slaganja (eng. *pattern*) i naslagivanja po visini ima utjecaja na iskoristivost površine palete (volumen paletne jedinice), te na samu stabilnost paletne jedinice. Ukoliko su slojevi (eng. *layer*) nejednaki, radi se o tzv. kompozitnom slaganju, u suprotnom o tzv. kolumnom slaganju (Slika 24.) [2].

Optimalna iskoristivost površine palete (100 %) moguća je samo u slučaju modularnih dimenzija paketa. Najbolji raspored robe na paleti (shema slaganja) može se odrediti korištenjem različitih metoda i alata [2]:

- Heurističke metode
- Optimalni algoritmi (matematički modeli)
- Software-ski paketi
    - Multipack
    - Cape Pack
    - Quick Pallet Maker



Slika 25. Primjer optimalnog slaganja boca na paletu korištenjem Quick Pallet Maker alata [14]

Pričvršćivanje jedinične transportne ambalaže na paleti može biti izvedeno već konstrukcijom ambalaže, ali se najčešće obavlja stezanjem rastezljivom (eng. *stretch*) folijama (Slika 26.). Upravo takav način pakiranja predstavlja veliki napredak u prometu.



Slika 26. Kolumno slaganje s vidljivom pojavom greškom

Prednosti pakiranja rastezljivom folijom su:

- folija drži sve komade na paleti čvrsto zapakirane
- lakše je i sigurnije manipuliranje jer spriječava padove pojedinih paleta i lomove
- lakše je slaganje paketa različitih dimenzija koje se bolje slažu i stoje na paleti
- brzina pakiranja je praktički kontinuirana, a time i neograničena

Za omatanje rastezljivom folijom koristi se vertikalna omatalica. Uređaj koji vrši omatanje i osigurava siguran transport i skladištenje materijala zbog opasnosti od ispadanja proizvoda na paleti tokom transporta ili ispadanja sa skladišne pozicije.



Slika 27. Primjer vertikalne omatalice

6.1.3. Skladištenje

Skladištenje je planirana logistička aktivnost koja uključuje fizički proces rukovanja i čuvanja materijala, te metodologiju za provedbu tih procesa. Skladištenje je vrlo odgovoran zadatak jer nepravilnim skladištenjem može doći do upropaštavanja robe, povećavaju se troškovi poslovanja itd. Glavna zadaća skladišta je uz učinkoviti unutarnji transport osigurati neprekidnost proizvodnje.

U Istarskoj pivovari u skladištu se poštuju svi uvjeti skladištenja pive vezani za održavanje stalne kakvoće piva kao što je navedeno ranije. Skladište je organizirano bez sredstava za

skladištenje (regala), po principu naslagivanja paleta jedna na drugu, na dvije razine - podna skladišta.

Podna blok skladišta korištena u Istarskoj pivovari dobar su način skladištenja zbog postojanja veće količine istovrsnog jediničnog tereta. Iskoristivost takve vrste skladištenja je i preko 50 %. Prednosti i nedostatci takvog skladištenja dani su u nastavku.

Prednosti podnog blok skladištenja su:

- manji investicijski troškovi
- nema potrebe za regalima
- dobra iskoristivost površine skladišta, što ne znači nužno i visine
- jednostavno za kontrolu
- prigodna prilikom većeg protoka robe

Negativne strane podnog blok skladištenja su:

- ograničenost prilikom slaganja u visinu zbog visine zgrade
- nema FIFO[12] metode
- slobodan pristup je samo onim paletama na vrhu

Upravo pojava greške jediničnog pakiranja utječe na mogućnost naslagivanja, a samim time i iskoristivosti skladišnog prostora. Loše oblikovanje proizvoda je uzrok povećanju volumena pakiranja, sniženju gustoće distribucijske jedinice koja se skladišti, a na kraju i transportira, te svakako rastu troškova rukovanja, skladištenja i pakiranja.

Isto tako, kako nastaju problemi u skladištu pivovare, tako dolazi i do pojave problema prilikom skladištenja i manipulacije u trgovačkim centrima, odnosno manjim formatima trgovina.

6.1.4. Transport

Transport ima vrlo bitnu ulogu u logističkom sustavu i jedna je od onih aktivnosti na koje otpada većina troškova poduzeća. Transport jediničnog tereta koji izlazi izvan uobičajenih dimenzija palete utječe na povećani broj prijevoza, nemogućnost maksimalnog iskorištenja

[12] FIFO (First In First Out) - uobičajena metoda za praćenje inventara, predstavlja način prvi unutra, prvi van

tovarnog prostora transportnog vozila, a prije svega utječe na povećanje troškove prijevoza zbog nemogućnosti prijevoza više tereta.



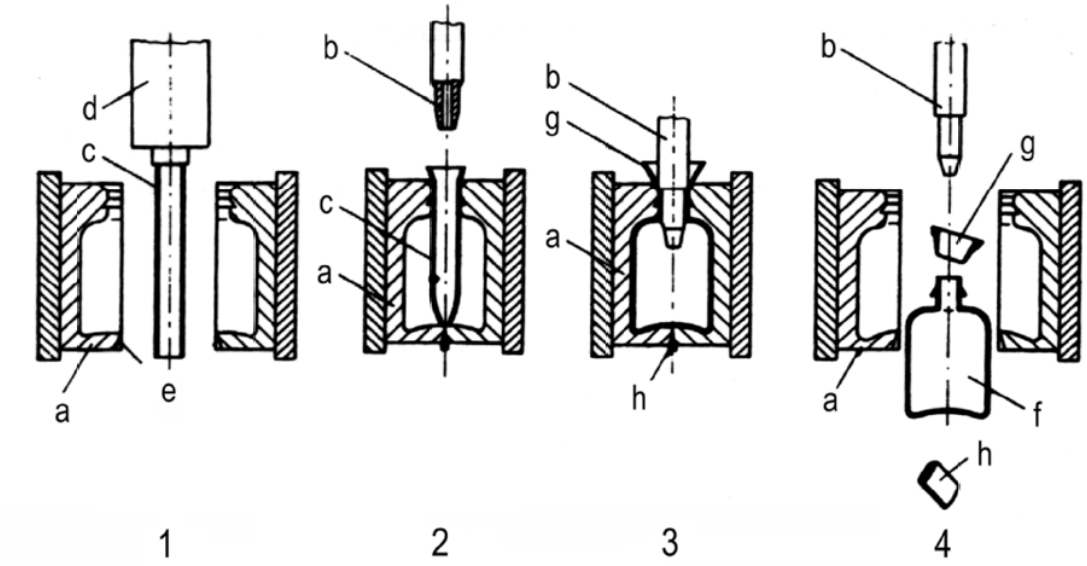
Slika 28. Primjer čeonog viličara [2]

U Istarskoj se pivovari za unutarnji transport koriste najviše čeoni plinski viličari, dok se za transport do korisnika koriste kamioni. Čeoni viličari su jedni od osnovnih transportnih sredstava koja se koriste u svim logističkim tj. skladišnim procesima. To su široke primjene, pogodne i za rad na otvorenom i u zatvorenim prostorima. Glavne prednosti su osim široke primjene i fleksibilnost primjene (utovar/istovar, transport, prekrcaj, uskladištenje/iskladištenje), te relativno niska cijena. U ovom skladištu ima zadaću uskladištavanja robe na za to predviđeno mjesto, transport robe i utovar transportnih sredstava itd.

6.2. Dodatni procesi koji zahtjevaju promjenu zbog promjene veličine jediničnog pakovanja - Proces ekstruzijskog puhanja

Proces ekstruzijskog puhanja spada u proces puhanja šupljih tijela. To je ciklički postupak preoblikovanja pretvaranjem pripremka u šuplje tijelo. Pri tome stlačeni zrak oblikuje unutrašnjost, a kalupna šupljina vanjski oblik plastičnog proizvoda koji se zatim učvršćuje hlađenjem.

Ekstruzijsko puhanje je najjednostavniji, najisplativiji i najrašireniji postupak izradbe plastičnih boca. Razlozi proširenosti ovog postupka među ostalim su i gotovo neograničene mogućnosti geometrije puhanog komada, npr. mogu se izrađivati proizvodi s drškama, dvostrukim komorama i dr. Ekstruzijsko puhanje nije gospodarski opravdano za male boce, najčešće se upotrabljava za izradu boca obujma 250 ml na više, sve do 10 000 litara. Proizvodi mogu biti osnosimetrični (boce), ali i nepravilnog oblika (spremnici za goriva u vozilima ili dijelovi namještaja) [15].



Slika 29. Prozivodnja boca ekstruzijskim puhanjem [15]

1- ekstrudiranje primpremka, 2 - zatvaranje kalupa, 3 - umetanje puhala, oblikovanje grla i napuhivanje, 4 - izbacivanje proizvoda, odrezivanje srha; a - kalup za puhanje, b - puhalo, c - pripremak (gipka cijev), d - glava ekstrudera, e - pritisni rub, f - gotova boca, g i h - srh

Poluproizvod prve faze ekstruzijskog puhanja je pripremak, dobiven iz ekstrudera u obliku gipke cijevi - crijeva (Slika 29.). Istarska pivovara koristi gotove pripremke iz koji rade konačne proizvode, boce. Dio ekstrudiranog pripremka zatim se okružuje kalupom izrađenim od lakog metala radi djelotvornog odvođenja topline. Kalup se zatvara i pritom se jedan kraj pripremka, obično donji, njime prignječi i zavari. Na drugom je kraju pripremak odrezan i u njega ulazi puhalo. Utiskivajem puhala, oblikuje se grlo budućeg proizvoda. Kroz puhalo se zatim upuhuje zrak pod tlakom od 1 MPa, koji širi pripremak i potiskuje do stijenki kalupa. Kalup mora biti tako izrađen da se lako može ukloniti zrak koji se prije upuhivanja nalazio u prostoru između pripremka i zatvorenog kalupa. Hlađenje proizvoda često je dugotrajno. Da

bi se ono ubrzalo, može se umjesto stlačenog zraka puhalom dovoditi i ukapljeni ugljični dioksid ili dušik.

Ekstrudirani pripremci mogu se primjenom relativno jednostavnih kalupa za ekstrudiranje i primjenom elektroničke kontrole debljine stijenke bez teškoća prilagoditi svakoj geometriji puhanog proizvoda. Na proizvodu nastaju šavovi od zatvaranja i gnječenja, a pravi se i zamjetna količina otpada, osobito pri kompliciranim konstrukcijama, koja se u većini slučajeva reciklira i miješa s čistim materijalom. Dijelovi grla i navoja za zatvaranje se ispuhuju ili iznutra kalibriraju te su zadovoljavajuće kvalitete ako se ne postavljaju posebni zahtjevi u pogledu tolerancija i kvalitete unutarnje površine. Slično vrijedi i za kvalitetu vanjske površine ako su u prvom planu optička svojstva kao što su prozirnost i čistoća [15].



Slika 30. Kalupi za ekstruzijsko puhanje u Istarskoj pivovari

Zbog promjena dimenzija boce javlja se cijeli niz problema prilikom procesa ekstruzijskog puhanja. Potrebno je napraviti nove pripremke koji će biti prilagođeni puhanju novih boca, isto tako potrebno je nabaviti nove kalupe (Slika 30.), te napraviti potpuno novi program puhanja prilagođen novim parametrima.

6.3. Kalkulacija utjecaja jediničnog pakovanja na primjeru Istarske pivovare

Jedinično pakovanje ima veliki utjecaj na logističke procese kao što je i prikazano ranije. Utjecaj predimenzioniranog jediničnog pakovanja, boca od 2,0 l, najbolje je prikazati utjecajem na troškove i usporedbom s pakovanjem od 1,8 l koji su dani u nastavku. Svi podaci potrebni za provedbu kalkulacije dobiveni su od Istarske pivovare.

6.3.1. Izrada nove boce (1,8 l)

Kako bi se ispravili problemi koji nastaju u logističkim procesima, potrebno je dimenzionirati bocu novih dimenzija (Prilog). Nova boca, ima minimalne preinake dimenzija, vizualno ona u visini izgleda isto, a promjene su se dogodile tek u promjeru boce, koji je sada nešto manji. Osim kao rješenje logističkih problema, boca od 1,8 l može se dobro iskoristiti i kao marketinško prodajni alat. Upravo usklađenost logistike i marketinga može dovesti do većeg zadovoljstva kupca i uzrokovati veću efikasnost, uštede i veći profit.

Osim utjecaja na logističke procese rukovanja, transporta i skladištenja, važno je reći da je i produktivnost na linij za PET smanjenjem ambalaže bolja iz razloga što se ukupan proces proizvodnje u pivovari promatra kroz količinu proizvedene/napunjene pive u hektolitrima. Kapacitet stroja je limitiran s dva faktora i to brzina punjenja i količina pasteriziranja. To znači da se s istim kapacitetom pasteriziranja može napuniti više boca, ali koje imaju manju zapremninu (Tablica 9.).

Tablica 9. Ukupna količina napunjene pive u 1 h proizvodnje

Količina proizvodnje na sat[13]	4000 kom
Ukupno litara (2,0 l)	8000 l
Ukupno litara (1,8 L)	7200 l

Novodimenzionirana boca utječe na pojavu pitanja manje količine proizvoda u istom pakiranju, međutim, to je domena trgovačko marketinške problematike. Činjenica je da kupac vizualno dobiva gotovo istu veličinu boce, ali je količina u boci nešto manja. Upravo to vodi k tome da je proizvod za kupca jeftiniji (manja količina, manji posebni porez). Proizvod je jeftiniji i za Istarsku pivovaru koja ima manje proizvodnje količine čime po jedinici proizvoda

[13] Podaci dobiveni iz Istarske pivovare

dolazi do određenih ušteda prilikom potrošnje električne energije, pranja stroja, potrošnje rashlade itd.

6.3.2. Kalkulacija ušteda pri rukovanju

- **Količina primarnih pakovanja**

U Istarskoj pivovari količina proizvodnje je 4 000 komada na sat (Tablica 9.). To se odnosi na primarno pakovanje u obliku PET ambalaže koja izlazi kao gotov proizvod s linije za proizvodnju. U pivovari se, kao što je ranije navedeno, koriste Euro palete za oblikovanje tercijarnog pakovanja i daljenje rukovanje.

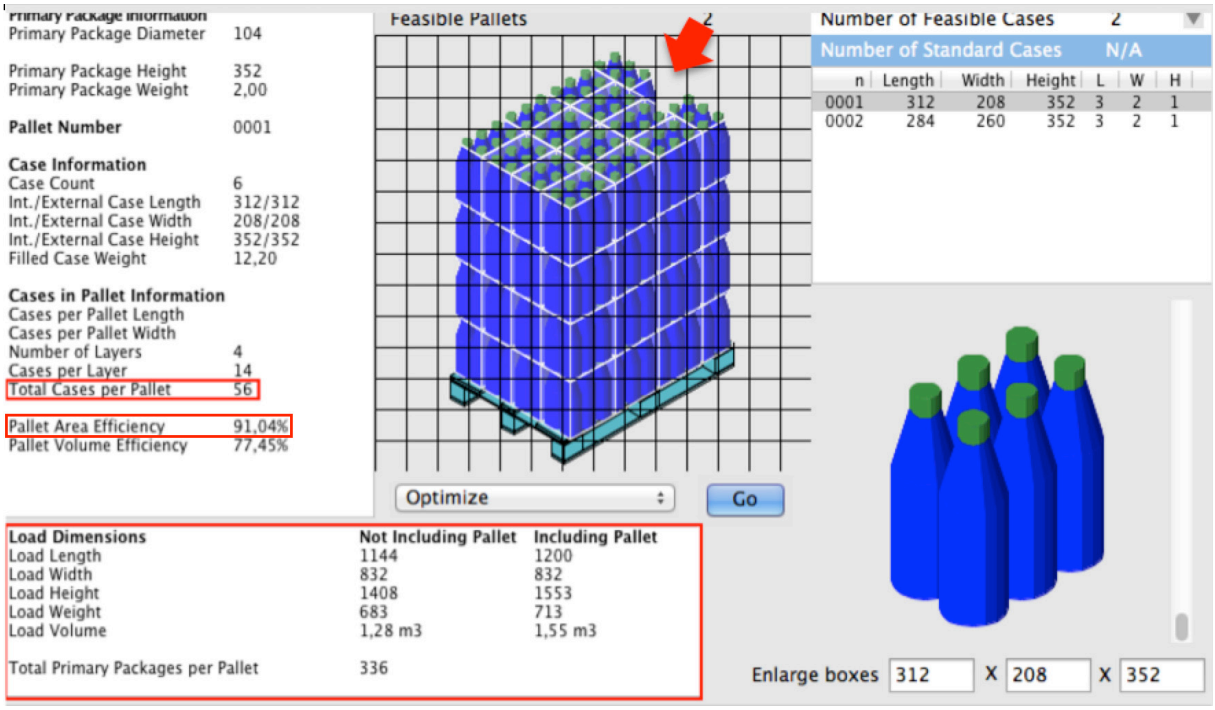
Tablica 10. Količina primarnih pakovanja na 1 paleti[14]

Količina primarnih pakovanja (2,0 l) na jednoj paleti	336 kom
Količina primarnih pakovanja (1,8 l) na jednoj paleti	384 kom

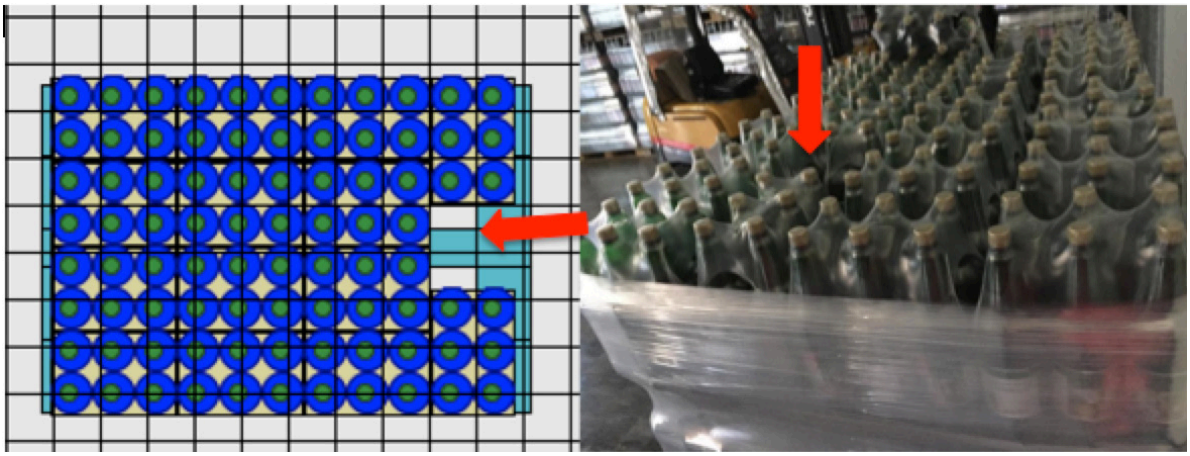
Na standardnu Euro paletu dimenzija 1200 x 800 mm, stane 336 boca od 2,0 l. Smanjenjem boce na 1,8 l, na paletu istih dimenzija stane 384 komada. Na paletu se stavljaju sekundarna pakovanja u obliku paketa s po šest komada (eng. *six pack*) omotana termosakupljajućom folijom. Daljnje slaganje na palete i oblikovanje tercijarnog pakovanja kojim se rukuje unutar skladišta, ali i transport dalje kupcima, izvodi se naslagivanjem jedno na drugo. Na taj način prije je stalo 56, a sada stane 64 paketa. Iz toga je jasno vidljivo da se na istom skladišnom prostoru, odnosno pri rukovanju unutar skladišnog prostora smjesti, odnosno preveze, 12,5 % više proizvoda.

Sa slike 31. vidljiv je način oblikovanja jediničnog tereta (boce od 2,0 l), koji je stvarao probleme u Istarskoj pivovari. Prikaz sa slike nije identičan onome koji se nalazi na slici 32., ali je optimalan kako ga daje Quick Pallet Maker Software.

[14] Podaci dobiveni iz Istarske pivovare

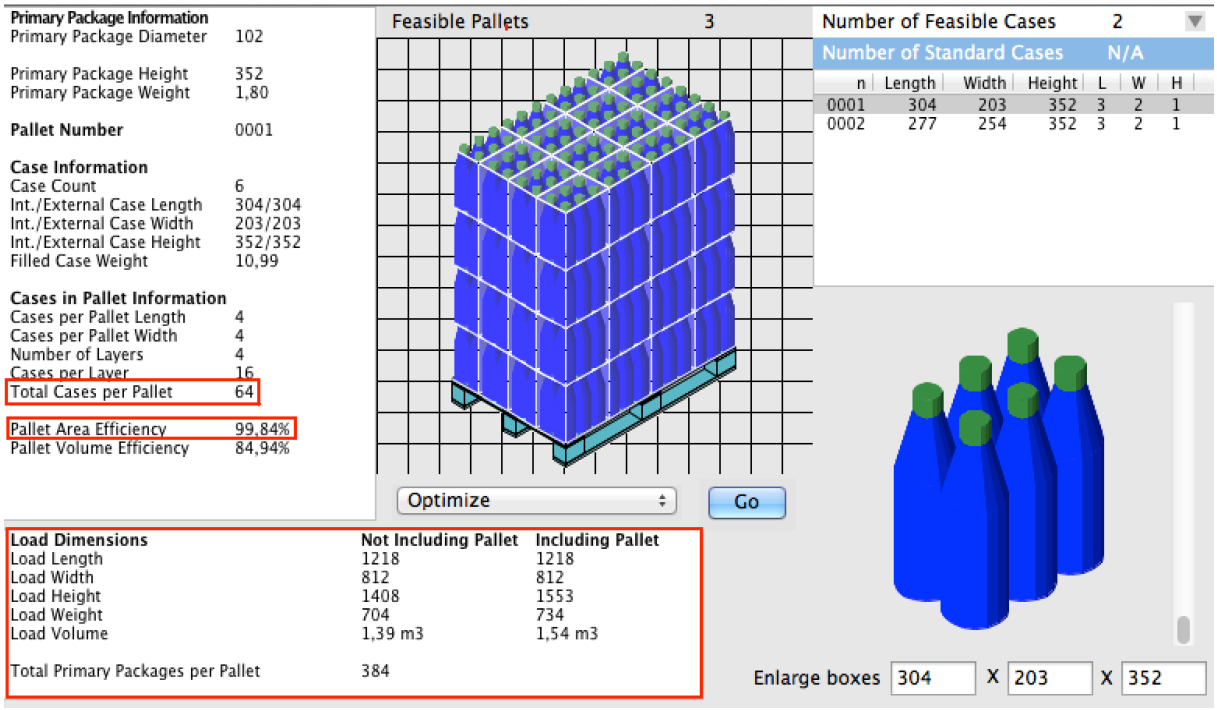


Slika 31. Raspored boca od 2,0 l na Euro paleti [14]

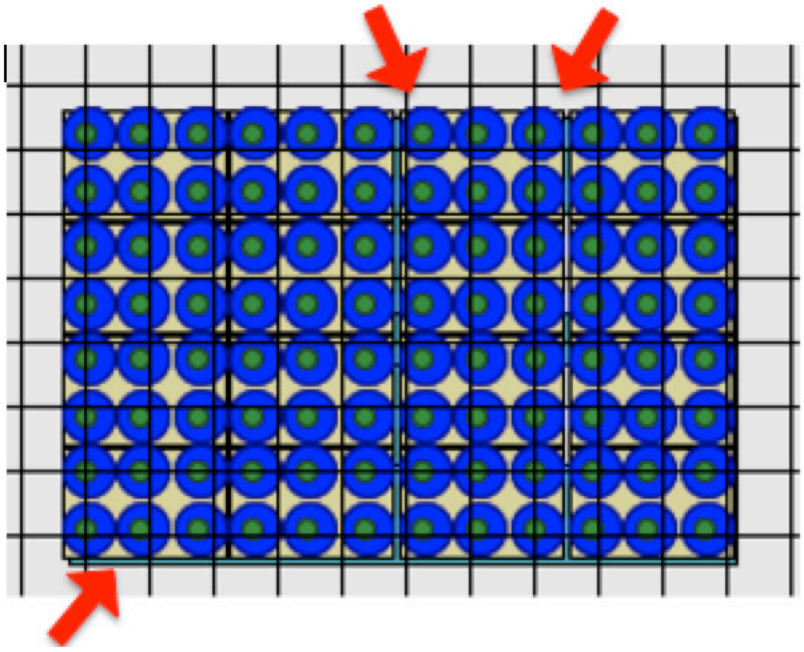


Slika 32. Usporedba pojave greške u realnom primjer u i u software-u

Naslagivanje na paleti se vrši na isti način, u 4 reda. Po redu nalazi se 14 sekundarnih pakovanja, što je 84 primarna pakovanja. Ukupno se na paleti nalazi 56 sekundarnih pakovanja kao što je dobiveno iz tablice 10., što je 91,04 % ukupne iskorištenosti površine palete. Također, sa slike se mogu isčitati dimenzije jediničinog tereta (1144 x 832 x 1408 mm). Iz dimenzija se može primjetiti kako po širini teret značajno izlazi s Euro palete, čak 32 mm, što je i uzrokovalo probleme u logističkim procesima.



Slika 33. Raspored boca od 1,8 l na Euro paleti [14]



Slika 34. Tlocrt palete [14]

Sa slike 33. vidljiv je način oblikovanja jediničnog tereta s novodimenzioniranim bocama od 1,8 l, naslagivanjem na paleti u 4 reda. Po redu nalazi se 16 sekundarnih pakovanja, što je 96 primarnih pakovanja. Ukupno se na paleti nalazi 64 sekundarna pakovanja kao što je dobiveno iz tablice 10., što je 99,84 % ukupne iskorištenosti površine palete, a to je za 8,8 % bolja iskorištenost palete u odnosu na prethodne dimenzije boca. Iz tlocrta palete (Slika 34.)

može se vidjeti da na par mjesta dolazi do pojave minimalnog razmaka odnosno pomaka boca u odnosu na paletu što je mogući uzrok zašto iako je teret po dimenzijama veći od palete, software prikazuje da iskorištenost palete nije 100 %.

Isto tako, sa slike 33. se mogu isčitati dimenzije jediničinog tereta (1218 x 812 x 1408 mm). Iz dimenzija se može primjetiti da one malo premašuju dimenzije Euro palete, ali to je zanemarivo.

- **Potreban broj paleta**

Broj paleta koje se oblikuju za daljnje rukovanje od proizvedene količine boca u jednom satu je za bocu od 2,0 l 12 paleta, a uz novu bocu od 1,8 l napravljena je ušteda i sad je to 11 paleta. Sekundarna pakovanja se naslaguju u 4 reda do ukupne visine od 1408 mm (ne uključujući visinu paleta). Potreban broj paleta dobiven je preko jednadžbe (1) koja je dana u nastavku. Potrebni podaci o ukupnoj proizvedenoj količini u jednom satu dobiveni su iz tablice 9., a količina primarnih pakovanja na 1 paleti dani su u tablici 10.

$$Broj\ paleta = \frac{Ukupna\ proizvedena\ količina}{Količina\ primarnih\ pakovanja\ na\ 1\ paleti} \quad \textbf{(1)}$$

Tablica 11. Broj paleta

Broj paleta (2,0 l)	11,90 ≈ 12 paleta
Broj paleta (1,8 l)	10,42 ≈ 11 paleta

- **Vrijeme potrebno za oblikovanje tercijarnog pakovanja**

Kako bi se formirao kompletan teret, tercijarno pakovanje, potrebno je paletu na kojoj su složena sekundarna pakovanja omotati rastezljivom folijom. Omatanje se vrši na vertikalnoj omatalici koji taj postupak izvodi u trajanju od otprilike 2 min, a podatak je dobiven iz proizvodnje Istarke pivovare. Proračun se vrši preko jednadžbe (2).

$$\frac{Vrijeme\ oblikovanja}{tercijarnog\ pakovaja} = Broj\ paleta\ po\ satu \times Vrijeme\ rada\ omatalice \quad \textbf{(2)}$$

Tablica 12. Vrijeme potrebno za oblikovanje tercijarnih pakovanja u 1 h proizvodnje

Vrijeme potrebno za oblikovanje tercijarnih pakovanja u 1 h proizvodnje (2,0 l)	23,81 ≈ 24 min
Vrijeme potrebno za oblikovanje tercijarnih pakovanja u 1 h proizvodnje (1,8 l)	20,83 ≈ 21 min

Nakon provedene kalkulacije dobiva se potrebno vrijeme za oblikovanje tereta koji se formira od boca od 2,0 l iznosi nešto manje od 24 min, a s novom bocom postigla se ušteda od skoro 3 min i iznosi otprilike 21 min za kompletnu proizvedenu količinu u 1 satu (Tablica 12.). Prema tome vrijeme potrebno za oblikovanje pojedinog tercijarnog pakovanja iznosi 2 min za teret složen od boca od 2,0 l i 1,90 min za teret od boca od 1,8 l (Tablica 13.).

$$Vrijeme\ oblikovanja\ 1\ tercijarnog\ pakovanja = \frac{Vrijeme\ oblikovanja\ tercijarnog\ pakovanja\ u\ 1\ h\ proizvodnje}{Broj\ paleta} \quad (3)$$

Tablica 13. Vrijeme potrebno za oblikovanje jednog tercijarnog pakovanja

Vrijeme potrebno za oblikovanje jednog tercijarnog pakovanja (2,0 l)	2 min
Vrijeme potrebno za oblikovanje jednog tercijarnog pakovanja (1,8 l)	1,90 min

- **Trošak rukovanja za jedan sat proizvodnje**

Danas je važno da se uštedi na vremenu i na novcu. Smanjenjem vremena rukovanja, samanjuju se i troškovi. Potrebni podaci koji se odnose na cijenu sata radnika na viličaru i potrošnja plina po satu dobiveni su od strane Istarske pivovare i upotrebljeni za kalkulaciju koja se provodi u jednadžbom (4).

Cijena sata rada radnika na viličaru = 54 kn/h[15]
Potrošnja plina = 5 kn/h[16]

[15] Podatak dobiven iz Istarske pivovare
[16] Podatak dobiven iz Istarske pivovare

$$Trošak\ rukovanja\ jednim\ pakovanjem = \frac{Cijena\ sata\ radnika\ na\ viličaru + Potrošnja\ plina}{60} \times Vrijeme\ oblikovanja\ 1\ tercijarnog\ pakovanja \quad \textbf{(4)}$$

Tablica 14. Trošak rukovanja za pojedino tercijarno pakovanje

Trošak rukovanja za pojedino tercijarno pakovanje (2,0 l)	1,97 kn
Trošak rukovanja za pojedino tercijarno pakovanje (1,8 l)	1,87 kn

Kako bi dobili ukupan trošak rukovanja za 1 h proizvodnje korištenjem jednadžbe (5) potrebno je trošak rukovanja za pojedino tercijarno pakovanje (Tablica 14.) pomnožiti s brojem paleta koje se formira u jednom satu proizvodnje (Tablica 11.).

$$Trošak\ rukovanja\ za\ 1h\ proizvodnje = Trošak\ rukovanja\ jednim\ pakovanjem \times Broj\ paleta \quad \textbf{(5)}$$

Tablica 15. Trošak rukovanja za 1 h proizvodnje

Trošak rukovanja za 1 h proizvodnje (2,0 l)	23,64 kn/h
Trošak rukovanja za 1 h proizvodnje (1,8 l)	20,57 kn/h

Korištenjem jednadžbe (6) dobiva se ušteda rukovanja koja iznosi 3,07 kn/h. Troškovi rukovanja uzeti su iz tablice 15.

$$UŠTEDA\ I = Trošak\ rukovanja\ (2{,}0\ l) - Trošak\ rukovanja\ (1{,}8\ l) = 3{,}07\ kn \quad \textbf{(6)}$$

- **Troškovi rukovanja od skladišta do kamiona**

Troškovi rukovanja osim troškova koji se javljaju zbog oblikovanja tereta, uključuju i vrijeme koje se odnosi na prijevoz od skladišta do kamiona. Ti troškovi dobiveni su na isti način kao i troškovi koji se javljaju pri oblikovanju tereta i iznose 3,07 kn/h. (Jednadžba (7)).

Vrijeme skladište - kamion = 2 min[17]

$$UŠTEDA\ II = UŠTEDA\ I = 3{,}07\ kn/h \quad \textbf{(7)}$$

- **Ukupni troškovi rukovanja**

Nakon što zbrojimo uštede do kojih dolazi prilikom cijelog procesa rukovanja dobivamo ukupnu uštedu od 6,14 kn/h (Jednadžba (8)).

$$Ukupna\ ušteda = UŠTEDA\ I + UŠTEDA\ II = 6{,}14\ kn/h \quad \textbf{(8)}$$

- **Godišnja ušteda u procesu rukovanja**

Godišnja ušteda iznosi otprilike 9 210 kuna, što je dobiveno provedbom kalkulacije preko jednadžbe (9). Za potrebe kalkulacije uzeta je godišnja proizvodnja od otprilike 6 000 000 komada. Količina proizvodnje na sat uzeta je iz tablice 9., a ukupna ušteda izračunata je jednadžbom (8).

$$Godišnja\ ušteda\ = \frac{Godišnja\ proizvodnja}{Količina\ proizvodnje\ na\ sat} \times\ Ukupna\ ušteda = \ 9210\ kn \quad \textbf{(9)}$$

6.3.3. Kalkulacija skladišnog prostora

Kao što je ranije rečeno, Istarska pivovara ima skladište organizirano na tipu podnih blok skladišta. Roba se vrlo kratko zadržava u skladištu i vrlo brzo izlazi van, pogotovo u toplije vrijeme kada kreće i sezona kuhanja i isporuke kupcima.

Dimenzije dijela skladišta u kojem je smještena PET ambalaža su oko 25 x 15 m[18], što je 375 m^2. Ukoliko oduzmemo transportnu površinu koja služi za mogućnost kretanja viličara koja iznosi otprilike 15 m^2 dobivamo skladišnu površinu od 360 m^2.

Dimenzije Euro paleta koje se koriste u Istarskoj pivovari 1200 x 800 mm, što znači da je površina koju zauzima jedna paleta 0,96 m^2. Međutim, potrebno je uzeti u obzir da je teret

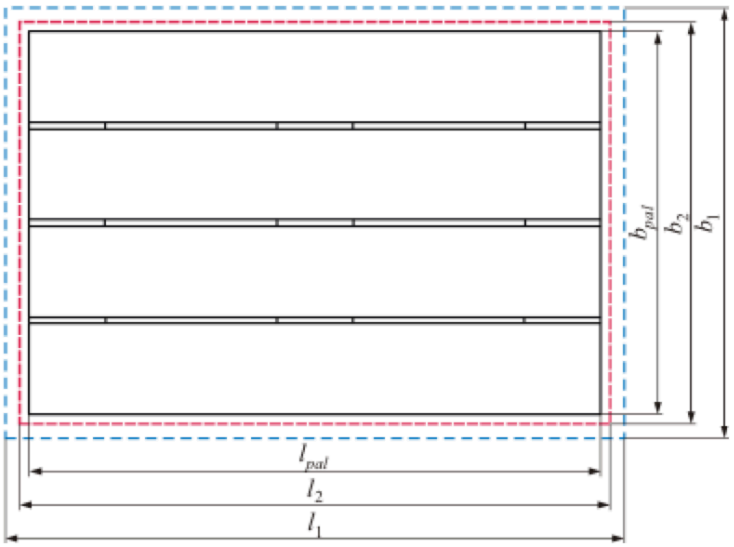
[17] Podatak dobiven iz Istarske pivovare
[18] Podatak dobiven iz Istarske pivovare

malo veći od palete stoga je za daljnje računanje bitno znati površinu koju zauzima paleta s jediničnim teretom (Tablica 16.).

Tablica 16. Površina jediničnog tereta

Površina jediničnog tereta (2,0 l) 1200 x 832 mm	0,998 ≈ 1 m^2
Površina jediničnog tereta (1,8 l) 1218 x 812 mm	0,989 ≈ 0,99 m^2

Iz tablice je vidljivo da je površina koju zauzima jedinični teret od 2,0 l veći u odnosu na površinu koju zauzima teret od 1,8 l.



l_{pal}, b_{pal} - standardne izmjere palete (npr. 1200 x 800 *mm*)
l_1, b_1 - izmjere paletnog mjesta (npr. 1300 x 900 *mm*)
l_2, b_2 - izmjere s dopuštenim odstupanjem jediničnog tereta na paleti (npr. 1218 x 812 *mm*)

Slika 35. Izmjere paletnog mjesta [16]

Prilikom određivanja paletnog mjesta važno je uzeti u obzir razmak između redova u bloku. Između jediničnih tereta treba biti prazan prostor do 10 cm [16]. Iz tog razloga za izračun paletnog mjesta dodat ćemo još 10 cm (5 cm sa svake strane) na dimenzije jediničnog tereta, pa će površina iznositi kao što je dano u tablici 17.

Tablica 17. Površina paletnog mjesta

Površina jediničnog tereta (2,0 l) 1210 x 842 mm	1,02 m^2
Površina jediničnog tereta (1,8 l) 1228 x 822 mm	1,01 m^2

- **Broj paleta na skladišnom prostoru**

Kako bi se dobio broj paleta koje se mogu smjestiti na skladišni prostor potrebno je površinu skladišnog prostora od 360 m^2 podijeliti s površinom koju zauzima paleta (Tablica 17.) kao što je prikazano jednadžbom (10).

$$Broj\ paleta\ = \frac{Ukupna\ površina\ skladištenja}{Površina\ paletnog\ mjesta} \quad \textbf{(10)}$$

Tablica 18. Broj paleta na skladišnom prostoru

Broj paleta (2,0 l) 1210 x 842 mm	352,9 ≈ 352 kom
Broj paleta (1,8 l) 1228 x 822 mm	356, 44 ≈ 357 kom

Iz tablice 18. vidi se kako je promjena dimenzija boce koja je dovela do promjene dimenzija jediničnog tereta doprinijela mogućem smještaju većeg broja paleta na istom skladišnom prostoru.

Važno je reći da se palete naslaguju jedna na drugu u dvije razine što znači da je na tom prostoru moguće ukupno smjestiti 704 palete tereta od 2,0 l i 714 paleta tereta od 1,8 l. Naravno, govori se o idealnim uvjetima slaganja, kada je maksimalna popunjenost skladišta.

- **Broj primarnih pakovanja u skladišnom prostoru**

Količina primarnih pakovanja (boca) u skladišnom prostoru smanjenjem dimeznija boce je veća, što naravno ovisi o boljem slaganju na paletu, odnosno prilagođavanju dimenzija palete. Kao što je napravljeno u prethodnom poglavlju 6.3.2.

Kako bi se dobila količina boca u skladišnom prostoru koristi se jednadžba (11). Podaci o broju paleta na skladišnom prostoru odnose se na broj paleta u 2 razine, a količina boca na paleti dobivena je iz tablice 10.

$$Količina\ boca = \ Broj\ paleta\ u\ skladištu\ \times\ Količina\ boca\ na\ paleti \quad \textbf{(11)}$$

Tablica 19. Količina boca u skladišnom prostoru

Količina boca (2,0 l)	236 544 kom
Količina boca (1,8 l)	274 176 kom

Iz tablice 19. je vidljivo da je razlika u količini boca koje se moge smjestiti na istom skladišnom prostoru 37 632 komada.

- **Ušteda prostora**

Kako bi se pokazala ušteda skladišnog prostora, valja izraziti koliko bi prostora još trebalo kada bi se trebala smjestiti količina od 274 176 boca od 2,0 l. Za proračun se koristi jednadžba (12).

$$\begin{matrix} Dodatni\ potrebni \\ broj\ paleta \end{matrix} = \frac{Količina\ boca\ (2{,}0\ l\ )\ -\ Količina\ boca\ (1{,}8\ l)}{Količina\ primarnih\ pakovanja\ na\ 1\ paleti\ (2{,}0\ l)} \quad \textbf{(12)}$$

Iz jednadžbe se dobije da je za smještaj tolike količine primarnih pakovanja potrebno dodatnih 112 palete. Važno je uzeti u obzir da se palete naslaguju u 2 reda, što znači da je za uskladištenje tolike količine boca od 2,0 l potrebno dodatnih 56 paletnih mjesta (Jednadžba (13)).

$$\begin{matrix} Dodatni\ \ broj \\ paletnih\ mjesta \end{matrix} = \frac{Dodatni\ broj\ paleta}{2\ razine} = 56\ paletnih\ mjesta \quad \textbf{(13)}$$

Kako bi se dobila površina koju je potrebno osigurati za dodatna paletna mjesta koristi se jednadžba (14). Za površinu paletnog mjesta uzima se podatak iz tablice 17.

$$\begin{matrix} Dodatni \\ potreban\ prostor \end{matrix} = \begin{matrix} Dodatni\ broj \\ paletenih\ mjesta \end{matrix} \times \begin{matrix} Površina\ paletnog \\ mjesta \end{matrix} = 56{,}56\ m^2 \quad \textbf{(14)}$$

U konačnici se može reći da je upravo minimalna promjena dimenzija boce uzrokovala uštedu prostora, ali i dodatnih troškova skladištenja.

6.3.4. Kalkulacija transporta do kupca i smještaj u skladištu – trgovini

Po istom principu računanja kao i kod rukovanja dođemo do ušteda prilkom transporta do kupca, te prilikom skladištenja i rukovanja u trgovačkom centru odnosno manjem formatu trgovine. Posebno treba naglasiti problematiku smještaja robe na paletnim mjestima u velikim trgovačkim centrima gdje također po istom principu računanja na istoj poziciji možemo smjestiti veću količinu proizvoda.

- **Količina koja se može prevesti u kamionu**

Količina boca koja se može prevesti u jednom kamionu dobiva se pomoću jednadžbe (15) u kojoj je broj paleta koji se može prevesti dobiven na temelju kamiona koje koriste u Istarskoj pivovari, a broj komada na paleti je dobiven iz tablice 10.

Broj paleta u jednom kamionu = 30 kom[19]

$$Količina\ boca\ u\ jednom\ kamionu\ =\ 30\ paleta\ \times\ Broj\ komada\ na\ paleti \quad \textbf{(15)}$$

Tablica 20. Količina boca u jednom kamionu

Količina u jednom kamionu (2,0 l)	10 080 kom
Količina u jednom kamionu (1,8 l)	11 520 kom

Kao što je vidljivo iz tablici 20. količina boca koja se može prevesti u jednom kamionu je veća s novim bocama od 1,8 l i iznosi 11 520 komada, što je u odnosu na prijevoz boca od 2,0 l više za 1 440 komada, odnosno 12,5 %.

- **Cijena transporta po komadu**

Za potrebe kalkulacije uzeta je količina boca u jednom kamionu iz Tablica 20., te predviđanje da se sva proizvedena količina vozi na relaciji Buzet - Zagreb (Jednadžba (16)).

Cijena transporta Buzet - Zagreb = 2 400 kn[20]

[19] Podatak dobiven iz Istarske pivovare
[20] Podatak dobiven iz Istarske pivovare

$$Cijena\ transporta\ po\ komadu = \frac{Cijena\ transporta\ (Buzet - Zagreb)}{Količina\ u\ jednom\ kamionu} \quad \textbf{(16)}$$

Tablica 21. Cijena transporta po komadu

Cijena po komadu (2,0 l)	0,238 kn
Cijena po komadu (1,8 l)	0,208 kn

Danas je u industriji od izuzetne važnosti uštedjeti vrijeme i novac. Smanjenjem vremena potrebnog za transport samanjuju se i njegovi troškovi. Trošak transporta po komadu za slučaj kada se teret formirao od boca od 2 l je iznosi 0,238 kn, a s novom bocom došlo je do uštede od skoro 0,030 kn (Jednadžba (17)).

$$UŠTEDA = Cijena\ po\ komadu\ (2{,}0\ l) - \ Cijena\ po\ komadu\ (1{,}8\ l) = \ 0{,}030\ kn \quad \textbf{(17)}$$

- **Godišnja ušteda prilikom transporta**

Analizom kalkulacija može se zaključiti da transport igra izuzetno bitnu ulogu u logističkom sustavu zato što je jedan od onih aktivnosti na koje otpada većina troškova poduzeća. Proračunom godišnje uštede može se vidjeti koliko veliki dio troškova se odnosi upravo na transport (Jednadžba (18)).

Količina prevezene robe = 6 000 000 kom

$$GODIŠNJA\ UŠTEDA = Količina\ prevezene\ robe\ \times\ UŠTEDA = 180\ 000\ 000\ kn \quad \textbf{(18)}$$

Godišnja ušteda prilikom transporta, na relaciji Buzet - Zagreb, iznosi 180 000 000 kn, što izuzetno velika ušteda. Upravo je ona dokaz koliko se mala promijena može odraziti na ukupne troškove kako rukovanja i skladištenja tako i samog transporta.

7. ZAKLJUČAK

Problem predimenzioniranog jediničnog pakovanja koji se pojavio u Istarskoj pivovari ukazuje koliko jedna neopreznost može uzrokovati problema u lancu logističkih procesa i uzrokovati ukupno povećanje troškova poduzeća. Iz provedene analize i kalkulacija da se zaključiti da je oblikovanje primarnog pakovanja od velike važnosti, ono je kritičan čimbenik u logistici. Razlog je jasan: bez pakiranja mnogi logistički procesi ne bi mogli biti izvedeni, ali isto tako ima i veliki utjecaj na pojavu dodatnih troškova. Funkcija pakovanje nije samo da štiti proizvod, ona je tu da pruža informacije o sadržaju, ali i omogućuje i olakšava izvođenje drugih logističkih procesa. Ukratko nema logistike bez ambalaže.

Problemima koji nastaju u logističkim procesima važno je dati ekonomsku dimenziju. Ekonomika ulazi u sva područja ljudskog djelovanja i kao takva je uključena u cijelokupnu logistiku nekog poduzeća, ali i dodatne funkcije kao što je marketing. Ekonomika logističkih funkcija u poduzeću obuhvaća sve sfere njegova djelovanja od ulaznih resursa, kreiranja proizvodnje, skladištenja, manipulacije unutar skladišta, ali i vanjskog transporta i kretanja gotovog proizvoda prema kupcu u svrhu zadovoljenja klijenta, smanjenja troškova te povećanja profita poduzeća.

S aspekta pakiranja može se zaključiti da oblik jediničnog pakovanja ima tri glavne uloge i funkcije unutar logističkih procesa:

1. Skladištenje - Pakovanje, kao i način pakiranja, uvelike utječu na načine i mogućnosti skladištenja, kao i distribuciju proizvoda.
2. Rukovanje - Mogućnost rukovanja proizvodima u većim jedinicama, paketima, tj. tercijarnim pakovanjima, pomoći će smanjiti troškove, jer zauzimaju manje prostora.
3. Transport - Način na koji su proizvodi organizirani, ali mogućnosti slaganja i oblikovanja sekundarnih i tercijarnih pakovanja, značajno pomaže u prijevozu koji tada ima pozitivan učinak i na distribuciju i na troškove.

Kako bi se doprinijelo znatnim uštedama poslovanja pivovare, potrebno je bilo napraviti PET bocu novih dimenzija, uz minimalne preinake. Boca od 1,8 l doprinijela je poboljšanju logističkih procesa, a time i smanjenju troškova Istarske pivovare. Uvođenjem nove boce

dobivena je mogućnosti skladištenja više komada, čak 12,5 % više, također, količina prevezenih boca je veća, čime se uvelike utjecalo na smanjenje troškova transporta.

Naravno, novodimenzionirana boca utječe na pojavu pitanja manje količine proizvoda u istom pakiranju, ali to već zazire u domenu trgovačko marketinške problematike. Činjenica je da kupac vizualno dobiva gotovo istu veličinu boce, proizvod mu je jeftiniji (manja količina, manji posebni porez), prikladniji za držanje u ruci, a također, analize su pokazale da preko 80 % konzumenata velikih pakiranja (pivo, sokovi, voda itd.) na kraju ostavi oko 10 % količine u amabalaži. Tako da je promjena dimenzija pakovanja ustvari rješenje logističkih problema, ali i dobar marketinški potez Istarske pivovare.

Zaključno se može reći da su logistika i proces pakiranja uvelike povezani u realnim situacijama. U okviru koncepta Just-in-Time[21], vrijeme je novac, možemo promatrati i vidjeti da postoji više poveznica između dimenzija pakovanja i logistike. Danas vlada velika konkurencija na tržištu, a logistika tu igra izuzetno važnu ulogu. Upravo logistički način upravljanja procesima proizvodnje i informacijama postaje oružje konkurentnosti s ciljem minimiziranja ukupnih troškova poslovanja i maksimiziranja usluge kupcima. Važno je da su pravi ljudi na pravim mjestima i da svojim znanjima mogu pridonijeti boljem poslovanju poduzeća.

[21] Just-in-Time (JIT) - strategija smanjenja troškova u proizvodnji. Označava pravi proizvod u pravo vrijeme i u pravoj količini minimalnim korištenjem materijala, rada i prostora.

LITERATURA

[1] Klaić, B.: Natuknica Logistika, Riječnik stranih riječi, Nakladni zavod matice Hrvatske, Zagreb, 1983.

[2] Đukić G.: "Podloge za nastavu", kolegij Tehnička logistika, FSB, Zagreb, 2013.

[3] http://hr.wikipedia.org/wiki/Gospodarski_zna%C4%8Daj_logistike

[4] http://pitupvz.weebly.com/uploads/1/7/9/8/17984951/log_prvi.pdf

[5] http://www.pivnica.net/podrska-malim-pivovarama/2621/

[6] Kunica, Z.: "Podloge za nastavu", kolegij Projektiranje proizvodnih sustava, FSB, Zagreb, 2013.

[7] http://bs.wikipedia.org/wiki/Industrijska_proizvodnja

[8] http://free-zg.t-com.hr/bonzvo/kafaproba2/HTML/PIVO/proizvodnja.html

[9] http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-piva

[10] Šakić, Nedžad: Tehnologija proizvodnje piva, Sarajevo, 2005.

[11] http://www.fmoit.gov.ba/download/Proizvodnja_piva.pdf

[12] Šantek, B.: "Podloge za nastavu", kolegij Tehnologija piva, PBF, Zagreb, 2014.

[13] http://www.prometna-zona.com/skladisna_tehnika-001palete.html

[14] Quick Pallet Maker Software

[15] Rujnić - Sokele. M.: "Podloge za nastavu", kolegij Proizvodnja plastične ambalaže, FSB, Zagreb, 2014.

[16] Veža I.: https://bib.irb.hr/datoteka/117706.skladiste.doc, 2002.

PRILOG

I. Tehnička dokumentacija - boca od 1,8 l

