

# Optimizacija skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu

---

**Pehar, Patrik**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:710138>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PROMETNI FAKULTET U ZAGREBU**

Patrik Pehar

**OPTIMIZACIJA SKLADIŠNOG POSLOVANJA U POSEBNOM  
TEMPERATURNOM REŽIMU**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 14. veljače 2022.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Unutrašnji transport i skladištenje**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6593

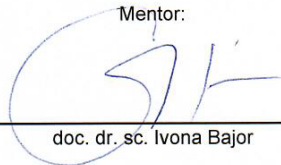
Pristupnik: **Patrik Pehar (0135229761)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Optimizacija skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu**

Opis zadatka:

U radu će se analizirati dio sustava hladnog opskrbnog lanca te će se prikazati statistički podaci koji ga karakteriziraju. Prikupiti će se podaci o ponašanju sustava sa aspekta skladišnog poslovanja. U radu će se predložiti načini optimizacije.

Mentor:



---

doc. dr. sc. Ivona Bajor

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**OPTIMIZACIJA SKLADIŠNOG POSLOVANJA U POSEBNOM  
TEMPERATURNOM REŽIMU**

**OPTIMIZATION OF WAREHOUSE BUSINESS OPERATIONS IN  
TEMPERATURE CONTROLLED CONDITIONS**

Mentor: doc. dr. sc. Ivona Bajor

Student: Patrik Pehar

JMBAG: 0135229761

Zagreb, rujan 2022.

# SADRŽAJ

SAŽETAK .....	1
SUMMARY .....	1
1. Uvod.....	2
2. Osnove skladišnih procesa .....	5
2.1. Operativna učinkovitost .....	5
2.2. Uloga skladišta.....	8
2.2.1. Međuskladišna funkcija skladišta .....	8
2.2.2. Konsolidirajuća funkcija.....	9
2.3. Vrste skladišta .....	9
2.4. Poslovanje skladišta .....	11
2.4.1. Ulazne operacije skladišta i prijem robe .....	11
2.4.2. Pohrana robe unutar skladišta .....	12
2.4.3. Izlazne operacije, manipulacija i podizanje robe .....	13
2.4.4. Agregiranje i priprema za otpremu robe .....	13
2.4.5. Cross-docking .....	14
2.4.5. Usluge dodavanja vrijednosti.....	15
2.5. Procjena učinkovitosti skladišta.....	15
2.5.1. Ključni pokazatelji uspješnosti .....	16
2.5.2. Pokazatelji vezani za produktivnost skladišta.....	17
2.5.3. Neizravni pokazatelji .....	17
2.5. Doprinos benchmarkinga pravilnoj detekciji uspješnosti skladišta .....	18
2.6. Pokretačke značajke operativne učinkovitosti u skladištu .....	23
3. Unutrašnje uređenje skladišta .....	26
3.1. Raspored prostora za skladištenje .....	27
3.1.1. Uzorak slaganja blokova.....	28
3.1.2. Naredbeni ciklusi .....	28
3.1.3. Konfiguracija prolaza.....	28
3.1.4. Područje za brzo rukovanje robom .....	30
3.2. Važnost koordinacijskog mehanizma kod strategije uređenja skladišta.....	31
3.2.1. Dodjela mjesta pohrane.....	31
3.2.2. Strategije odabira narudžbe.....	34

3.2.3. Usmjeravanje i slijed.....	36
3.2.4. Strategije brojanja zaliha.....	38
3.3. Iskorištavanje tehnologije u ručnom pohranjivanju i pronalaženju.....	39
3.3.2. Oprema za rukovanje materijalom.....	41
3.3.3. Komisioniranje narudžbe bez papira .....	42
3.4. Automatizacija u skladištenju i pronalaženju .....	45
3.4.1. Karusel i moduli vertikalnog podizanja.....	45
3.4.2. Dispenceri A-okvira.....	48
3.4.3. Automatizirani sustavi za pohranu i dohvat.....	48
3.4.4. Autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila.....	51
3.4.5. Automatizirana vođena vozila .....	52
3.4.6. Automatizirano rukovanje stavkama .....	53
4. Metode za optimizaciju skladišta.....	55
4.1. ABC analiza.....	55
4.2. Izgled skladišta.....	55
4.2.1 Sustav lociranja.....	56
4.2.2 Tok materijala .....	57
4.3 Sustavi kvalitete .....	57
4.3.1. ISO 9000 .....	57
4.3.2. Model izvrsnosti EFQM .....	58
4.3.3 Kontinuirano poboljšanje.....	59
4.4. Softverski sustav upravljanja skladištem .....	60
5. Specifičnosti skladišnog poslovanja u kondicioniranim uvjetima.....	61
5.1. Značajke skladišnog poslovanja u hladnom opskrbnom lancu.....	61
5.1.1. Pitanje utjecaja hladnog lanca na logistiku .....	63
5.1.2. Korelati skladištenja i temperature .....	63
5.2. Sustav osiguranja kvalitete kod skladištenja hrane.....	67
5.2.1. Povijesni razvoj kvalitete.....	70
5.2.2. Elementi kvalitete .....	71
5.2.3. ISO standardi .....	74
5.2.3.1. Osobitosti ISO 9001:2015.....	75
5.2.3.2. Osobitosti ISO 22000.....	80
5.3. Analiza HACCP sustava po pitanje sigurnosti hrane .....	85
5.4. Značajke IFS Food standarda za hranu .....	89

6. Analiza skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu na primjeru centralnog skladišta.....	91
6.1. Proces zaprimanja robe .....	93
6.2. Proces uskladištenja robe .....	99
6.3. Proces komisioniranja robe .....	100
6.4. Proces nadopune robe .....	103
6.5. Proces otpreme robe.....	104
6.6. Prijedlog rješenja i optimizacije promatranog sustava .....	106
7. Zaključak.....	108
Literatura.....	111
Popis slika .....	115
Popis tablica .....	116

## SAŽETAK

Optimizacija skladišta je proces, koji pomaže riješiti mnoge probleme i ostavlja skladište bez problema. Uz optimiziranje svih procesa koji se odvijaju unutar skladišta, izgledno je očekivati bolje rezultate i zadovoljnije kupce. Da bi se neki određeni sustav optimizirao bitno je poznavati sve procese u tom sustavu te svaki zasebno analizirati kako bi smo uočiti moguća poboljšanja. U skladištima gdje procesi nisu optimalno postavljeni, nerijetko dolazi do problema kao što su učestale greške, kašnjenje robe u otpremi, akumuliraju se previsoki troškovi i razina usluge nije zadovoljavajuća. Optimizacija ili poboljšanje rada skladišta u posebnom temperaturnom režimu i istovremeno smanjenje njegovih troškova veliki je izazov za svakog voditelja skladišta. Svrha i cilj ovog diplomskog rada biti će upravo prikazati sve procese u skladišnom poslovanju u posebnom temperaturnom režimu te potencijalne načine kako unaprijediti rad u skladištu i poboljšati učinkovitost radnika.

**KLJUČNE RIJEČI:** optimizacija, skladišni procesi, temperaturni režim

## SUMMARY

Warehouse optimization is a process, which helps to solve many problems and leaves the warehouse without problems. With the optimization of all processes inside the warehouse, it is likely to expect better results and more satisfied customers. In order to optimize a particular system, it is important to know all the processes in that system and to analyze each one separately in order to be able to see possible improvements. In warehouses where the processes are not optimally set up, problems often occur such as frequent errors, delays of the shipment departure, excessive costs accumulate and the level of service is not satisfactory. Optimizing or improving warehouse operations in temperature-controlled conditions and simultaneously reducing its costs is a big challenge for every warehouse manager. The purpose and goal of this thesis will be to show all the processes in warehouse business in a temperature-controlled conditions and potential ways to improve work in the warehouse and improve the efficiency of workers.

**KEY WORDS:** optimization, warehouse processes, temperature-controlled conditions



## 1. Uvod

U upravljanju skladišnim poslovanjem u posebnom temperaturnom režimu koristimo različite metode i alate. Takav pristup upravljanju skladišnim poslovanjem ima direktan utjecaj na uspješnost samog skladišta. Skladišta funkcioniraju kao čvorne točke u lancu opskrbe, koje povezuju materijalni tokovi između dobavljača i kupca. Kao rezultat visoko konkurentnog tržišnog okruženja, tvrtke su stalno prisiljene poboljšavati svoje operativne tokove skladištenja<sup>1</sup>. Mnoge su tvrtke također prilagodile svoju vrijednost, prijedlozima za bolje zadovoljavanje zahtjeva kupaca, što je dovelo do promjena u ulozi skladišta. U takvim uvjetima poboljšanje obrade narudžbi i rukovanje materijalima može donijeti značajne uštede i istovremeno povećati vrijednost kupaca. Povećana je važnost upravljanja lancem opskrbe, pri čemu je prisutna i zabrinutost potrošača po pitanju sigurnosti i kvalitete proizvoda. Tijekom distribucije, pojedini temperaturno osjetljivi proizvodi, kao što je primjerice hrana ili određeni farmaceutski proizvodi, prolaze kroz izloženost raznim rizicima, poput neadekvatnog skladištenja ili neodržavanja određene temperature, što posljedično utječe na integritet proizvoda.

Konačna uspješnost skladišnog poslovanja se mjeri kroz kvalitetu konačne izvedbe, financijsku isplativost rada, utjecaj poslovanja na društvo/konzumente i sam lanac opskrbe. Za svako skladišno poslovanje, pa tako i ono koje se odnosi na poslovanje u okviru posebnih temperaturnih režima jasno su definirani ciljevi, a osim ograničenosti vremenom, jasno su definirani i ograničeni resursi skladišta, bilo da je riječ o zaposlenim radnicima u skladištu ili opremi, prostoru i materijalima koji će se koristiti kako bi se pravilno rukovalo proizvodima koji prolaze određene skladišne funkcije, bilo da se radi o međuskladišnoj ili konsolidirajućoj funkciji<sup>2</sup>.

Za uspješno skladišno poslovanje u posebnom temperaturnom režimu treba uzeti u obzir (osim užeg područja upravljanja skladištem) i opskrbni lanac, osobitosti proizvoda koji prolaze skladišne čvorišne točke, okruženje skladišta, znanje, standarde, pravni okvir i općenito znanje iz upravljanja skladištem i temperaturnim režimima ovisno o vrsti proizvoda. Iz navedenog je vidljivo da razni čimbenici utječu na uspješnost optimizacije skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu.

---

<sup>1</sup> <https://supplychainmanagement.utk.edu/uploads/Supply-Chain-Integration-Strategy-Best-Practices.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5821242/>

Svako skladišno poslovanje je i rizično. Najveći rizik se odnosi na tri najvažnija ograničenja skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu, a to je da se pohrana i/ili distribucija proizvoda neće realizirati na vrijeme, da neće biti u okviru zadanog budžeta i rizik da se neće ostvariti ciljevi standarda koji normiraju posebne temperaturne režime određenih proizvoda. Radi svega navedenog važno je optimizirati skladišno poslovanje, kako bi se povećala vjerojatnost pozitivnih utjecaja, a smanjile se negativne posljedice za skladište. Skladište ili distribucijski centar (DC) može se smatrati objektom koji djeluje kao čvor unutar opskrbnog lanca, odnosno mreže, gdje se roba akumulira, privremeno pohranjuje i distribuira. Protok robe od dobavljača do kupca tako se zaustavlja na neko vrijeme u skladišnom čvoru. Po definiciji, nemoguće je maksimizirati ekonomsku učinkovitost, a time i profitabilnost, kao i uopće bilo koje operacije, bez maksimiziranja operativne, odnosno tehničke učinkovitosti. Tako poboljšanje operativne učinkovitosti skladišta imaju značajan ekonomski potencijal i ključan je za postizanje visoke profitabilnosti<sup>3</sup>.

Kako navode Johnson i McGinnis, nedostaje opće razumijevanje tehnika skladišne učinkovitosti i povezanih uzročnih čimbenika, koji ograničavaju sposobnost industrije da identificira najbolje prilike za poboljšanje performansi skladišta. Razumijevanje značajki koje su ključne za operativnu učinkovitost najboljih izvođača u klasi stoga je od velike važnosti za poboljšanje skladišta koja neučinkovito posluju. Poboljšanje učinkovitosti najboljih u klasi zahtijeva još temeljitije razumijevanje vlastitih operacija, u kombinaciji s jakim inovacijskim sposobnostima. Uočeno je da nedostaje jasan pregled najsuvremenijeg razvoja u procjeni i poboljšanju operativne učinkovitosti skladišta<sup>4</sup>.

Prikazom osnova skladišnog procesa, kao i unutrašnjim uređenjem skladišta dan je teorijski okvir izabrane teme, dok je na primjeru specifičnosti skladišnog poslovanja u kondicioniranim uvjetima, te analizom skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu na primjeru pohrane i distribucije prehrambenih proizvoda, objašnjena važnost upravljanja skladišnim poslovanjem na njegovu konačnu uspješnost. Ciljevi istraživanja:

1. Teorijski prikaz osnovnih skladišnih procesa
2. Istražiti i prikazati unutrašnje uređenje skladišta
3. Naglasiti specifičnosti skladišnog poslovanja u kondicioniranim uvjetima

---

<sup>3</sup> <https://supplychainmanagement.utk.edu/uploads/Supply-Chain-Integration-Strategy-Best-Practices.pdf>

<sup>4</sup>

[https://www.researchgate.net/publication/233034241\\_Performance\\_measurement\\_in\\_the\\_warehousing\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/233034241_Performance_measurement_in_the_warehousing_industry)

Svrha ovog rada je razvoj okvira skladišnog poslovanja, koji bi podržavao sustavno donošenje odluka i pokazao da se imenovani okvir može koristiti za smanjenje vremena ciklusa obrade narudžbe i poboljšanje ukupnog učinka skladišta. Ovaj rad objašnjava postupke koji se provode u okviru skladišnog poslovanja, a kako bi se udovoljilo zahtjevima jamčenja sigurnosti, kvalitete i cjelokupnog integriteta proizvoda u lancu opskrbe

Za postizanje navedenih ciljeva potrebno je odgovoriti na sljedeća istraživačka pitanja:

- Kako je moguće pojmovno odrediti operativnu učinkovitost i povezane koncepte produktivnosti, učinkovitosti i performansi
- U čemu se sastoji osobitost skladištenja u posebnom temperaturnom režimu
- Koja je uloga skladišta u opskrbnim mrežama i koje operacije se izvode
- Kako se mjeri ukupna operativna učinkovitost skladišta
- Za koje se značajke skladištenja smatra da imaju značajan utjecaj na ukupnu operativnu učinkovitost
- Kako se može poboljšati operativna učinkovitost skladišta u posebnim temperaturnim režimima

Rad se sastoji od uvoda u temu, zatim slijedi teorijski okvir upravljanja skladišnim procesima. Pojašnjeno je što obuhvaćaju pojedine skladišne čvorišne točke, u čemu se sastoji razlika međuspremišne i konsolidirajuće funkcije skladišta, prijem, pohrana i otprema robe unutar skladišta. Nadalje, u radu je istraženo unutrašnje uređenje skladišta. Na primjeru specifičnosti skladišnog poslovanja u kondicioniranim uvjetima objašnjene su značajke skladišnog poslovanja u hladnom opskrbnom lancu, kao i osobitosti HACCP sustava, ISO 9001 – sustava osiguranja kvalitete, te IFS sustava.

U radu su korištene različite znanstveno – istraživačke metode. Te metode obuhvaćaju istraživanje, proučavanje i analiziranje literature o temi diplomskog/magistarskog rada. Zatim su korištene empirijske metode koje obuhvaćaju analizu studije slučaja i sortiranje dobivenih informacija. Pored navedenog, primijenjene su i metode analize dostupne dokumentacije o skladišnom poslovanju u posebnom temperaturnom režimu u odabranim organizacijama.

## 2. Osnove skladišnih procesa

Upravljanje skladišnim procesima uključuje skladištenje proizvoda i robe kupljene od proizvođača, čuvanje tih artikala u objektu, a zatim isporuku na drugo mjesto. Vodeći skladišnu tvrtku, u biti se kooperira s trgovcima na malo u skladištenju njihovih proizvoda prije nego što se prodaju kupcima<sup>5</sup>.

Prava rješenja za skladištenje su srž svakog poslovanja, koja nudi fizičku robu. Primarna uloga vlasnika skladišta je osigurati robu koja je provjerena pravilno skladištenje i briga o njoj. Također je moguće ponuditi dodatna rješenja za logistiku i lanac opskrbe izvan skladišta, uključujući upravljanje zalihama, logistiku treće strane, usluge ispunjenja narudžbe.

Šest osnovnih skladišnih procesa uključuje primanje, odlaganje, skladištenje, komisioniranje, pakiranje i otpremu. Optimizacija ovih šest procesa omogućit će organizaciji pojednostavljenje rada skladišta, smanjiti troškove i pogreške te postići višu stopu narudžbi.

Kako bi se razumio učinak optimizacije skladišnog poslovanja, potrebno je razumjeti varijable postizanja učinkovitosti, odnosno produktivnosti skladišta.

### 2.1. Operativna učinkovitost

Proučavajući temu operativne učinkovitosti, nailazi se na mnoge definicije i mnoštvo pojmova. U literaturi proučavanoj za ovu problematiku, obuhvaćeni su pojmovi kao što su produktivnost, učinkovitost, izvedba, te konačno operativna učinkovitost.

Inputi se mogu definirati kao bilo što, primjerice napor, trošak, resursi itd., što koristi procesu za proizvodnju outputa.

Produktivnost se obično prepoznaje kao omjer između outputa i inputa u procesu. Izlaz se u ovom kontekstu često podrazumijeva kao namjeravani ili korisni rezultat, koji je prešao minimalni prag kvalitete. To znači da se neželjeni nusproizvodi, proizvodi s nedostatkom, opći otpad itd. često ne smatraju ishodima u određivanju produktivnosti. Ova definicija

---

<sup>5</sup>

[https://www.researchgate.net/publication/233034241\\_Performance\\_measurement\\_in\\_the\\_warehousing\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/233034241_Performance_measurement_in_the_warehousing_industry)

produktivnosti implicira da postoji samo šest situacija u kojima se produktivnost može poboljšati:

- Izlaz se povećava brže od ulaza, povećanje inputa je proporcionalno manje od povećanja proizvodnje
- Više izlaza iz istog ulaza
- Više izlaza uz smanjenje inputa
- Isti izlaz s manje ulaza
- Izlaz se smanjuje, ali se input više smanjuje; smanjenje inputa je proporcionalno
- Veće od smanjenja inputa<sup>6</sup>.

Izračunavanje produktivnosti procesa, odnosno sustava prilično je jednostavno ako postoji samo jedan ulaz i jedan izlaz. Međutim, stvarni sustavi obično imaju više ulaza, kao i izlaza, čineći izračune produktivnosti znatno izazovnijim. Uzimajući u obzir sve ulaze i *outpute* u određivanju produktivnosti, isti se nazivaju ukupna produktivnost, odnosno ukupna faktorska produktivnost<sup>7</sup>.

Uzimajući u obzir samo podskup ulaza i/ili izlaza, navedeno se naziva djelomična produktivnost. Ako se uspoređuje produktivnost procesa sa sličnim procesima, ili sa samim sobom tijekom vremena, razlike u produktivnosti mogu se objasniti razlikama u ulaznoj ili izlaznoj kvaliteti. Kvaliteta rada je dobar primjer kako kvaliteta *inputa* može utjecati na produktivnost. Ako je produktivnost mjerena u proizvodnji po kriteriju primjerice čovjek-sat, visoka razina stručnosti radne snage može dovesti do većeg učinka s istim brojem uložених radnih sati.

Učinkovitost se smatra mjerom za to koliko dobro se *inputi* koriste u sustavu za proizvodnju određenog izlaza. Može se definirati kao “minimalna razina resursa koja je teoretski potrebna za izvođenje željenih operacija u danom sustavu u usporedbi s pitanjem koliko resursa se stvarno koriste”. U ovoj se definiciji mogu identificirati dva dijela.

Prvi je “minimalna razina resursa koja je teoretski potrebna za izvođenje željene operacije.” Ovo je zapravo teorijska maksimizacija omjera između *inputa* i *outputa*, tj. maksimalne produktivnosti koja se teoretski može postići. Drugi dio je “stvarno korištenje resursa za

---

<sup>6</sup> Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

<sup>7</sup> <https://river.com/expert-tips-on-improving-warehouse-efficiency-productivity/>

izvođenje željenih operacija.” Ovo se može promatrati kao stvarne inpute, koji se koriste za proizvodnju određenog outputa, koji je zapravo mjera za stvarnu produktivnost<sup>8</sup>.

Učinkovitost se smatra omjerom između ova dva broja produktivnosti. Kao rezultat, učinkovitost se uvijek kreće od nule do maksimuma jedan. Gdje je učinkovitost jedan, to implicira da je postignuta maksimalna produktivnost. U praksi je to prilično teško, ako ne i nemoguće. Pojmovi poput očekivano ili standardno umjesto toga se često koriste za označavanje trenutno poznatih najboljih praksi. Učinkovitost se smatra mjerom koliko je sustav dobro usklađen sa svojim strateškim ciljevima.<sup>9</sup>

Izvedba je relativan pojam, koja opisuje koliko dobro sustav ocjenjuje u odnosu na sebe u različitom trenutku ili u odnosu na različite sustave koji su usporedivi. Izvedba stoga uvijek daje vrijednosni sud preko neke mjere. Pokazatelji uspješnosti mogu se identificirati na svim razinama sustava te se mogu koristiti za usporedbu gotovo bilo čega. To znači da mjere izvedbe mogu uključivati ocjene za produktivnost, učinkovitost, djelotvornost i profitabilnost, ali nisu ograničeni na navedeno.

Dobivanje precizne definicije operativne učinkovitosti iz literature pokazalo se prilično teškim. Lee i Johnson u svojoj su studiji ukratko definirali operativnu učinkovitost kao “sposobnost isporuke proizvoda i usluga na isplativ način, bez žrtvovanja kvalitete”.<sup>10</sup>

Tehnička učinkovitost je uobičajeno definirana u području proizvodne ekonomije. Sustav, odnosno organizacija smatra se tehnički učinkovitim ako proizvodi na svojoj proizvodnoj funkciji, također poznatoj kao granica proizvodnje. Proizvodna funkcija predstavlja maksimum dostižne količine outputa zadane količine inputa. Dvije tvrtke, koje rade na proizvodnoj funkciji, mogu biti tehnički učinkovite dok djeluju na različitim razinama produktivnosti. To znači da se primjenjuje ekonomija razmjera, tako da je moguće djelovati učinkovitije s različitom izlaznom brzinom.

U proizvodnoj ekonomiji, tehnička učinkovitost se razlikuje od alokativne učinkovitosti, koja, pomnožena, tvori ekonomsku učinkovitost. Koristeći ovu definiciju, uglavnom se može reći da se operativna, odnosno tehnička učinkovitost odnosi na mjere

---

<sup>8</sup> Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

<sup>9</sup> <https://6river.com/expert-tips-on-improving-warehouse-efficiency-productivity/>

<sup>10</sup> <https://researchoutput.ncku.edu.tw/en/publications/operational-efficiency>

produktivnosti koje koriste nemonetarne količine inputa i outputa. Alokativna učinkovitost uključuje razine cijena inputa i outputa, kako bi se odredila optimalna mješavina inputa i outputa u svrhu maksimizacije dobiti. Kao rezultat, to znači da tehnička učinkovitost sustava može biti na svom maksimumu, bez maksimalne ekonomske učinkovitosti, a time i optimalne profitabilnosti. Međutim, nije moguće maksimizirati ekonomsku učinkovitost, bez postizanja tehničke učinkovitosti. Ekonomska učinkovitost je u naravni umnožak tehničke učinkovitosti i alokativne učinkovitosti.<sup>11</sup>

## **2.2. Uloga skladišta**

Ovo poglavlje daje uvid u područje skladištenja. Uloga skladišta raspravlja se u okviru opskrbnih mreža i poslova koji se izvode unutar skladišta. Ovim se poglavljem stječu osnovna znanja o skladištu prije nego što se krene prema procjeni i poboljšanju operativne učinkovitosti skladišta.

Održavanje zaliha i izvođenje dodatnih koraka rukovanja materijalom, neizbježno su povezani s troškovima. Budući da se skladišne temeljne djelatnosti mogu smatrati nedodavanjem vrijednosti, često se postavlja pitanje zašto bi uopće trebalo imati skladišta. Na ovo se pitanje može odgovoriti gledajući funkcije koje skladišta ispunjavaju u opskrbnom lancu. U svojoj srži, skladište ispunjava jednu ili dvije glavne funkcije, a to su međuskladišna funkcija i funkcija konsolidacije.

### **2.2.1. Međuskladišna funkcija skladišta**

Držanje zaliha neizbježno je povezano s troškovima. Skladišni prostori, osiguranje, gubitak proizvoda, energija, rad, kao i svi ostali resursi imaju svoju cijenu. Stoga je očito poželjno voditi razinu inventara, a time i troškova zaliha u lancima opskrbe što je moguće niže. U moderno doba, kao i u doglednoj budućnosti, još uvijek je utopija za gotovo svaki opskrbni lanac riješiti se cijelog inventara. Nestalne i nepredvidive stope ponude i potražnje, zajedno s ograničenjima u proizvodnim kapacitetima i brzini ispunjenja narudžbe, čine da međuspremnicima i dalje budu nezamjenjivi u raznim proizvodnim fazama i geografskim lokacijama.

---

<sup>11</sup> [http://supplychainhandbook.jsi.com/wp-content/uploads/2017/01/JSI\\_Supply\\_Chain\\_Manager%27s\\_Handbook\\_Chpt.8\\_Final.pdf](http://supplychainhandbook.jsi.com/wp-content/uploads/2017/01/JSI_Supply_Chain_Manager%27s_Handbook_Chpt.8_Final.pdf)

Unatoč troškovima povezanim s držanjem zaliha, držanje međuspremnik bi u nekim slučajevima moglo sniziti ukupne troškove ili čak stvoriti vrijednost. Niži jedinični troškovi zbog prednosti u otpremi velikih količina mogle bi nadoknaditi dodatne troškove držanja. Neki proizvodi, takozvane investicijske zalihe, mogu čak i povećati vrijednost tijekom vremena, poput vina primjerice. Ponekad je ekonomski isplativa odluka pohraniti više zaliha nego što je strogo potrebno.

Funkcija međuspremnik je nužna za prevladavanje ograničenja lokacije i vremena, te može također osigurati troškovne prednosti zbog ekonomije razmjera, kao i vrijednosti proizvoda ovisno o vremenu.

### **2.2.2. Konsolidirajuća funkcija**

Nekada su se skladišne operacije uglavnom fokusirale na skladištenje robe, što je odgovaralo funkciji međuspremnik. Tijekom godina, skladištenje je postalo značajno složenije te je ono sada sastavni dio lanca opskrbe. Različiti zahtjevi se nameću pošiljkama, velike pošiljke npr. mogu biti razdijeljene dalje na manje dijelove duž toka opskrbnog lanca. Različita roba od različitih dobavljača bi se mogla kombinirati, kako bi se formirale složene narudžbe i prekrcaj te kako bi se moglo promijeniti način prijevoza ili vrstu vozila. Ove vrste operacija zajedno čine konsolidirajuću funkciju.

Funkcija konsolidacije je stoga neophodna kako bi se olakšale promjene u zahtjevima za otpremu niz opskrbni lanac. Ova funkcija obuhvaća sve aktivnosti, koje se obavljaju u skladištu, kako bi ulazna roba bila spremna za otpremu prema zahtjevima kupaca. Aktivnosti dodavanja vrijednosti također su obuhvaćene funkcijom konsolidacije, korištenjem ove definicije. Te se aktivnosti, međutim, još uvijek ne smatraju temeljnim aktivnostima skladišta.

### **2.3. Vrste skladišta**

Skladišta se mogu obilježiti brojnim karakteristikama. Neki od najpoznatijih načina razvrstavanja su prema vrsti robe s kojom se rukuje, kao i prema specifičnoj ulozi, odnosno mjestu preuzimaja u lancu opskrbe. Rukovanje pokvarljivim proizvodima, sirovinama ili gotovim proizvodima široke potrošnje, generira različite zahtjeve na objekte, opremu i operacije.



Također se mogu očekivati različitih karakteristika od operacija, koje su bliske proizvođaču za razliku od operacija koje su bliske krajnjem potrošaču. Neke uobičajene vrste skladišta u literaturi su:

- Skladište sirovina  
Skladištenje i distribucija sirovina, često u ranoj fazi opskrbnog lanca i u velikim količinama.
- Posrednici, objekti za odgodu, prilagodbu ili podmontažu  
Privremeno skladištenje međuproizvoda radi olakšavanja procesa proizvodnje. Često se obavljaju dodatne usluge kao što su prepakiranje, ponovno označavanje ili čak neki koraci montaže.
- Skladište gotove robe  
Ovi objekti pohranjuju robu spremnu za prodaju uglavnom radi osiguravanja sigurnosnih zaliha.
- Maloprodajni distribucijski centar  
Služi za redovitu opskrbu više maloprodajnih objekata. Potražnja se često može razumno predvidjeti, pri čemu treba imati u vidu da je količina robe kojom se rukuje obično izuzetno velika.
- E-commerce centar  
Ovi objekti često obrađuju velike količine malih narudžbi, koje se sastoje od samo nekoliko proizvoda. Nakon zaprimljene narudžbe očekuje se vrlo brz odgovor.
- Distribucijski centar servisnih dijelova  
Ovi centri pohranjuju i distribuiraju rezervne dijelove. Često postoji širok izbor pohranjenih proizvoda, dok je potražnja za svakim proizvodom vrlo nestalna i nepredvidiva. Ako je dolazni nalog hitan, tj. ukoliko su vitalne komponente pokvarene, odgovor mora biti izuzetno brz.
- Centar za rukovanje kvarljivim proizvodima  
Ovi objekti distribuiraju proizvode kao što su hrana, cvijeće ili cjepiva. Oni mogu zahtijevati hlađenje, što čini prostor za skladištenje vrlo skupim. Ovi proizvodi obično imaju stanište u skladištu od samo par sati.
- Centar za sortiranje  
Uglavnom se može naći u industriji poštanskih usluga. Pisma ili paketi s raznih odredišta se prikupljaju, sortiraju, objedinjuju i otpremaju.

- Obrnuti logistički centar za vraćenu robu ili otpad

Na današnjem tržištu proizvodi više ne idu samo u smjeru od proizvođača do potrošača. Također moguće je i obrnuto jer se roba može vratiti od kupca do proizvođača, kao i prodavača. Također se proizvodi i nusproizvodi, kao što je pakiranje, mogu odbaciti i njima se rukovati u tokovima otpada. Skladišta igraju važnu ulogu u njihovom međuspremljivanju i konsolidaciji obrnutih tokova.

## **2.4. Poslovanje skladišta**

U prethodnom poglavlju prikazano je mnogo različitih vrsta skladišta od kojih svaki ima svoju specifičnu svrhu. Detaljno gledajući, operativne aktivnosti ovih različitih vrsta skladišta također se razlikuju. Međutim, općenito se odvijaju mnoge slične aktivnosti, Herman i suradnici u svojoj studiji iz 2019. godine daju pregled tipičnih glavnih elemenata troškova skladišta, pri čemu navode da je rad daleko najskuplji element troškova. Radna snaga čini oko 48 do 60 % svih troškova skladištenja, ako se imaju u vidu tipična skladišta. Istoimeni autori također pokazuju kako se rad obično dijeli na različite skladišne aktivnosti. Mora se napomenuti da su prikazane brojke troška rada za tipična skladišta. Brojke za visoko automatizirana skladišta ili posebne vrste skladišta kao npr. čiste objekte za ukrštanje ili rashladna skladišta, mogu se značajno razlikovati.

### **2.4.1. Ulazne operacije skladišta i prijem robe**

Radovi u skladištu počinju s prijemom robe. Obično se obavijest o pošiljci najavljuje kompjuterski, te se zapravo radi o zakazivanju pošiljke. Nakon što prijevoznik stigne u skladište, slijedi iskrcaj robe. Način na koji prijevoznik iskrcava robu u velikoj mjeri ovisi o tome kako teret stiže, da li u paletama ili kartonima, kao i da li se radi o osjetljivim predmetima, raspoloživoj opremi i razini automatizacije. Moguće je razlikovati tri scenarija o dolaznim, odnosno odlaznim pošiljkama, a to su:

- Nema saznanja o dolaznim/odlaznim pošiljkama.
- Djelomično statističko poznavanje procesa dolaska i odlaska.
- Savršeno poznavanje sadržaja svakog prijevoznika koji stiže i svakog odlazećeg prijevoznika<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/getting-a-handle-on-warehousing-costs>

Dostupnost tog znanja određuju mogućnosti koje čovjek ima u organizaciji primanja i procesu otpreme.

Dolazna roba često je podložna inspekciji, odnosno kontroli kvalitete prije daljnje obrade kako bi se osiguralo da prava roba stiže u pravoj količini i pravom stanju. U situaciji kada se pronađu nedostaci u ovoj fazi, zapravo je već i prekasno pa je sasvim izvjesno da će troškovi biti neizbježni. Umjesto provjere ukupne pristigle robe, provjera uzorka ponekad se koristi za smanjenje troška inspekcije.

Neke dodatne aktivnosti mogu biti potrebne kako bi roba bila prikladna za daljnju obradu. Određivanje veličine i težine dolazne robe moglo bi, npr. biti potrebno za određivanje mjesta skladištenja. Raspakiravanje ili prepakiranje može biti potrebno ako se robom rukuje ili pohranjuje u drugačijem pakiranju od onoga u čemu je roba pristigla.

Svi različiti proizvodi koji se moraju skladištiti unutar skladišta, nazivaju se jedinicama zalihe.<sup>13</sup> Nakon zaprimanja, sve jedinice zalihe se prenose na mjesto pohrane. Ovo mjesto skladištenja obično diktira upravitelj skladišta ili se preuzima iz sustava upravljanja skladištem<sup>14</sup>.

Prijenos do skladišnog mjesta mogu obaviti zaposlenici korištenjem raznih vrsta opreme za rukovanje materijalom. Odlaganje je radno intenzivna aktivnost, jer uključuje putovanja robe unutar objekta. Tamo su također automatiziranija rješenja za odlaganje, npr. automatizirani sustavi za pohranu i dohvat robe<sup>15</sup>.

#### **2.4.2. Pohrana robe unutar skladišta**

Nakon što su jedinice zalihe robe pohranjene u svoje skladište, ostaju tamo dok ne budu ponovno potrebne za narudžbu. Vrijeme trajanja može biti pitanje sati za jedinice zalihe koje se brzo kreću, ali mogu doseći i do više godina kod vrlo sporih jedinica zalihe, kao što su npr. investicijske dionice.

---

<sup>13</sup> SKU

<sup>14</sup> WMS

<sup>15</sup> AS/RS

Skladišta moraju zadovoljiti različite uvjete skladištenja za različitu robu. Za kvarljive proizvode možda će npr. trebati hlađeni okoliš, dok će drugu robu biti potrebno čuvati na sobnoj temperaturi unutar prihvatljivih razina vlažnosti.

### **2.4.3. Izlazne operacije, manipulacija i podizanje robe**

Nakon zaprimljene narudžbe kupca, pod pretpostavkom da su artikli na zalihama, preuzimanje svih naručenih stvari iz njihovih skladišnih mjesta sljedeće je što treba učiniti. Odabir narudžbe može utjecati u velikoj mjeri na razinu usluge kupcima, jer leži u središtu ciklusa ispunjenja narudžbe. Ako se npr. dogodi prikup ili otprema pogrešnog artikla ili količine proizvoda, kupac neće dobiti ono što je naručio. Narudžbe kupaca podijeljene su u niz komisionih linija koje govore u prilog koje artikle prikupiti, odakle i u kojim količinama. Svaka komisiona linija se stoga sastoji od niza stavki koje odgovaraju jednoj specifičnoj jedinici zalihe, koja je pohranjena negdje unutar skladišta.

Prisutno je dvodimenzionalno sučelje između odabira narudžbe i mjesta skladištenja, odakle se preuzima jedinica zalihe. Različiti tipovi rukovanja materijalom mogu se vidjeti kod komisioniranja. U potpunom pakiranju ili kartonu artikli su obrađeni po kutiji, odnosno kartonu. Odabirom komada, jedinice, odnosno predmeta unutar polomljenog sanduka, predmetima se rukuje kao pojedinačnim komadima. Kombinacije ovih vrsta rukovanja materijalom mogu se pojaviti unutar istog reda.

Kao što je navedeno na početku poglavlja, komisioniranje narudžbe je obično daleko najskuplja skladišna djelatnost. To je opsežan rad, s puno uključenog rukovanja materijalom, uključujući puno putovanja kroz objekt. Prethodno spomenuta automatiziranija rješenja za odlaganje, npr. automatizirani sustavi za pohranu i dohvat robe, mogu se pobrinuti za cjelokupno odlaganje i komisioniranje narudžbe.

### **2.4.4. Agregiranje i priprema za otpremu robe**

Objedinjavanje različitih stavki narudžbe može se odvijati tijekom odabira narudžbe, po načelu *razvrstaj-whilepick* ili nakon odabira narudžbe, po sistemu *sort-after-pick*. Ako se združivanje odvija nakon preuzimanja narudžbe, to se često radi u posebnom prostoru za sortiranje unutar skladišta. Narudžbe koje su u potpunosti sakupljene moraju biti zapakirane i

označene. Druga priprema prije otpreme, kao što je izgradnja paleta, također se odvija tijekom ove faze. Nekoliko završnih pregleda su dodatne provjere, prije nego što se roba može označiti kao spremna za otpremu.

Kada je roba spremna za otpremu, prenosi se u prostor za otpremu i ukrcaj. Ovisno o dostupnosti prijevoznika i potrebi za preuređivanjem ukrcaja drugim redoslijedom, može se koristiti područje rada u blizini mjesta otpreme. Baš kao i kod primanja robe, korištenjem inscenacije, područje za otpremu također može povećati broj koraka rukovanja materijalom i tako utjecati na povećanje operativnih troškova.

#### **2.4.5. Cross-docking**

Kod cross-docking operacija, roba se prenosi gotovo izravno od dolaznog prijevoznika odlaznom prijevozniku. Bilo koja konsolidacija s robom drugih prijevoznika ili jedinicama zalihe iz skladišnog prostora treba biti obavljena u skladu s pretovarom između prijevoznika.

Skladištenje robe u cross-dockingu u osnovi nije prisutno ili je ograničeno na vrlo kratko vremensko razdoblje u zoni za izvođenje. Cross-docking ima nekoliko prednosti u odnosu na redovite skladišne operacije. Budući da se roba za cross-docking ne pohranjuje unutar objekta, nikakvi troškovi se ne vrše pri odlaganju, skladištenju i narudžbi te robe. Potrebne su vrlo složene operacije unakrsnog povezivanja, kao i visok stupanj koordinacije. Kupci i dobavljači moraju aktivno sudjelovati u procesu. Moraju osigurati ispravne načine predstavljanja proizvoda, točnost vrijeme dolaska i pružiti svu ostalu vrstu podrške što je potrebno za nesmetan rad.

Operateru skladišta također se postavlja zadatak dodijeliti viličar da je unutarnji prijevoz robe optimiziran u smislu udaljenosti putovanja. Čak i u situacijama kada objektu nije potreban namjenski skladišni prostor, on mora biti dovoljno velik i dobro upravljan, kako bi se izbjegla zagušenja opreme za prijenos.

## 2.4.5. Usluge dodavanja vrijednosti

Osim temeljnih djelatnosti skladišta, mogu se pružati i usluge dodavanja vrijednosti. Ove usluge dodavanja vrijednosti<sup>16</sup>, također su poznate kao logistika dodane vrijednosti<sup>17</sup>, a njihova je osobitost da zamagljuje granicu između proizvodnje i skladištenja. Skladište je mjesto izbora za ove aktivnosti, jer se tamo ionako dotiču predmeti. Na taj način postaje moguće za proizvođače potiskivati diferencijaciju proizvoda dalje nizvodno kako bi bolje služili tržištima za njihove lokalne potrebe.

Vrhunska isporuka usluge dodavanja vrijednosti predstavlja veliku vrijednost za kupce. Primjeri toga su pod- ili konačna montaža, (re)konfiguracija, instalacija, popravak, obnova i sterilizacija. Osnovna usluga dodavanja vrijednosti daje samo manju vrijednost kupcu. Primjeri za to su ponovno označavanje, određivanje cijena, ponovno pakiranje, kompletiranje i dodavanje priručnika.

## 2.5. Procjena učinkovitosti skladišta

Mjerenje učinka pomaže menadžerima procijeniti operacije kako bi poduzeli odgovarajuće radnje u skladu s rezultatima mjerenja. Ovo poglavlje objašnjava kako se mjeri operativna učinkovitost u skladištima. Utvrđeno je da značajke skladišta imaju značajan utjecaj na ukupnu operativnu učinkovitost. Općenito, postoje tri različita pristupa za evaluaciju učinka, a to su benchmarking i mjerenje ključnih pokazatelja uspješnosti u praksi, analitički modeli i simulacije<sup>18</sup>.

Analitički modeli su obično orijentirani na dizajn, te se koriste za brzo testiranje različitih mogućnosti dizajna, ali ne moraju nužno dovoljno odražavati sve pojedinosti sustava. Iako su simulacijski modeli orijentirani na analizu, njihova upotreba također je više usmjerena na poboljšanje dizajna i operativnosti, nego prema ocjeni postojećeg stanja. Zbog ovih razloga, važno je dobro razumjeti osobitosti mjerenja ključnih pokazatelja uspješnosti u praksi benchmarkinga skladišnih operacija.

---

<sup>16</sup> VAS

<sup>17</sup> VAL

<sup>18</sup> <https://blog.solistica.com/en/how-to-analyze-the-performance-of-your-logistics-operation>

Potrebno je imati u vidu i to fokusiranje na produktivnost, odnosno učinkovitost skladišta, možda neće biti vrlo učinkovito, jer postoji interakcija s drugim pokazateljima uspješnosti, kao što je kvaliteta.

### **2.5.1. Ključni pokazatelji uspješnosti**

Mjerenje izvedbe skupom ključnih pokazatelja uspješnosti<sup>19</sup> vjerojatno je najviše uobičajena praksa. Mjerenje ključnih pokazatelja uspješnosti često je prilično jednostavno, jer se mnogi od njih izražavaju jednostavnim omjerima. U idealnom slučaju svi ključni pokazatelji uspješnosti trebali bi biti nepristrani, usmjereni na kupca i u skladu s korporativnim ciljevima. U praksi, međutim, većina ključnih pokazatelja uspješnosti ne odgovara posve postavljenim kriterijima. Važno je identificirati najčešće korištene pokazatelje uspješnosti skladišnog poslovanja, kao i njihove definicije.

Pokazatelje uspješnosti moguće je podijeliti na izravne i neizravne pokazatelje. Prema istoimenim autorima, direktni pokazatelji su oni „tvrde” metrike, te su izraženi jednostavnim jednadžbama i mogu se izravno mjeriti, primjerice vremenom ciklusa narudžbe. Neizravni pokazatelji su oni meke metrike, te oni predstavljaju složenije koncepte, koje je teško izmjeriti jednostavnim izrazima kao što su omjeri, a to je primjerice zadovoljstvo kupaca. Napredni mjerni alati kao što su regresijska analiza, neizrazita logika ili DEA su potrebni za izračunavanje ovih neizravnih pokazatelja<sup>20</sup>.

Izravni pokazatelji mogu se okarakterizirati kao mjera vremena, kvalitete, troškova ili produktivnosti. Fleksibilnost se također ponekad koristi, ali se češće utvrđuje da se mjeri neizravno.

Većina skladišnih aktivnosti pokrivena je namjenskim pokazateljima, kao što su primjerice vrijeme prijema i vrijeme skladištenja, osim onih koji se odnose na kontrolu zaliha (npr. ukupno vrijeme koje je proizvod proveo u zalihama). Vrijeme isporuke narudžbe može sugerirati da postoji jaka usmjerenost na kupca u brzini isporuke.

---

<sup>19</sup> KPI

<sup>20</sup> <https://www.shipbob.com/blog/warehouse-kpis/>

### **2.5.2. Pokazatelji vezani za produktivnost skladišta**

Fokus pojedinih studija na produktivnost rada ne čudi previse, s obzirom na udio koji rad ima u ukupnim troškovima skladišta. Produktivnost u glavnoj troškovnoj komponenti prostora također je prilično zastupljena, kao što npr. korištenje skladišta. Čini se da se pokazatelji troškova ne koriste često na operativnoj razini. Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, operativna, odnosno tehnička učinkovitost obično se mjeri nemonetarnim mjerama. Financijske mjere često zaostaju i ne mogu s dovoljno detalja uhvatiti fluktuirajuće operativne karakteristike. Nijedna pojedinačna skladišna djelatnost nije predstavljena pokazateljima troškova. Ovo nije jako iznenađujuće, budući da je obračun troškova na temelju aktivnosti kompliciran i dugotrajan, te se menadžeri radije koriste metrikom povezanom s troškovima samo za globalne procese.

U obzir treba uzeti troškove povezane s držanjem zaliha, koji uključuju primjerice trošak držanja, amortizaciju i osiguranje. Ostali pokazatelji troškova također mogu predstavljati pogrešnu sliku. Primjerice, trošak kao postotak prodaje, nije u potpunosti fokusiran na samo poslovanje skladišta, jer također može varirati u odnosu na iznos prodaje. Rezultat može na primjer biti nadoknađen prodajnim cijenama ili marketingom.

### **2.5.3. Neizravni pokazatelji**

Neizravne pokazatelje, poput percepcije kupaca na primjer, puno je teže izmjeriti nego izravne pokazatelje. U literaturi ne postoji konsenzus o definicijama i načinima mjerenja neizravnih pokazatelja. Rad je ipak daleko najistaknutija tema, obzirom da je rad glavni trošak skladišta. Drugi razlog za važnost pokazatelja rada je taj što učinak zaposlenika može izravno utjecati na razinu usluge korisnicima<sup>21</sup>.

Iako se upravljanje zalihama često ne smatra skladišnom funkcijom, odnosi između upravljanja zalihama i automatizacije skladišta su bliski. Primjeri pokazatelja za ovu temu su točnost logističke informacije i rukovanje hitnim narudžbama<sup>22</sup>. Stupanj automatizacije skladišta može se, na primjer, mjeriti razinom korištene tehnologije ili brojem dostupnih informacijskih sustava. Automatizacija skladišta se odnosi na visoke razine

---

<sup>21</sup> <https://6river.com/expert-tips-on-improving-warehouse-efficiency-productivity/>

<sup>22</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521219300021>



iskorištenosti informacijskog sustava, koje bi u aktivnosti odabira naloga trebale imati pozitivni utjecaji na isporuku. Odnos s kupcima i zadovoljstvo kupaca su identificirani kao najviše zadovoljavajuća varijabla učinka od strane menadžera.

Održavanje skladišta može se koristiti za modeliranje strukturiranih jednadžbi za konstruiranje logistike skladišta. Pokazano je da nakon upravljanja radnom snagom, upravljanje objektima ima najveći utjecaj na kapacitet skladišta. Upravljanje objektom mjeri se kroz varijable razine dotrajalog skladišta, prikladnosti zaštite od požara, stupnja neučinkovitosti skladišnog prostora, prikladnosti projektiranja skladišta i na kraju razinom suradnje s odjelom za pogon<sup>23</sup>.

## **2.5. Doprinos benchmarkinga pravilnoj detekciji uspješnosti skladišta**

Dok skup ključnih pokazatelja uspješnosti može biti koristan za menadžere za korištenje u svakodnevnim operacijama i u ocjenjivanju uspješnosti pojedinog skladišta tijekom vremena, on nije dovoljan kada se želi usporediti relativni učinak određenog broja skladišta.

Različita skladišta možda neće biti usporediva po svojim ključnim pokazateljima uspješnosti, zbog razlika u operativnim karakteristikama i načinu na koji se mjere ključni pokazatelji uspješnosti. Mjerenje performansi skupom ključnih pokazatelja uspješnosti može donijeti i druge izazove. Npr. kada se polovica ključnih pokazatelja uspješnosti s vremenom poboljša, dok se druga polovica pogorša, postavlja se pitanje je li ukupna izvedba postala bolja, gora ili je ostala ista.

Benchmarking studije se koriste za prevladavanje ovih izazova i za sustavnije mjerenje učinka. Benchmarking skladišta može se definirati kao „proces sustavne procjene učinka skladišta, identificiranje neučinkovitosti i predlaganje poboljšanja”<sup>24</sup>. Benchmarking je proces prikupljanja i dijeljenja procjena učinka nekog aspekta organizacije, a može uključivati razvoj plana djelovanja za poboljšanje na temelju procjene. Benchmarking studije obično imaju način agregiranja svih vrsta različitih ulaza i izlaza procesa, kako bi se odredila ukupna ocjena izvedbe.

---

<sup>23</sup> <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02635579910291975/full/html>

<sup>24</sup> [https://www.researchgate.net/publication/279917303\\_Large-Scale\\_Internet\\_Benchmarking\\_Technology\\_and\\_Application\\_in\\_Warehousing\\_Operations](https://www.researchgate.net/publication/279917303_Large-Scale_Internet_Benchmarking_Technology_and_Application_in_Warehousing_Operations)

Mnogi neizravni pokazatelji navedeni u poglavlju 2.5.3. ovog rada, mogu se izračunati putem usporedbe.

Utvrđeno je da je analiza omotača podataka najčešće korištena metoda za benchmarking skladišta. Uz analizu omotača podataka, učinkovita granica za skup jedinica odlučivanja, procjenjuje se tehnikama linearnog programiranja.<sup>25</sup>

Pitanje učinkovitosti svakog skupa jedinica odlučivanja se tada izračunava u odnosu na učinkovitu granicu. Skup jedinica odlučivanja stoga uvijek pretpostavlja da jedno ili više najboljih skladišta u klasi rade učinkovito i naknadno skalira relativnu (ne)učinkovitost ostatka na one najbolje izvođače u klasi.

Johnson i McGinnis koristili su analizu omotača podataka za procjenu operativne učinkovitosti skladišta. Oni su primijenili svoju metodu na velikom uzorku skladišta, koji su sami prijavili svoje podatke putem interneta. Zbog ovog samoprijavljivanja, točnost podataka nije se mogla provjeriti. Stoga su se Johnson i McGinnis oslanjali na otkrivanje izvanrednih vrijednosti kako bi osigurali kvalitetu rezultata. Dvostupanjska metoda korištena je za utvrđivanje korelacije između učinkovitosti i tri tipa imovine, a to su bile operativne politike, karakteristike dizajna i atributi skladišta.

U prvoj fazi, učinkovitost je procijenjena korištenjem pristupa orijentiranog na ulaz analize omotača podataka na ulazno-izlaznom modelu. Početni model sveden je na model s radom, prostor i ulaganja kao ulaze i s izlomljenim linijama sanduka, punim redovima sanduka i linijama paleta kao izlazima. Usluge s dodanom vrijednošću su izbrisane iz modela jer zamagljuje granicu između skladištenja i proizvodnje. Obrada povrata je izbrisana zbog nedostatka podataka, obzirom da se samo 20% skladišta bavilo povratima. Rezultati su pokazali da 23% uključenih skladišta radi učinkovito. Prosječna učinkovitost na cijelom uzorku bila je 66%, uz standardnu devijaciju od 0,27, Johnson i McGinnis navode da “ovo ukazuje ili na značajan prostor za poboljšanje, na postojanje atributa koji ograničavaju performanse u usporedbi ili oboje”.

---

<sup>25</sup> DMU

U drugoj fazi svoje metode, Johnson i McGinnis traže prakse i attribute, koji imaju značajan utjecaj na operativnu učinkovitost. Prakse i atributi koje su pronašli Johnson i McGinnis koji su u velikoj korelaciji s učinkovitošću su sljedeće<sup>26</sup>:

- Sezonalnost (volumen u vršnom mjesecu/prosječni volumen mjesečno)  
Promjenjive stope potražnje predstavljaju izazove u korištenju prostora i opreme. Privremeni rad koji se koristi u razdobljima velike potražnje može još više zakomplicirati stvari.
- Odljev jedinica za čuvanje zaliha<sup>27</sup> (postotak jedinica za čuvanje zaliha, koje se mijenjaju iz godine u godinu)  
Veći odljev jedinica za čuvanje zaliha znači da je potrebno uložiti više truda u pomoćne stvari kao što je reorganizacija skladišnih mjesta. To negativno utječe na učinkovitost.
- Raspon jedinica za čuvanje zaliha (ukupni broj jedinica za čuvanje zaliha pohranjenih u skladištu godišnje)  
Što više jedinica za čuvanje zaliha ima skladište, to je teže locirati određenu jedinicu za čuvanje zaliha i specijalizirati se za operacije.
- Zalihe (prosječna razina zaliha u dolarima)  
Učinkovitija skladišta imaju bolje prakse preporučivanja tako da mogu ispuniti narudžbe s minimalnim zalihama.
- Ukupna nadopuna (uključuje transakcije nadopune i predstavlja godišnji zbroj ili dopune za sve jedinice za čuvanje zaliha)  
Visoka korelacija s rasponom jedinica za čuvanje zaliha i nižim razinama učinkovitosti. Iako prosjek razine zaliha može biti niži s višim razinama nadopune, efekt raspona jedinica za čuvanje zaliha dominira ovim.
- Privremeni rad (mjereno kao godišnji sati rada na određeno vrijeme)  
U najnegativnijoj korelaciji od svih čimbenika. Radnici na određeno vrijeme su manje upoznati s operacijama i stoga su manje učinkoviti.
- Zalihe (omjer godišnje otpreme skladišta i njegovih zaliha mjereno u dolarima)  
Najpozitivnije su povezane s učinkovitošću. Za brzi promet potrebno je manje skladištenja. Ovaj princip smanjuje količinu skladišnog prostora i opreme dok su vremena putovanja i traženja kraće.

---

26

[https://www.researchgate.net/publication/233034241\\_Performance\\_measurement\\_in\\_the\\_warehousing\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/233034241_Performance_measurement_in_the_warehousing_industry)  
<sup>27</sup> SKU

- Cross docking

Cross docking u potpunosti eliminira funkciju međuspremnik. Čini se da koristi od ovoga nadmašuju organizacijsku složenost operacija cross dockinga.

U studiji autora Hackmana i suradnika, urađena je analiza operativne učinkovitosti 57 skladišta. Ova studija je prethodnica onoj Johnsona i McGinnisa, te također koristi analizu omotača podataka na modelu ulazno-izlaznih podataka. Hackman i suradnici u svojoj su studiji odgovorili na tri glavna pitanja:

- Djeluju li veća skladišta učinkovitije
- Rade li kapitalno intenzivna skladišta učinkovitije
- Nadmašuju li nesindikalne ustanove svoje sindikalne kolege

Izvedeni su sljedeći zaključci:

- Manja skladišta su obično učinkovitija od većih skladišta.
- Skladišta koja koriste niže razine automatizacije obično su učinkovitija.
- Sindikalizacija nije negativno povezana s učinkovitošću i zapravo može doprinijeti većoj učinkovitosti.

Iako prikupljeni podaci datiraju od devedesetih godina prošlog stoljeća, ovi zaključci još uvijek mogu biti valjani u današnjoj industriji zbog prisutnih temeljnih principa validiranih u studiji Hackmana i suradnika. U većim skladištima se povećavaju udaljenosti putovanja, smanjuje se vidljivost tijekom rada, pa tako nastaju poteškoće u komunikaciji i nadzoru. Hackman i suradnici navode da ta načela poništavaju prednosti ekonomije obima. Međutim, napominje se da se gubici u operativnoj učinkovitosti mogu ponovno nadoknaditi smanjenjem ukupnih zaliha. Niže ocjene učinkovitosti u visoko automatiziranim skladištima djelomično su pripisane nedostatku adekvatnog održavanja, neodgovarajućem odabiru sustava i poteškoćama u rekonfiguraciji za promjena poslovnih zahtjeva. Naizgled pozitivni učinci sindikalizacije pripisani su organizacijskim strategijama upravljanja, kao što je korištenje vremenskih standarda i poticaja, kao npr. operativno praćenje u stvarnom vremenu.

Hackman i suradnici na kraju su također dali sljedeća tri zapažanja:

- Skladišta koja su postigla visoku operativnu učinkovitost smanjila su radni sadržaj, eliminirajući korake rukovanja i minimizirajući vrijeme putovanja radnika. Uključene strategije za to su unakrsno spajanje, izravno odlaganje, skladištenje temeljeno na

popularnosti, zlatno zoniranje, skupni odabir i komunikacija bez papira u stvarnom vremenu.

- Kvaliteta dizajna materijala i protoka informacija unutar skladišta je jedini jedinstveni dosljedni pokazatelj visoke produktivnosti.
- Objekti s najvećom operativnom učinkovitošću bili su najčišći, što ukazuje na pažnju menadžmenta za poslovanje<sup>28</sup>.

Hamdan i Rogers u svojoj studiji koristili su analizu omotača podataka<sup>29</sup> za procjenu relativne učinkovitosti unutar skupa od devetnaest skladišta u SAD-u kojima je upravljao logistički pružatelj treće strane.

Provođenjem analize osjetljivosti i detaljnim istraživanjem rezultati su također identificirali izvore neučinkovitosti. Za to su predstavljeni sljedeći rezultati:

- Objekti koji se oslanjaju na skladištenje punih paleta u rasutom stanju na podu kao glavni način skladištenja, nešto su učinkovitiji od objekata koji uglavnom koriste pohranu u regalima.
- Širi otoci omogućuju učinkovitije operacije. S prosječnom ocjenom učinkovitosti od 0,902 za široke prolaze naspram 0,806 za vrlo uske prolaze.
- Korištenje radiofrekventne opreme za primanje i otpremu nije uvijek korisno u usporedbi s ručnim metodama.
- Manja skladišta su učinkovitija<sup>30</sup>

Li i suradnici u svojoj studiji koriste analizu omotača podataka za procjenu učinkovitosti 108 skladišta za velike tvrtke bezalkoholnih pića. Oni nalaze da poboljšanje stope popunjavanja može imati pozitivan utjecaj na produktivnost skladišta. Međutim, također se zaključuje da visoka produktivnost ne može jamčiti dobar učinak prihoda<sup>31</sup>.

Ross i Droge u svojoj studiji koriste analizu omotača podataka na 102 skladišta, a kako bi izradili integrirani pristup benchmarkingu za evaluaciju problema upravljanja opskrbnim lancem. Njihov fokus je više prema strateškom usmjerenju i razinama taktičkih odluka, nego li na operativnim razinama. Međutim, vrijedno je spomenuti da je metoda definiranja uzora za

---

<sup>28</sup> <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011155320454>

<sup>29</sup> DEA

<sup>30</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527307002563?via%3Dihub>

Hamdan i Rogers

<sup>31</sup> <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2013/8308-8312.pdf>

neučinkovita skladišta dala operativnim menadžerima sposobnost uspostavljanja formalnih kontakata s kolegama iz uzor modela skladišta. Na osnovi ovih kontakata, menadžeri su bili u mogućnosti poboljšati poslovanje u neučinkovitim objektima<sup>32</sup>.

Sohn i suradnici u svojoj studiji koriste modeliranje strukturiranih jednadžbi za konstruiranje indeksa skladišne logistike<sup>33</sup> za rangiranje skladišta korejskih zračnih snaga. Ovi autori zaključuju da upravljanje objektima ima najvišu stopu izravnog učinka na konstruiranje indeksa skladišne logistike. Upravljanje radnom snagom ima najveći neizravni učinak i najveći ukupni učinak na konstruiranje indeksa skladišne logistike. Također navode da je uz upravljanje radnom snagom, pravilno održavanje i popravak dotrajalosti skladišnih objekata, suradnju s odjelima vezanim uz objekte, novogradnju modernih skladišta te kompletnu opremu za zaštitu objekata od požara, također potrebno dobiti i veći indeks skladišne logistike<sup>34</sup>.

## **2.6. Pokretačke značajke operativne učinkovitosti u skladištu**

U prethodnom poglavlju dat je pregled metoda i nalaza skladištenja u okviru benchmarking studija. Primijećeno je da ove studije nisu baš obimne, niti dosljedne. Istraživači su radili na različitim ciljevima i čini se da je malo analognih razmišljanja među autorima, a nije nađeno niti potvrđivanje istraživanja prethodnih autora. Vidljivo je iz analiziranih studija i to da nisu dana objašnjenja o temeljnim uzrocima i načelima za donošenje zaključaka i nalaza o pokretačkim značajkama operativne učinkovitosti. Zbog ovih razloga, teško je iznijeti čvrste zaključke o točnom utjecaju određenih značajki na operativnu učinkovitost skladišta. Međutim, mogu se izvući neka vrijedna načela i smjernice.

U ovom se poglavlju stoga ocjenjuju rezultati prethodnog poglavlja, te se razrađuju principi i smjernice, za koje postoji utemeljenje tvrditi da pokreću operativnu učinkovitost skladišnih procesa. Može se navesti niz primjera nedostatka konsenzusa među rezultatima. Najočitiije je da je pronađeno nekoliko naizgled proturječnosti. Johnson i McGinnis su primjerice otkrili da je sezonalnost u značajnoj negativnoj korelaciji s učinkovitošću, dok su Hamdan i Rogers utvrdili negativan utjecaj uslijed korištenja RF opreme u nekim slučajevima<sup>35</sup>.

---

<sup>32</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1016/S0272-6963%2801%2900087-0>

<sup>33</sup> WLI

<sup>34</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706010150?via%3Dihub>

<sup>35</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527307002563?via%3Dihub>  
Hamdan i Rogers

U više studija jednoglasno je pronađen samo jedan rezultat, a to je da manja skladišta rade učinkovitije od većih objekata. Hackman i suradnici su tako naveli da je u velikim objektima prisutna velike udaljenosti putovanja, loša vidljivost tijekom rada te da se čini teško vjerojatnim da bi komunikacija i nadzor nadoknadili sva poboljšanja uzrokovana povećanjem količine narudžbi, visokom razinom mehanizacije, kao i poboljšanja informacijskog sustava<sup>36</sup>.

Unatoč nedosljednosti literature, identificirano je četiri kategorije operativne učinkovitosti, a to su:

- Upravljanje zalihama

Rezultati u poglavlju 2.5. ovog rada pokazuju da je upravljanje zalihama nepogrešivo povezano s operativnom učinkovitošću skladišta. Iako se upravljanje zalihama ne razmatra kao skladišna djelatnost, čini se da je utjecaj na operativnu učinkovitost skladišta značajan.

Johnson i McGinnis su spoznali da su odljev jedinica za čuvanje zaliha, raspon jedinica za čuvanje zaliha, inventar, ukupna popunjenost te zalihe, u velikoj korelaciji s operativnom učinkovitošću.

Li i suradnici u svojoj su se studiji bavili učinkom stope popunjavanja na produktivnost skladišta. Mnogi od ovih parametara podložni su vanjskim utjecajima, te ih je djelomično potrebno uzeti kao datost. Međutim, ispravno upravljanje zalihama može smanjiti razinu zaliha i to raznolikost, kao i količinu te su pogreške predviđanja takve da je negativan utjecaj ovih parametara minimiziran<sup>37</sup>.

- Dizajn i kontrola protoka materijala i informacija

Hackman i suradnici su identificirali kvalitetu dizajna materijala i protok informacija kao jedini jedinstveni dosljedni čimbenik u poticanju visoke produktivnosti. Također navode da je smanjenje radnog sadržaja eliminiranjem koraka rukovanja i minimiziranje vremena putovanja radnika pozitivno korelirano na visoku operativnu učinkovitost.

---

<sup>36</sup> <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011155320454>

<sup>37</sup> <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2013/8308-8312.pdf>

Hackman i suradnici, kao i Johnson i McGinnis vidjeli su da se ova korelacija ogleda u pozitivnim učincima operacija cross dockinga<sup>38</sup>.

- Projektiranje i održavanje skladišnih objekata

Utjecaj veličine skladišta, širine prolaza i upravljanja objektom utječu na operativnu učinkovitost, pa se tako sugerira da su pravilno projektiranje i održavanje važni u postizanju visoke operativne učinkovitosti.

- Razina i upotreba automatizacije

Da razina i korištenje automatizacije utječe na operativnu učinkovitost, priznaju mnogi autori. Mnogi se ipak ne bave stvarnim utjecajem automatizacije na ukupnu operativnu učinkovitost u praksi. Hackman i suradnici su iznimka od ovoga. Otkrili su da više razine automatizacije nisu nužno pozitivno korelirane operativnoj učinkovitosti. Utvrdili su da nedostatak adekvatnog održavanja uzrokovan neprikladnim izborom sustava i poteškoćama u rekonfiguraciji za promjenjive poslovne zahtjeve mogu dovesti do nižih rezultata operativne učinkovitosti. Taj je učinak bio izraženiji u malim tvrtkama. Stoga se čini da automatizacija može značajno smanjiti fleksibilnost skladišta. Ovi nalazi također naglašavaju da su znanje o vlastitom poslovanju, stručnost o odabiru sustava i pažnja tijekom operativne faze od vitalnog značaja za uspjeh automatizacije.

S obzirom na značajnu cijenu rada u ukupnim troškovima skladištenja, nije iznenađujuće da ljudska izvedba ima velik utjecaj na operativnu učinkovitost. Johnson i McGinnis u svojoj studiji pokazuju da je kvaliteta rada bitna zbog velike negativne korelacije privremenog rada s operativnom učinkovitošću. Istoimeni autori nadalje utvrđuju da upravljanje radnom snagom ima najveći ukupni učinak na logistički indeks skladišta. Naglašavaju važnost zapošljavanja, raspoređivanja osoblja i tehničkog obrazovanja<sup>39</sup>.

---

<sup>38</sup> <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011155320454>

<sup>39</sup> <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011155320454>



### 3. Unutrašnje uređenje skladišta

Kao što je već navedeno u okviru poglavlja 2, dizajn skladišnog objekta i uopće unutrašnje uređenje skladišta igraju važnu ulogu u razini operativnog učinka, koja se može postići. Odluke o projektiranju objekta obično je teško ili skupo promijeniti, te je stoga važno planirati operativne performanse u fazi projektiranja. U literaturi su prepoznati neki od važnih dizajnerskih aspekata skladišnog objekta, koji mogu imati utjecaj na operativni učinak.

Gu i suradnici u svojoj su studiji klasificirali pet glavnih fokusnih područja u dizajnu skladišta. Unatoč klasifikaciji koju su napravili spomenuti autori, različite dizajnerske odluke mogu se preklapati ili vršiti interakciju s više područja. Dizajnerske odluke u jednom području stoga uvijek imaju utjecaj na dizajn i rad drugih područja. Gu i suradnici stoga navode da su „odluke o dizajnu snažno povezane i teško je definirati oštru granicu”<sup>40</sup>.

Projektiranje cjelokupne strukture skladišta u literaturi se može naći kao problem izgleda objekta, te određuje funkcionalne odjele, opći tijek materijala i tijek između odjela. Ne postoji najbolje rješenje za svaku situaciju. Odabir pravog koncepta može utjecati na operativnu učinkovitost u velikoj mjeri, kao što su npr. putna udaljenost i razina zagušenja, a što sve može varirati sa svakim alternativnim dizajnom. Neke točke koje treba uzeti u obzir kod odabira koncepta su odabrati koncept U-protoka ili kroz koncept regularnog protoka.

Dimenzioniranje i dimenzioniranje obuhvaća određivanje ukupne veličine skladišta, uključujući ukupni kapacitet skladištenja, kao i veličinu i podni/kubični prostor različitih odjela na temelju stohastičke potražnje. Pođe li se od spoznaje da su općenito manja skladišta učinkovitija, važno je projektiranje objekta koji nije prevelik. Međutim, uvijek se mora paziti na prometna zagušenja i iznimno visoke stope zauzetosti prostora.

Dizajniranje izgleda odjela osigurava detaljnu konfiguraciju svakog odjela. To može utjecati na performanse u odnosu na:

- trošak izgradnje i održavanja
- trošak rukovanja materijalom

---

<sup>40</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html>

- skladišni kapacitet, npr. sposobnost prihvaćanja dolaznih pošiljaka
- iskorištenost prostora
- iskorištenost opreme

Odabir opreme tijekom faze projektiranja određuje razinu automatizacije, vrstu opreme za skladištenje i rukovanje materijalom koja će se koristiti. Očito je da ispravan odabir opreme može biti od koristi za operativnu učinkovitost. Radna snaga može primjerice biti iskorištena ili čak zamijenjeni strojevima, tako da se rad obavlja brže ili s manje pogrešaka.

Međutim, u prethodnom poglavlju je pokazano da više razine automatizacije nisu nužno korisne za operativnu učinkovitost, nego su to pažljiv dizajn i pažnja na fleksibilnosti i održavanju, koje varijable su bitne za uspjeh automatizacije. Operativne strategije imaju globalni učinak na skladište i stoga ih je važno razmotriti tijekom faze projektiranja. Odabirom operativnih strategija postaje jasno kako posluje skladište.

### **3.1. Raspored prostora za skladištenje**

Prostor za skladištenje je područje u kojem se pohranjuju i preuzimaju sve jedinice za čuvanje zaliha<sup>41</sup> tijekom narudžbe. Glavni cilj u oblikovanju rasporeda skladišnog prostora je odrediti prolaz strukture, tako da se troškovi izgradnje, držanja i rukovanja materijalom minimiziraju.

Fokus u ovom poglavlju je na skladištenju i slaganju jedinica za čuvanje zaliha na pod ili na statične, odnosno paletne police. Podno skladište, tj. paleta u prolazu i paleta unutar regala za skladištenje ili na policama, imaju iste karakteristike i stoga se mogu smatrati istim načinom skladištenja.

Dizajniranje rasporeda ručnog skladišnog prostora općenito se sastoji od određivanja obrasca slaganja blokova, konfiguracije prolaza i po želji dizajna područja za brzo sakupljanje.

---

<sup>41</sup> SKU

### **3.1.1. Uzorak slaganja blokova**

Određivanje obrasca slaganja blokova uključuje postavljanje dubine skladišne trake, visine hrpe, kut postavljanja palete s obzirom na prolaz i skladišni razmak između paleta. Predmeti koji su naslagani jedan na drugi moraju imati dovoljnu nosivost, te bi dohvat trebao početi odozgo. S pohranom na policama, ova ograničenja su očito odbačena. Gustoća skladištenja, a time i iskorištenost prostora u obrascu slaganja blokova mnogo je veća nego kod slaganja linija, zbog manje površine, koju zauzimaju prolazi. Međutim, slaganje linija daje izravan pristup većem broju jedinica. Višestruko duboko pohranjivanje također može smanjiti iskorištenost prostora kada se cijelu traku treba isprazniti, prije nego što se može ponovno napuniti.<sup>42</sup>

### **3.1.2. Naredbeni ciklusi**

Prije nego što se prijeđe na određivanje konfiguracije prolaza, potrebno je kratko razmisliti o ciklusima naredbi za odlaganje i komisioniranje. Ciklus s jednom naredbom je kretanje po jednoj jedinici, primjerice tereta paleta, od mjesta komisioniranja do skladišta ili obrnuto. Uz jedan ciklus naredbe, birač narudžbe putuje prazan najmanje 50% vremena. U ciklusu dvostruke naredbe, kod tzv. preplitanja, operacija odlaganja kombinira se s operacijom dohvaćanja. Na taj način prazno putovanje može se u nekim situacijama smanjiti, a time i operativna učinkovitost povećati.

Često se prilikom komisioniranja neće dogoditi pomicanje artikala po jedinici te se više jedinica, odnosno stavki, dohvaća iz više skladišnih mjesta u skladište ili obrnuto. Ova vrsta operacije klasificira se kao ciklus s više naredbi.

### **3.1.3. Konfiguracija prolaza**

Većina postojećih skladišta danas ima tzv. konvencionalni, odnosno tradicionalni raspored.

---

<sup>42</sup> <https://www.camcode.com/blog/warehouse-design-and-layout-tips/>

Karakteristično za konvencionalni raspored su pravokutni oblik i ravni te pravokutni prolazi. Određivanje najbolje strukture za takav raspored naziva se problem konfiguracije prolaza, te obuhvaća određivanje varijabli dizajna kao što su broj, orijentacija, duljina i širina križnih prolaza te broj i mjesta depoa.

Najčešći cilj u rješavanju problematike konfiguracije prolaza je minimizirati udaljenost putovanja. Ako vrijeme putovanja, međutim, ne ovisi pretežno o udaljenosti putovanja, bolji cilj bi bio minimizirati vrijeme putovanja.

Ne postoji jedinstveni optimalan odgovor u rješavanju problema konfiguracije prolaza. Konfiguracija najviše ovisi o samom dizajnu, ali i npr. skladišnoj strategiji dodjele lokacije, strategiji odabira narudžbe i metodama usmjeravanja, jer svi ti faktori međusobno djeluju.

U literaturi se mogu pronaći različita istraživanja u kojima su prikazani optimalni modeli skladišta, pod određenim pretpostavkama. Roodbergen i suradnici u svojoj studiji npr. predstavljaju metodu koja razmatra problem konfiguracije prolaza s križnim prolazima za cikluse s više naredbi.

Konfiguracijski problem za skladišta s jediničnim opterećenjem uglavnom se proučava s pitanjem automatiziranih rješenja za odlaganje, npr. automatizirane sustave za pohranu i dohvat robe. Studija u kojoj se konfiguracija prolaza određuje istodobno s politikama skladištenja i usmjeravanja, pokazuje da za razliku od konvencionalnog rasporeda, postoje nekonvencionalni rasporedi u kojima se odbacuju projektne pretpostavke kao što su ravni i pravokutni prolazi<sup>43</sup>.

U operacijama s jediničnim opterećenjem, Meller i Gue u svojoj studiji navode da njihov dizajn riblje kosti teoretski smanjuje udaljenost putovanja za oko 20% u ciklusu s jednom naredbom i za oko 8-15% u ciklusu s dvostrukom naredbom, za razliku od konvencionalnog rasporeda skladišnog prostora, pod politikom nasumične pohrane s jednim depoom. Pod namjenskom pohranom, poboljšanja u putnoj udaljenosti bila su nešto manja. Ukupna veličina objekta je za ove nekonvencionalne rasporede do oko 5% veća nego za konvencionalni raspored

---

43

[https://www.researchgate.net/publication/255610674\\_Designing\\_the\\_layout\\_structure\\_of\\_manual\\_order\\_picking\\_areas\\_in\\_warehouses](https://www.researchgate.net/publication/255610674_Designing_the_layout_structure_of_manual_order_picking_areas_in_warehouses)

istog kapaciteta. Nalazi studije autora Mellerera i Guea pokazuju da je neočekivana korist za izgled riblje kosti došla od praktične implementacije te je zabilježeno povećanje produktivnosti zbog zavoja od 45° umjesto uobičajenog zaokreta za 90°.

Stoga je jasno da u skladištima, koja se oslanjaju na jedinično opterećenje, nekonvencionalni rasporedi govore u prilog povećanja operativne učinkovitosti. Ako se pak skladište oslanja na odlaganje i odabir narudžbe s ciklusom s više naredbi ili ukoliko su povrijeđene druge pretpostavke Mellerera i Guea, rezultati mogu ispasti drugačije. Studija spomenutih autora pokazuje da za ciklus s više naredbi, pod određenim pretpostavkama, testirani nekonvencionalni izgledi imaju lošiji učinak od konvencionalnog rasporeda s križnim prolazima<sup>44</sup>.

### **3.1.4. Područje za brzo rukovanje robom**

Izbornu u dizajnu izgleda skladišnog prostora je ugradnja područja za brzo rukovanje robom. U prostoru za brzo komisioniranje, roba koja se brzo kreće stavlja se u manjim količinama, često po kartonu, na lako dostupnim mjestima na malom području. Tako je putovanje operatera minimizirano, a učinkovitost komisioniranja povećana.

Jedinice za čuvanje zaliha,<sup>45</sup> koje ponestanu u području brzog preuzimanja nadopunjuju se artiklima iz rezervnog skladišnog prostora, pri čemu se ovdje radi o običnom uobičajenom skladištu, kao što je opisano u prethodnom poglavlju. Ovo nadopunjavanje stvara dodatni materijal koracima za rukovanje, a također se i prostor za pohranu manje učinkovito koristi u području brzog rukovanja robom.

Potrebno je spomenuti i to da kada se narudžba izvrši za količinu jednaku ili veću od jediničnog opterećenja u području rezervnog skladišta, učinkovitije je odabrati tu narudžbu izravno iz ovog područja jer to izostavlja dodatnu nadopunu.

Problem optimalnog dizajniranja područja u skladištu za brzo rukovanje robom, naziva se problemom prednjih pričuva. Osnovna pitanja u dizajniranju područja za brzo rukovanje robom, koja se javljaju, jest odrediti koje jedinice za čuvanje zaliha staviti tamo i u kojim

---

<sup>44</sup> <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.475.8030&rep=rep1&type=pdf>

<sup>45</sup> SKU

količinama. Problem terminske pričuve je stoga u osnovi kompromis između dobitaka radi učinkovitosti brzog rukovanja robom i gubitaka nadopune.

### **3.2. Važnost koordinacijskog mehanizma kod strategije uređenja skladišta**

Ovo poglavlje opisuje važne operativne strategije i njihovu koordinaciju u otpremi, skladištenju i preuzimanju narudžbe. Strategije za dodjelu mjesta skladištenja, odabir narudžbe, usmjeravanje i brojanje zaliha obuhvaćeni su tim redoslijedom.

#### **3.2.1. Dodjela mjesta pohrane**

Mjesto unutar skladišta gdje je pohranjena svaka jedinica za čuvanje zaliha ima veliki utjecaj na učinkovitost skladišta.

Problem dodjele mjesta pohrane nije jednostavan. Postoje različite strategije, koje se može birati, a ne postoji rješenje za sve. Međutim, prema Bartholdiju i suradnicima, industrija se jednoglasno slaže oko toga da bi jedinice za pohranu zaliha koje se najbrže kreću, trebale biti pohranjene na najpovoljnijim mjestima. Dva glavna kriterija kod dodjele mjesta pohrane su učinkovitost pohrane (iskoristivost kapaciteta zadržavanja) i učinkovitost pristupa (učinkovitost umetanja i ekstrakcije)<sup>46</sup>.

Gu i suradnici definiraju dodjelu mjesta pohrane na sljedeći način:

- Informacije o području pohrane, uključujući njegovu fizičku konfiguraciju i raspored pohrane.
- Informacije o mjestima skladištenja, uključujući njihovu dostupnost, fizičke dimenzije i mjesto.
- Informacije o skupu artikala koje treba pohraniti, uključujući njihove fizičke dimenzije, potražnju, količinu, vrijeme dolaska i odlaska.

Istoimeni autori nadalje navode kako je važno odrediti fizičku lokaciju, na kojoj će se pohraniti pristigle stavke.

Gu i suradnici nadalje nalaze podlošnima kriterijima i ograničenjima izvedbe sljedeće atribucije:

- Kapacitet skladištenja i učinkovitost

---

<sup>46</sup> <https://iimm.org/wp-content/uploads/2019/12/Logistics-and-Warehousing-Management.pdf>

- Kapacitet i učinkovitost komisioniranja na temelju vremena ciklusa sakupljača
- Vrijeme odgovora
- Kompatibilnost između proizvoda i mjesta skladištenja, te kompatibilnost između proizvoda
- Politika dohvaćanja predmeta kao što su FIFO princip<sup>47</sup> i LIFO princip.<sup>4849</sup>

Na temelju dostupnosti informacija o dolasku i odlasku jedinica za čuvanje zaliha, problem dodjele mjesta pohrane može se podijeliti u tri kategorije, a to su dodjela mjesta pohrane na temelju informacija o artiklu, dodjela mjesta pohrane na temelju informacija o proizvodu, te dodjela mjesta pohrane kada nema informacija:

- dodjela mjesta pohrane na temelju informacija o artiklu  
Ako su za pojedine artikle dostupne potpune informacije o vremenu dolaska/odlaska, dodjela mjesta pohrane postaje problem vektorske dodjele. Budući da dobivanje optimalnog rješenja za ovaj problem u stvarnim skladištima zahtijeva nepraktična vremena računanja, uglavnom se koristi u akademskim istraživanjima kako bi se dobio najbolji mogući rezultat.
- dodjela mjesta pohrane na temelju informacija o proizvodu  
Dodjela mjesta pohrane na temelju informacija o proizvodu daleko je najčešća u praksi. Ovdje se mogu identificirati različite strategije i to:
  - i. namjensko skladište, u kojem svaki proizvod ima namjensko skladište
  - ii. nasumično skladište, u kojem se svaki pristigli proizvod dodjeljuje bilo kojoj skladišnoj lokaciji unutar skladišta, odnosno namjenske zone nasumično.
  - iii. pohrana temeljena na klasama, kod kojih se proizvodi dodjeljuju unaprijed definiranim klasama na temelju, primjerice veličine ili stope korištenja. Svaki razred tada dobiva svoju namjensku zonu, odnosno područje za pohranu unutar skladišta.

Kombiniranje ovih strategija je moguće. Npr. skladište može usvojiti pohranu temeljenu na klasi, ali koristiti nasumično pohranjivanje za proizvode unutarnje klase. Za dodjeljivanje

---

<sup>47</sup> prvi je došao, prvi izašao

<sup>48</sup> posljednji je došao, prvi izašao

<sup>49</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html>

proizvoda, odnosno klase lokaciji i pojedinoj zoni, mogu se koristiti različiti kriteriji. Najviše proučavan je onaj koji se temelji na indeksu kocke po narudžbi<sup>50</sup><sup>51</sup>.

Indeks kocke po narudžbi je omjer maksimalnog dodijeljenog prostora za pohranu na broj operacija pohrane i dohvaćanja, po jedinici vremena. Pod pretpostavkama koje su iznijeli Gu i suradnici, za rukovanje materijalom je dokazano da su troškovi minimizirani u namjenskom skladištu, ako se proizvodi s najnižim indeksima kocke po narudžbi pohranjuju na najpoželjnijim mjestima<sup>52</sup>.

De Koster i suradnici također spominju obiteljsko grupiranje, kao politiku pohrane kojom se može poboljšati uspješnost komisioniranja narudžbe. Uz obiteljsko grupiranje, proizvodi koji imaju veze između sebe pohranjuju se zajedno. To bi, na primjer, moglo biti korisno za performanse odabira narudžbe, kada se dvije jedinice čuvanja zaliha pohranjuju zajedno, te ujedno kada su vrlo često naručene zajedno<sup>53</sup>.

Različite strategije koje se raspravljaju imaju različite prednosti i nedostatke. Nasumična pohrana, na primjer, zahtijeva manje prostora za pohranu od namjenske pohrane, dok se s namjenskom pohranom, proizvod može dodijeliti mjestima, koja su korisna za troškove rukovanja materijalom.

Izbor strategije za problem dodjele mjesta pohrane na temelju informacija o proizvodu stoga može imati velik utjecaj na učinkovitost skladišta i treba ga temeljito proučiti.

- dodjela mjesta pohrane kada nema informacija

Postoje samo vrlo jednostavna pravila pohrane kada uopće nema dostupnih informacija za ulaznu robu. Najčešće korištena pravila su:

- Najbliža otvorena lokacija<sup>54</sup>
- Najdalja otvorena lokacija<sup>55</sup>
- Nasumično otvorena lokacija

---

<sup>50</sup> COI

<sup>51</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521219300021>

<sup>52</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html>

<sup>53</sup> [https://www.researchgate.net/publication/233575296\\_American\\_Asian\\_and\\_third-party\\_international\\_warehouse\\_operations\\_in\\_Europe\\_A\\_performance\\_comparison](https://www.researchgate.net/publication/233575296_American_Asian_and_third-party_international_warehouse_operations_in_Europe_A_performance_comparison)

<sup>54</sup> COL

<sup>55</sup> FOL



- Najduža otvorena lokacija<sup>56</sup>

Gu i suradnici navode da nema poznatih značajnih razlika u izvedbi politike ovih pravila<sup>57</sup>.

### 3.2.2. Strategije odabira narudžbe

Postoji mnogo strategija komisioniranja koje skladište može usvojiti. Pri tome, strategija komisioniranja ovisi o mnogo čimbenika kao što su dizajn objekta, struktura narudžbe i druge operativne strategije. Gu i suradnici navode da je odabir strategije odabira narudžbe u velikoj mjeri neriješen problem dizajna skladišta<sup>58</sup>.

U nastavku su opisane najčešće strategije odabira narudžbe. Uz jednostruko biranje narudžbe, komiser započinje jednu narudžbu i preuzima je u potpunosti prije početka sljedećeg reda. Ova strategija je najosnovnija i zahtijeva vrlo malo koordinacije između sakupljača narudžbi. Očito također nema potrebe za združivanjem stavki jer se to obavlja tijekom komisioniranja narudžbe. Narudžbe s više jedinica za čuvanje zaliha i velike udaljenosti putovanja između njih mogu biti vrlo radno intenzivne, obzirom da se ovdje radi o relativno malim narudžbama, s artiklima koji su raspoređeni po cijelom području komisioniranja.

Sa skupnim odabirom,<sup>59</sup> više se narudžbi kombinira u podskupove uputa za komisioniranje. Komisionar narudžbi tada odabire stavke višestrukih narudžbi u jednom potezu. Skupni odabir dodjeljuje narudžbe podskupu na temelju blizine mjesta skladištenja artikala u okviru te naredbe. Grupiranje vremenskog prozora dodjeljuje narudžbe podskupu, na temelju vremenskog intervala u kojima su stizale narudžbe. Skupno komisioniranje može smanjiti ukupno vrijeme putovanja i tako značajno povećati broj odabranih linija po satu. Ovaj učinak je uglavnom prisutan kod malih narudžbi.

Skupno komisioniranje očito može dovesti do nekih izazova u sortiranju i agregiranju različitih narudžbi koje su odabrane zajedno. Ako su predmeti različitih narudžbi sortirani

---

<sup>56</sup> LOL

<sup>57</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521219300021>

<sup>58</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html>

<sup>59</sup> batching

tijekom odabira narudžbe, to se naziva sortiranje dok se bira. Uz sortiranje dok se vrši odabir narudžbe, moguće je primjerice razvrstati tako da se iste odaberu u zasebne pretince.

Sa zonskim komisioniranjem, tzv. zoniranjem skladište se dijeli na više komisionih zona. Svaka zona ima vlastite namjenske operatere narudžbi, koji biraju samo stavke narudžbe koje su pohranjene unutar zone. Zoniranje se dalje može klasificirati kao progresivno, tj. sekvencijalno ili sinkronizirano paralelno zoniranje.

S progresivnim zoniranjem nalozi se predaju iz zone u zonu<sup>60</sup>; stoga se odmah agregiraju. Sinkronizirano zoniranje znači da se narudžbe biraju paralelno u više zona. Narudžbe se tada trebaju agregirati nakon komisioniranja.

De Koster i suradnici navode višestruke prednosti za podjelu područja komisioniranja u. Zone se mogu, na primjer, podijeliti prema vrsti rukovanja materijalom. To čini mogućim da jedni operateri samo rukuju paletama, dok drugi operateri rukuju samo komadnim predmetima. Također navode da operateri narudžbi prelaze manji prostor, prometna gužva može biti smanjena pa se operateri mogu bolje upoznati s lokacijama zaliha jedinica unutar zona.

Koncept kante brigada je specifičan tip progresivnog zoniranja u kojem zone nemaju fiksne veličine. U ovom konceptu, operater uvijek prolazi kroz nekoliko naloga komisioniranja po sistemu *pick-and-pass* istim redosljedom. De Koster i suradnici dalje navode da je prednost sadržana u samobalansiranju radnog opterećenja u odnosu na operatere u redu<sup>61</sup>.

U cilju toga da bi koncept radio kako treba, operateri moraju biti u slijedu njihove odgovarajuće brzine komisioniranja. Narudžbe se preuzimaju s jednog stalka. Prvi operater narudžbe počinje krajnje lijevo i bira narudžbu do proizvoljne točke, gdje predaje narudžbu sljedećem operateru u redu koji čini isto nastavljajući sa svoje pozicije. Nakon prosljeđivanja naloga, operater hoda natrag duž stalka ili do početka reda, ako je on prvi u redu ili do operatera prije njega/nje. Tada se pokreće novi nalog ili se preuzima nalog od prethodnog komisionara. Ovaj proces predaje od operatera do operatera se ponavlja, sve dok se ne dođe do kraja reda i narudžba se dovrši<sup>62</sup>

---

<sup>60</sup> Po principu pick-and-pass

<sup>61</sup> [https://www.researchgate.net/publication/233575296\\_American\\_Asian\\_and\\_third-party\\_international\\_warehouse\\_operations\\_in\\_Europe\\_A\\_performance\\_comparison](https://www.researchgate.net/publication/233575296_American_Asian_and_third-party_international_warehouse_operations_in_Europe_A_performance_comparison)

<sup>62</sup> <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2013/8308-8312.pdf>

Postoje mnoge kombinacije iz prikazanih strategija odabira narudžbe. Kombinacije strategija su također moguće. Većina današnjih skladišta koristi strategiju od komisionara do robe. Za razliku od strategija od komisionara do robe, postoje strategije od robe do komisionara, u kojima je putovanje komisionara narudžbi potpuno eliminirano.

Prednosti sustava od robe do komisionara uključuju:

- **Uklanjanje putovanja komisionara**  
Uklanjanje najzahtjevnije aktivnosti komisioniranja narudžbe i tako ušteda puno radnih sati.
- **Dodjela mjesta pohrane je manje važna**  
Imati najbrže pokretne jedinice zaliha na najbrže dostupnim lokacijama i dalje će poboljšati učinkovitost.
- **Manji otisak sustava**  
Gustoća skladištenja je često veća, a može se koristiti i vrlo visoka pohrana. Ovo bi moglo smanjiti otisak za 30 do 50% u usporedbi s konvencionalnim skladištem.
- **Visoka sigurnost proizvoda i točnost komisionarenja**  
Proizvodi se pohranjuju na siguran način i radnici mogu samo dodirnuti jedinice zaliha koje trebaju odabrati u tom konkretnom trenutku.
- **Ergonomske radne stanice**  
Mjesto komisionarenja je stacionarno i može se dizajnirati s velikim fokusom na ergonomiju. Sustavi preuzimanja robe uključuju veliku količinu tehnologije i djelomične automatizacije. Ovo čini da su ti sustavi kapitalno intenzivniji od radno intenzivnih komisionara do robe.

### **3.2.3. Usmjeravanje i slijed**

U svim strategijama od komisionara do robe, operater mora slijediti rutu koja prolazi pored svih stavki, koje mora odabrati. Određivanje ove rute naziva se usmjeravanje. Usmjeravanje utječe na učinkovitost komisioniranja jer izravno utječe na udaljenost i na vrijeme putovanja.

Razmatra se da optimalna ruta bude ruta koja predstavlja apsolutni minimum u ukupnoj udaljenosti, vremenu, te trošku putovanja. Problem usmjeravanja je poseban slučaj problema trgovačkog putnika.<sup>63</sup> Problem trgovačkog putnika općenito je problem pronalaženja najkraće i najbrže rute u ponderiranom grafu koji posjećuje sve potrebne čvorove. Pri navedenom, neke čvorove se ne mora posjećivati, dok se neki čvorovi mogu posjećivati više puta.

Rješavanje optimalne rute problema trgovačkog putnika općenito još nije moguće unutar prihvatljivog vremena ograničenja za sve rasporede skladišta. Također, algoritmi koji određuju optimalne rute možda neće imati mogućnost uzimanja u obzir prometnih gužvi unutar skladišta.

Umjesto korištenja optimalne rute, heuristika se često koristi za određivanje prihvatljivih ruta. Pitanje koju heuristiku odabrati, ako optimalno rješenje nije opcija, ne može se odgovoriti općenito. Ovisi o mnogo stvari kao što su strategija komisioniranja, strategija dodjele mjesta skladištenja i operativnom profilu općenito. Na primjer, heuristika u obliku slova S ili serpentina, može se dokazati dobrom u skladištima gdje su narudžbe općenito velike, a komisioniranje je jednako podijeljeno u okviru skladišta. Kada se koristi puna serpentina, tj kada se ne preskaču prolazi, također je moguće imati samo jedan smjer prometa i uske prolaze.

Politika povrata međutim može primjerice, biti prikladna za skladišta, koja pohranjuju sve predmete koji se brzo kreću u prednjem dijelu prolaza. U literature se navodi: „Što je kraći put odabira, manja je vjerojatnost da će to imati smisla za operatera, koji ima samo lokalne informacije”<sup>64</sup>.

Elbert i suradnici u svojoj studiji iz 2016. godine proveli su simulacijsku analizu, kako bi se pozabavili ozbiljnošću ovakvog ljudskog ponašanja. Zaključili su da odstupanje od unaprijed određenih ruta može značajno pogoršati performanse. Samo u iznimnim slučajevima vrijeme propusnosti moglo se poboljšati. Elbert i suradnici preporučuju korištenje optimalne rute u praksi, jer “samo za relativno velike praznine u vjerojatnosti odstupanja optimalnog

---

<sup>63</sup> TSP - Problem trgovačkog putnika izazov je s kojim se susreću agenti za dostavu zadnjeg kilometra. To je pokušaj pronalaženja najkraće udaljenosti za putovanje do nekoliko gradova/odredišta i povratak tamo odakle se krenulo. Rješavanje TSP izazova može učiniti lance opskrbe učinkovitim i smanjiti troškove logistike

<sup>64</sup> Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

usmjeravanja i heuristika usmjeravanja, neke su heuristike počele nadmašivati optimalnu politiku s devijacijama rute”<sup>65</sup>.

U literaturi se nadalje također navodi i to da učinkovitost odabira narudžbe ne koristi uvijek značajno od detaljne optimizacije rute. Npr. u skladištima gdje su narudžbe vrlo male (oko 1-3 artikla), operateri će sami pronaći skoro optimalnu rutu. No s druge strane, kada su narudžbe velike i artikli su raspoređeni po većem dijelu područja za komisioniranje, jednostavna heuristika kao serpentinasta staza može se pokazati gotovo optimalnom.

Skladišta koja će najvjerojatnije imati znatne koristi od detaljne optimizacije rute su ona s mnogo jedinica zaliha, mnogo sporih artikala i narudžbi kupaca umjerene veličine.

### **3.2.4. Strategije brojanja zaliha**

Brojanje zaliha je nužnost u svakom skladištu, koje se oslanja na ručno odlaganje ili komisioniranje narudžbe te može biti obvezno i po zakonu. Radi se kako bi se provjerilo postoji li neusklađenost između dokumentiranih razina zaliha i stvarnih razina zaliha po lokaciji te potrebi ispravljanja toga, ukoliko je pronađena greška. Brojanje zaliha stoga se odnosi na točnost fizičkog inventara kao ključnog indikatora uspješnosti. Općenito, postoje dva načina za prebrojavanje zaliha, a to su periodično ili trajno.

S periodičnim prebrojavanjem cijeli se inventar broji odjednom u određenom vremenskom intervalu, često jednom godišnje. Obično skladište treba zatvoriti tijekom periodičnog brojanja. Uz trajno brojanje zaliha, periodično brojanje zaliha je stalni napor. Obično se koristi ciklus brojanja u kojem se broji samo mali postotak od ukupnog broja jedinica zaliha svakog dana tjedno, osim uobičajenih operacija. Na taj način postaje moguće, npr. češće brojati jedinice zaliha koje se brzo kreću, nego jedinice zaliha koje se sporo kreću. Ovo bi moglo povećati točnost zaliha jer su predmeti koji se brzo kreću podložniji pogreškama pri odabiru narudžbe.

Stalno prebrojavanje zaliha stoga može imati neke prednosti u odnosu na periodično brojanje, no to je i kompliciranije za upravljanje. Očito je da veća točnost zaliha dovodi do

---

<sup>65</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036083521630465X>

manjih troškova u rješavanju neočekivanih zaliha. Kompromis koji treba napraviti u određivanju najboljeg načina brojanja zaliha je u tome da je trošak otkrivanja neusklađenosti prilikom brojanja zaliha ipak manji u odnosu na trošak neočekivanih zaliha<sup>66</sup>.

### **3.3. Iskorištavanje tehnologije u ručnom pohranjivanju i pronalaženju**

Benchmarking studije predstavljene u prethodnom poglavlju, proučavale su vrlo malo tehnologije koje se koriste u praksi za ručne operacije pohranjivanja i pronalaženja. Također, ne izvještava se ni o kakvim značajnim učincima na ukupnu operativnu učinkovitost bilo koje od ovih pojedinačnih tehnologija. Međutim, može biti moguće da se odraze skupne prednosti ovih tehnologija u pozitivnim učincima koje pokazuje pravilan dizajn materijala i protoka informacija, kako to navode Hackman i suradnici<sup>67</sup>. Stoga se u ovom poglavlju pokazuju primjeri tehnologija koje se koriste u ručnom pohranjivanju i pronalaženju. Tako postaje jasno kako se te tehnologije koriste za pojednostavljenje skladišnih operacija.

---

<sup>66</sup> Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

<sup>67</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527307002563?via%3Dihub>  
Hamdan i Rogers

### 3.3.1. Oprema za skladištenje

U prethodnom su poglavlju iznijete osobitosti i karakteristike upotreba podnog slaganja, te konvencionalnih statičkih paletnih regala. Postoje i mnoge druge vrste opreme za skladištenje koji mogu biti korisni u skladištenju različitih vrsta proizvoda ili u različitim operacijama. Često korišteni primjeri su gravitacijski protočni stalci. Police gravitacijskih regala opremljene su valjcima i postavljene su ispod. Na taj se način kartoni, kante, odnosno palete uvijek kotrljaju do prednje strane stalka, da se lako mogu dohvatiti s istog položaja.

Pri navedenom su podržana oba principa i to: *prvi je došao, prvi izašao*<sup>68</sup> i *posljednji je došao, prvi izašao*.<sup>69</sup> Oba principa su podržana, tako da se pohranjuju s prednje ili stražnje strane. Protočni stalci uglavnom se koriste za pohranu predmeta s velikom potražnjom i obično se ugrađuju u područja za brzo komisionarenje pri čemu mogu značajno smanjiti količinu putovanja. Gustoća skladištenja u protočnim regalima također može biti prilično visoka.

Niže se navodi standardna oprema za skladištenje, a to su:

- Konzolni regali

S konzolnim stalkom jedinice zalihe postavljene su konzolni krakovi. Konzolni regali se obično koriste za skladištenje dugih ili teških predmeta kao što su cijevi, šipke i ploče.

- Regali za ugradnju i prolaz

Uvozni i prolazni regali omogućuju ulazak opremi kao što su viličari i alternativa su za slaganje blokova na zemlji. *Drive-in* stalak ulazi samo s jedne strane i stoga je podvrgnut strategiji sukladnoj principu *posljednji je došao, prvi izašao*.<sup>70</sup>

Stalak koji ulazi s obje strane omogućuje strategiju *prvi je došao, prvi izašao*.<sup>71</sup> Očito, gustoća skladištenja može biti visoka u ovim vrstama stalaka. Međutim, zauzetost skladišnih mjesta ovisi o učinku saća opisanom u prethodnom poglavlju.

- Pomični regali za prolaze

Pomični regali za prolaze su stalci, koji se mogu pomicati tako da se prolazi stvaraju samo kada su potrebni. Usporeno kretanje regala ograničava propusnost, ali može povećati gustoću skladištenja. Arhivi i hladnjača su tipični primjeri gdje se ti stalci primjenjuju.

- Modularni ormarići s ladicama

---

<sup>68</sup> FIFO

<sup>69</sup> LIFO

<sup>70</sup> LIFO

<sup>71</sup> FIFO

Modularni ormari s ladicama imaju niz ladica za pohranu koje su podijeljene na manje pretince te se koriste za pohranu raznih malih predmeta i pružaju visoku gustoću jedinica za čuvanje zaliha.

### **3.3.2. Oprema za rukovanje materijalom**

Širok izbor opreme za rukovanje materijalima koristi se u cijeloj industriji skladištenja. Ovo poglavlje prikazuje neke primjere opreme za rukovanje materijalima koji se obično koriste u operacijama ručnog pohranjivanja i dohvaćanja. Na taj način postaje jasno kako učinak skladišta može imati koristi od odabira podesne opreme za rukovanje materijalima.

Niže se navodi pregled postojećih tipova opreme za rukovanje materijalima:

- **Transportni sustavi**

Transportni sustavi u skladištenju i preuzimanju koriste se za premještanje kutija i kartona kroz područje komisioniranja i dalje. Oni su popularni u zonskom komisioniranju, gdje se proizvodi pomiču kroz različite zone, a učinkoviti su u komisioniranju područja s visokim stopama potražnje. Glavna prednost sustava od komisioniranja do transporterata je smanjiti količinu putovanja komisionara. Transportni sustavi ipak podrazumijevaju znatna ulaganja, veliku fizičku (fiksnu) strukturu i moguću potrebu nizvodnog sustava za sortiranje.

- **Protutežni viličari**

Protutežni viličari (viljuškari) su najčešće korišteni viličari. Oni su brzi, fleksibilni i svestrani, te se mogu koristiti za razne zadatke kako unutar tako i izvan skladišnog okruženja. Širina prolaza je oko 3-4,5 metara, što je neophodno za prilagođavanje radijusa okretanja. Brzine koje se mogu doseći su one od oko 20-21 metar/minuti, a maksimalna visina dizanja je približno 6,5 metara.

- **Viličari s pomičnim stupom**

Viličari s pomičnim stupom imaju mehanizam za dohvat koji se izvlači i uvlači za spremanje i vađenje palete. Na taj način viličari s pomičnim stupom imaju mogućnost dosezanja dvostruke dubine položaja regala. Kompaktniji su od protutežnih viličara i stoga imaju manji radijus okretanja, odnosno zahtijevaju širinu prolaza od 2,1-2,7 metara). Viličari s pomičnim stupom mogu se podići do oko 9 metara i imaju maksimalnu brzinu od oko 15 metara/minuti.



- Viličari s kupolom

Revolverski viličari imaju mogućnost pohranjivanja i izvlačenja paleta okomito na smjer putovanja. Na taj način viličari s kupolom mogu raditi u vrlo uskim prolazima sa širinom od oko 1,5-2,1 metara. Vozila, međutim, ne mogu proći jedno pored drugog ili skrenuti unutar prolaza i mogu se koristiti samo jednostruki duboki viličar. Viličari s kupolom mogu doseći brzinu od oko 23 metra/minutu i podići do oko 13 metara<sup>72</sup>.

- Viličari za komisioniranje

Uz viličar za komisioniranje, komisionar se vozi zajedno s vozilom i može se kretati gore-dolje dok stoji na teretnoj platformi. Na taj način se jedinice za čuvanje zaliha mogu ručno ukrcati iz svoje visoke skladišne lokacije na viličar - sakupljač narudžbi. Viličari za komisioniranje narudžbi obično su raspoređeni u područjima za komisioniranje predmeta, te zahtijevaju veliku gustoću skladištenja. Tamo je stopa potražnje niska. Ovi viličari mogu raditi u uskim prolazima. Komisioniranje je međutim spor proces, a produktivnost je relativno niska. Također, iako operater ima sigurnosni pojas, sigurnosni problemi ostaju prisutni kao i rizik od oštećenja proizvoda zbog mogućnosti padajućih terete. Nešto automatiziranija verzija viličara za komisioniranje narudžbi su automatizirani sustavi za pohranu i dohvat robe.

- Kolica za komisioniranje

Kolica za komisioniranje su relativno jednostavna kolica koja se guraju, odnosno vuku ručno, a koriste se u pokvarenim sanducima ili za komisioniranje sanduka. Kolica mogu imati raspored za sortiranje artikala za vrijeme skupnog komisioniranja. Stopa komisioniranja je obično niska zbog sporog putovanja (hodanja), zato se ova kolica obično postavljaju na ona područja gdje je potražnja relativno mala.

### **3.3.3. Komisioniranje narudžbe bez papira**

Ručno komisioniranje narudžbe općenito se sastoji od petlje od četiri koraka. Prvo operater dohvaća informacije o tome koju stavku odabrati, količinu koju treba odabrati i gdje se nalaze. Drugo, operater putuje na mjesto komisioniranja i lokalizira artikl. Zatim se potrebni predmeti preuzimaju sa skladišnog mjesta. Na kraju se potvrđuje da su stavke odabrane, nakon čega se svi koraci ponavljaju za sljedeće jedinice zaliha.

---

<sup>72</sup> Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

U ovom procesu, slijede četiri uobičajene pogreške:

- Pogrešna stavka potvrđena dok je odabrana prava stavka
- Pogrešna stavka potvrđena dok je odabrana pogrešna stavka
- Prava stavka je potvrđena dok je pogrešna stavka odabrana
- Prava stavka je potvrđena dok je odabran pogrešan broj stavki

Pogreške 1 i 2 se mogu detektirati, tj. pogrešna potvrda može pokrenuti upozorenje, dok se pogreške 3 i 4 šire, tj. ove greške ostaju skrivene tijekom komisioniranja i dovode do dodatnog rada kasnije.

Klasičan način ručnog komisioniranja je da operateri narudžbi koriste popis za odabir na papiru i označe stavke odabrane olovkom, kao potvrdu. Lista za odabir sadrži informacije kao što su broj narudžbe, mjesto komisioniranja, šifra proizvoda, opis i količina za preuzimanje.

Očito, korištenje popisa za odabir papira je radno intenzivno i sklono greškama jer uključuje puno čitanja, uključeno je pamćenje, označavanje i ručna administracija. Tijekom godina su se pojavile tehnologije za poboljšanje ove metodologije. Tehnologije bez papira su u literaturi priznate kao način za smanjenje broja pogrešaka pri odabiru i za poboljšanje produktivnosti.

Ove tehnologije olakšavaju radnicima tako što im na jednostavan način predstavljaju informacije o proizvodu koji treba odabrati, pomažu u pronalaženju mjesta skladištenja i doznačuju jednostavne potvrde. Radovi u stvarnom vremenu također su mogući uz bezpapirno komisioniranje.

U studiji Battinija i suradnika predstavljena je komparativna analiza pet različitih tehnologija komisioniranja bez papira, te se razmatra kako različite karakteristike uređaja utječu na vrijeme komisioniranja i mogućnost pogreške.

Pet tehnologija koje su proučavali spomenuti autori su:

- Ručni skeneri crtičnog koda<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> barkodova

Kada se skeneri crtičnog koda implementiraju, sve jedinice zalihe i njihova mjesta pohrane su označeni s naljepnicama s crtičnim kodom. Operateri potvrđuju odabir skeniranjem crtičnog koda. Ove informacije se mogu odmah poslati u informacijski sustav skladišta. Crtični kod skenera se može koristiti s popisima za odabir papira, pri čemu se popis za odabir također može integrirati u skeneru. Također postoje i nosiva rješenja za ručne skenere, tako da operateri imaju obje ruke slobodne. Sve četiri prethodno spomenute pogreške mogu se napraviti sa skenerom crtičnog koda.

- Ručni RFID skeneri

Ručna radiofrekvencijska identifikacija, odnosno RFID skeneri se postavljaju slično kao i skeneri crtičnog koda, ali koristi RFID oznake umjesto naljepnica za crtični kod. Sve četiri prethodno spomenute greške mogu se napraviti s RFID skenerima.

- Glasovno biranje

Uz glasovno biranje, operateri su opremljeni slušalicama i mikrofonom koji im omogućuju komunikaciju sa sustavom upravljanja skladištem pomoću govora. Govorne upute za komisioniranje daju se operateru dok on može potvrditi odabire razgovarajući sa sustavom upravljanja skladištem. Sve četiri prethodno spomenute pogreške mogu se napraviti glasovnim odabirom.

- Tradicionalni odabir na svjetlo<sup>74</sup>

S ovim odabirom, svjetlo je instalirano na svakom mjestu komisioniranja, koje se uključuje ako se predmet s tog mjesta treba odabrati. Obično digitalni zaslon prikazuje broj stavki za odabir i gumb pored svjetla se pritisne kao potvrda kada se biraju stavke. Ako više operatera istovremeno radi u istoj zoni *pick-to-light*, treba poduzeti mjere tako da svaki operater razumije koja svjetla odgovaraju kojoj narudžbi. Od prethodno spomenute četiri pogreške, samo pogreške 3 i 4 se mogu napraviti tradicionalnim odabirom na svjetlo, jer nije moguće potvrditi krivi artikal.

- RFID odabir na svjetlo<sup>75</sup>

Uz RFID *pick-to-light*, svjetla su također instalirana na svim mjestima komisioniranja, te se pale, kada je potrebno odabrati stavku. Osim svjetla i prikaza količine, međutim, svako mjesto je sada opremljeno RFID oznakom umjesto gumba. Operater nosi rukavicu na koju je pričvršćen RFID skener tako da se odabrani artikli automatski

---

<sup>74</sup> Pick-to-light

<sup>75</sup> RFID pick-to-light

potvrđuju. Od prethodno spomenute četiri pogreške, mogu se napraviti samo pogreške 2 i 4 s RFID *pick-to-light*, jer nije moguće potvrditi drugu stavku od stavke koja je RFID skenerom potvrđena.

Battini i suradnici zaključuju da su ručni skeneri, kako barkod, tako i RFID, te glasovno biranje, najbolji izbor u niskim skladištima ručnog komisioniranja s malim do srednjim brojem komisioniranja po satu. Rješenja od odabira do svjetla preferiraju se u ručnom komisioniranju niske razine skladišta kada je broj komisioniranja po satu velik. U višeetažnim skladištima za komisioniranje, utvrđeno je da je RFID *pick-to-light* najprikladnije rješenje.

### **3.4. Automatizacija u skladištenju i pronalaženju**

Kao što je postalo jasno iz prethodnog poglavlja, automatizacija skladišnih procesa može potaknuti ukupnu operativnu učinkovitost. Međutim, zaključeno je također da nefleksibilnost, neprikladan sustav odabir i nedostatak odgovarajućeg održavanja, mogu nadoknaditi prednosti koje donosi tehnologija.

U ovom poglavlju se opisuju različite tehnologije koje se mogu koristiti u automatizaciji aktivnosti odlaganja, skladištenja i komisioniranja narudžbe. Prednosti automatizacije skladišta općenito uključuju:

- Kontinuitet (mogući rad 24/7)
- Nema zahtjeva za toplinom i svjetlom osim ako nije potrebno za cjelovitost proizvoda
- Poboľšano praćenje artikala i kontrola skladišta
- Sigurnost radnika
- Konstantna izvedba
- Sposobnost suočavanja s opasnim i oštrim proizvodima i okolišima

#### **3.4.1. Karusel i moduli vertikalnog podizanja**

Karusel je tipičan primjer sustava od robe do preuzimanja. Princip rada je poput panoramskog kotača za vertikalni karusel ili vrtuljka za horizontalni karusel. Ovdje su stavke pohranjene u rotirajućem krugu kanti, polica, odnosno držača, tako da komisionar može smjestiti i dohvatiti predmete sa stacionarne lokacije.

Vertikalni vrtuljci pružaju veliki kapacitet pohrane, unutar malog otiska sustava, dok su horizontalni vrtuljci prikladniji za područja, koja imaju malo prostora za glavu. Vrtuljci obično imaju srednje visoku propusnost, pa su idealni za male i srednje velike predmete visoke vrijednosti.

Baš kao u sustavima od komisionara do robe, ispravna dodjela mjesta skladištenja, slijed od stavki za odabir i korištenje ciklusa s dvostrukom naredbom može smanjiti vrijeme putovanja vrtuljkom sustava. Ako se karusel koristi kao proslijeđena rezerva, troškovi nadopune također trebaju se uzeti u obzir u dizajnu.

Prosječno vrijeme odziva za karusel također se može poboljšati postavljanjem odgovarajućeg mjesta za točku zadržavanja. Izazov koji se javlja u učinkovitom upravljanju vrtuljcima je zadržavanje i vrijeme mirovanja komisionara narudžbi, pri čemu je cilj da ono bude najniže moguće. U praksi često se višestruki karuseli koriste za povećanje propusnosti i operativne učinkovitosti, tako dok jedan karusel rotira, komisionar naloga može poslužiti još jedan karusel<sup>76</sup>.

Poteškoće s navedenim dolaze na vidjelo, obzirom da s posjedovanjem samo jedne pristupne točke povećanje propusnosti postaje teško i nemoguće dodavanjem više radnika, pod očitom pretpostavkom da se vrijeme komisioniranja nakon rotacije ne smanjuje raspoređivanjem više radnika.

Na kraju, odluka o tome koliko je karusela za implementaciju za danu operaciju potrebno, nužan je kompromis između povećane operativne učinkovitosti i troškova kupnje i upravljanja višestrukim vrtuljcima.

Litvak i suradnici predstavili su opsežno istraživanje o učinkovitosti sustava skladišnog vrtuljka. Njihova studija uključuje strategije dodjele mjesta za pohranu, sekvencioniranje i višestruki karusel.

---

<sup>76</sup> <https://www.deepdyve.com/lp/emerald-publishing/a-comparative-analysis-of-different-paperless-picking-systems-9QU9se9sjn>

Vertikalni moduli za podizanje izgledaju vrlo slično vertikalnim vrtuljcima, ali rade drugačije. Umjesto da imaju rotirajući krug mjesta za pohranu, moduli vertikalnog podizanja imaju podizanje s umetanjem i mogućnosti izdvajanja tako se da može postaviti i dohvatiti ladice više kao automatizirani sustavi za pohranu i dohvat robe, s jediničnim opterećenjem rada s paletama.

Upravljanje modulima vertikalnog podizanja vrlo je slično upravljanju vertikalnim vrtuljkom. Moduli vertikalnog podizanja su dostupni s radnim ciklusom s jednom ili dvije ladice. Moduli vertikalnog podizanja jednom ladicom čekaju dok operater ne pokupi artikle i ponovno ga pohranjuje prije preuzimanja.

Moduli vertikalnog podizanja s dvije ladice mogu pohraniti prethodnu ladicu i dohvatiti sljedeću dok operater radi na drugom pladnju. Na taj način vremena čekanja oba komisionara dovode do smanjenja modula vertikalnog podizanja, a time i povećanja propusnosti i operativne učinkovitosti.

S modulima vertikalnog podizanja s dvije ladice, radne karakteristike postaju poput postave dva modula vertikalnog podizanja s jednom ladicom ili dva vertikalna vrtuljka s jednim operaterom.

Iako su moduli vertikalnog podizanja nešto sporiji od vertikalnih karusela, obično mogu prihvatiti teža opterećenja i također pružaju veću fleksibilnost. Pri tome, što je viša fleksibilnost, zbog toga što jedinice zalihe mogu biti manje ujednačene, jer ladice nemaju fiksnu visinu police, treba imati u vidu i to da dok je moguće napraviti module vertikalnog podizanja višim ili kraćim, karusel ima fiksnu visinu<sup>77</sup>.

---

<sup>77</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-9574.2010.00454.x>

### 3.4.2. Dispenzeri A-okvira

Dispenzeri A-okvira način su automatiziranog odabira artikla i mogu se smatrati strojevima u svrhu ostvarenja prodaje velikih razmjera. U dozatoru A-okvira, artikli se spremaju u magazine na A-okvir od koje se automatski ispuštaju na transporter u pravim količinama. Transporter zatim učitava odabrane artikle u kantu. Kao varijanta, također je moguće da kutije za otpadke putuju izravno ispod A-okvira.

Predmeti kojima rukuje dozator A-okvira obično su mali, ujednačeni, ne poskakuju i mogu izdržati pad na transporter i u kantu. Ovi se sustavi često koriste u komisioniranju kozmetike ili farmaceutskih proizvoda.

I propusnost i točnost A-okvira može biti izuzetno visoka, odnosno 750 000 odabira dnevno s gotovo 100% točnosti. Obično se obnavljanje zaliha obavlja ručno iz kartonskih protočnih polica, koja su postavljena sa svake strane A-okvira dozatora. Ovi kartonski protočni regali se zauzvrat nadopunjuju iz paletne rezervne skladišne površine. Netočnosti u odabiru mogu nastati zbog pogrešnog obnavljanja skladišta.

Dozatori A-okvira mogu se smatrati automatiziranim ekvivalentom područja za brzo komisioniranje, te se stoga suočavaju sa sličnim problemima dizajna skladišta<sup>78</sup>.

### 3.4.3. Automatizirani sustavi za pohranu i dohvat<sup>79</sup>

Jedan od načina za automatizaciju većine aktivnosti odlaganja, skladištenja i komisioniranja narudžbe je automatizirani sustav za pohranu i dohvat. Ovaj sustav se može definirati kao “sustav za pohranu koji koristi fiksnu pohranu i strojeve za dohvat, koji rade na jednoj ili više tračnica između fiksnih nizova regala za skladištenje.”

Automatizirani sustavi za pohranu i dohvat se obično sastoje od regala za odlaganje, odvojenih po prolazima s jednom ili više automatiziranih dizalica koje putuju od ulazne i

---

<sup>78</sup>Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014

<sup>79</sup> AS/RS

izlazne točke do skladišta ili obrnuto. Na mjestima skladištenja dizalice biraju ili postavljaju teret koji je često standardizirane veličine, kao što su primjerice palete ili kante.

Neke dobro poznate prednosti automatiziranih sustava za pohranu i dohvat u usporedbi s ručnim komisioniranjem su uštede u cijeni rada i podnoj površini, visok kapacitet propusnosti, povećana pouzdanost, smanjene stope pogreške, smanjenje štete i gubitka robe, bolja kontrola procesa i poboljšana sigurnost.

Međutim, poznata su dobro dva glavna nedostatka, visoki investicijski troškovi i nefleksibilnost operacija zbog fizičke strukture sustava. Mjere za procjenu izvedbe automatiziranog sustava za pohranu i dohvat uključuju:

- Vrijeme putovanja po zahtjevu
- Broj obrađenih zahtjeva po vremenskom razdoblju
- ukupno vrijeme potrebno za obradu određenog broja zahtjeva
- Vremena čekanja dizalica automatiziranih sustava za pohranu i dohvat
- Vrijeme čekanja proizvoda za pohranu i dohvaćanje
- Broj zahtjeva koji čekaju na pohranu i dohvaćanje

Izvedba automatiziranog sustava za pohranu i dohvat snažno je povezana s performansama ostalih skladišnih sustava i ukupna učinkovitost skladišta različita od jednostavnog zbrajanja performansi svih pojedinačnih sustava.

Zbog nefleksibilnosti i visokih troškova ulaganja vrlo je važan dobar dizajn sustava, koji utječe na ukupne performanse automatiziranih sustava za pohranu i dohvat. Postoje mnoge mogućnosti dizajna, koje mogu dovesti do različitih performansi u različitim radnim uvjetima.

Gu i suradnici navode da najosnovniji automatizirani sustavi za pohranu i dohvat imaju prolazne dizalice s jednim čunkom, te se kreće jedno jedinično opterećenje u isto vrijeme od - do mjesta za komisioniranje i na taj način djeluje na jedan naredbeni ciklus, a također imaju i stacionarne, jednostruke duboke police. Ako količina operacija pohranjivanja/dohvaćanja po prolazu ne opravdava kupnju prolaznih dizalica, korištenje dizalica za promjenu prolaza značajno smanjuje ukupne troškove ulaganja<sup>80</sup>.

---

<sup>80</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html>



Multi-dizalice se mogu koristiti za rad kod ciklusa s više naredbi, npr. dvostruka dizalica<sup>81</sup> može podnijeti dva tereta istovremeno i tako raditi u ciklusu dvostruke naredbe. U skladištu jediničnog opterećenja, riječ je o jediničnom opterećenju u okviru automatiziranog sustava za pohranu i dohvat, pri čemu se roba izravno priprema za otpremu iz svoje skladišne lokacije. Međutim, često je za narudžbu potreban samo određeni broj artikala iz jedinice opterećenja komisioniranja, pri čemu u tom slučaju palete onda sadrže više artikala koji se mogu naručiti zasebno.

Automatizirani sustav za pohranu i dohvat u ovom slučaju premješta jedinični teret na stacionarnu radnu stanicu za komisioniranje, gdje skupljač narudžbe dohvaća potrebnu količinu artikala iz palete. Nakon ovoga, automatizirani sustav za pohranu i dohvat pomiče ostatak opterećenja jedinice natrag u mjesto za pohranu.

Konačno, skupljač narudžbi vozi se zajedno s dizalicom, kako bi izravno odabrao zasebne stavke jedne ili više narudžbi u jednom obilasku dizalice. Jasno je da se operacija jediničnog ukrcanja u automatizirani sustav za pohranu i dohvat ne može klasificirati kao od operatera do robe niti kao od robe do operatera. Sustav na kraju prolaza jasno je tipiziran kao roba za komisioniranje.

Osim određivanja tipa sustava kao što je naprijed objašnjeno, projektiranje automatiziranog sustava za pohranu i dohvat također uključuje određivanje sljedećeg:

- Fizičke konfiguracije

To uključuje određivanje broja prolaza, visine i duljine stalka, broja i mjesta ulaznih, odnosno izlaznih točaka i broj dizalica za pronalaženje prave ravnoteže između investicijskih troškova, vremena putovanja i korištenja prostora.

- Politike dodjele mjesta pohrane

Također, kod automatiziranog sustava za pohranu i dohvat problem dodjele mjesta pohrane može utjecati na vrijeme putovanja, a time i na operativnu učinkovitost.

- Doziranja

Raspoređivanje kod automatiziranog sustava za pohranu i dohvat uglavnom je primjenjivo na osobe na vozilu, te ovaj aspekt razmatra kako se različite narudžbe mogu kombinirati u jednom obilasku, kako bi se smanjilo putovanje.

---

<sup>81</sup> dual-shuttle

- Slijed  
Određuje najbolji slijed naredbenih ciklusa tako da je ukupno vrijeme rukovanja, tj. isporuke minimiziran.
- Točka zadržavanja  
Određivanje najbolje pozicije čekanja za kran u praznom hodu. Ovaj položaj može biti bilo koji statički ili dinamički.

#### 3.4.4. Autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila<sup>82</sup>

Autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila razdvajaju horizontalna i vertikalna kretanja. Horizontalno kretanje obično se obavlja korištenjem autonomnih vozila<sup>83</sup>, koja su omeđena tračnicama, dok se vertikalno kretanje autonomnih vozila vrši pomoću jednog ili više dizala. U studiji autora Ekrena i Haraguea dana je usporedba autonomnih sustava za pohranu i dohvat vozila s tradicionalnim automatiziranim sustavima za pohranu i dohvat na bazi dizalica. U ovoj se studiji dalje navodi da su tradicionalni automatizirani sustavi za pohranu i dohvat na bazi dizalica, prikladni samo za visoko stabilne operacije velike propusnosti, zbog svoje nefleksibilnosti<sup>84</sup>.

S druge strane, propusnost automatiziranih sustava za pohranu i dohvat na bazi dizalica, lakše se može skalirati promjenom broja autonomnih vozila. Istoimeni autor zaključuje da autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila imaju bolje operativne performanse od automatiziranih sustava za pohranu i dohvat na bazi dizalica, za različite uvjete. Pri navedenom su mjereni iskorištenost sustava, vremena čekanja, broj poslova na čekanju i vrijeme protoka.

Autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila su procijenjeni kao skuplji, što ponekad čini tradicionalne automatizirane sustave za pohranu i dohvat na bazi dizalica ekonomski isplativijom opcijom. Međutim, podaci o troškovima koje koristi spomenuti autor u citiranoj studiji nisu ovjereni, pa se može dovesti u pitanje valjanost ovog zaključka<sup>85</sup>.

---

<sup>82</sup> AVS/RS

<sup>83</sup> AV

<sup>84</sup> <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Technology-For-Unit-Load-Automated-Storage-Ekren-Heragu/f7d0a9cfff5d9ae82f99a8ecb35fce1188ae18e3>

<sup>85</sup> <https://www.conveyco.com/automated-storage-and-retrieval-types/>

Autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila s osobitim distinktivnim prednostima jest AutoStore sustav. U ovom sustavu autonomna vozila se voze po tračnicama skladišnih mjesta i sama imaju sposobnost dizanja. Kante se pohranjuju na vrhu jedna na drugu, podižu se kada su potrebne, te se vraćaju na vrh kada se postavljaju. Prema AutoStoreu, prednosti ovog sustava uključuju vrlo visoku gustoću pohrane, kao i visoku pouzdanost, jer ne postoji jedinstvena točka kvara. Ovaj sustav odlikuje također i velika fleksibilnost zbog modularnosti i mogućnosti variranja broja autonomnih vozila. Očigledan nedostatak sustava je u tome što je dohvati li se kantu koja nije na vrhu, potrebno premjestiti spremnike koji su pohranjeni.

### **3.4.5. Automatizirana vođena vozila<sup>86</sup>**

Automatizirana vođena vozila pružaju mnoge prednosti u optimizaciji intralogistike. Fleksibilnost i učinkovitost su visoke, ukoliko se mogu planirati i izračunati prema unaprijed definiranim strategijama. Automatizirana vođena vozila dolaze u različitim oblicima i veličinama, te se ne koriste specifično samo u skladištu. Kada su u pitanju ovi sustavi, puno je potencijala u ovim sustavima za poboljšanjem operativne učinkovitosti u skladištu.

Poznati primjer primjene automatiziranih vođenih vozila u skladištu je Amazon Robotics. Oni su uveli sustav automatiziranih vođenih vozila za skladišta koji je tipičan kao sustav od robe do operatera. Automatizirana vođena vozila imaju mogućnost podizanja stalka napunjenih jedinica za čuvanje zaliha,<sup>87</sup> donošenje istih na stacionarnu lokaciju za komisioniranje i potom vraćanje u skladište nakon obavljena posla. Navigacija se obavlja čitanjem položenih dvodimenzionalnih naljepnica s crtičnim kodom, dok samim sustavom upravlja decentralizirana arhitektura kontrole agenata.

U literaturi je zabilježeno da sustav može postići oko 600-700 odabira po osobi na sat, te da ima inherentnu fleksibilnost, budući da nije potrebna velika fiksna struktura kao što su automatizirani sustavi za pohranu i dohvat na bazi dizalica ili autonomni sustavi za pohranu i dohvat vozila<sup>88</sup>. CarryPick sustav uvelike je sličan Amazon Robotics.

---

<sup>86</sup> AGV

<sup>87</sup> SKU

<sup>88</sup> <https://techhq.com/2020/09/why-agv-robots-are-taking-over-our-warehouse-floors/>

### 3.4.6. Automatizirano rukovanje stavkama

U prethodnim poglavljima prikazane su tehnologije skladištenja i preuzimanja koje se uglavnom oslanjaju na rukovanje paletama, kantama ili predmetima koji su vrlo slični. Dok su prethodno analizirani sustavi komercijalno dostupni u cijeloj industriji, rješenja za rukovanje raznim neujednačenim artiklima, kao što su mnoge skladišne aplikacije, još su preuranjena i još nisu ostvarila trajnu prisutnost na tržištu.

Predmeti kojima je potrebno rukovati u skladištima imaju veliku raznolikost oblika, veličine, pakiranja, boje, teksture i ostalih atribucija, tako da izrada automatiziranog rukovanja njima predstavlja jedan od najvećih izazova u automatizaciji skladišta. Zbog toga se danas komisioniranjem predmeta u skladištu isključivo bave ljudi. Ipak, vrijedi ukazati i na činjenicu da se ova vrsta ljudskog rada smatra teškim i neinspirativnim poslom., Visoka je fluktuacija radne snage, što predstavlja probleme u obuci i osiguravanju kvalitete.

Ove činjenice čine privlačnim trendove za razvoj automatiziranih sustava za rukovanje predmetima. Grupa istraživača i stručnjaka iz industrije, pokazala je kako se učinkoviti algoritmi za prepoznavanje i lokalizaciju objekata i koncept nedovoljnog aktiviranja mogu primijeniti na automatiziranu stavku rukovanja. Ovo istraživanje pokazuje da su osjet (vizualizacija) i aktiviranje (hvatanje) zapravo dva glavna izazova u automatiziranom odabiru artikala.

Uloga vizualizacije je identificirati i locirati stavku kandidata, te utvrditi je li predmet kandidat bez prepreka drugim stavkama, gdje se može uhvatiti i gdje ga smjestiti. Uloga hvatanja je identificirati može li se i kako predmetu prići hvataljkom, kako ga uhvatiti bez oštećenja, te konačno utvrditi je li hvatanje bilo uspješno, je li sigurno premjestiti predmet i kako ga staviti na njegovo odredište<sup>89</sup>.

Projekt grupe autora pokazao je da su dobro uhodane vrste hvataljki koje koriste usisne čašice, stvarajući vakuum za hvatanje proizvoda. Korištenje ovih hvataljki je međutim ograničeno na predmete koji imaju relativno krutu, ravnu i neporoznu površinu. Nedovoljno aktivirane robotske ruke, tj. one koje imaju manje pokretača od prstiju, koji se samostalno

---

<sup>89</sup> <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/9/3253/htm>

pomiču, predstavljeni su kao alternativa koja se može koristiti u automatiziranom odabiru artikala.

Dva primjera komercijalnih rješenja za odabir artikla su Robo-Pick i mobilni robot za skupljanje predmeta Swift mobilni robot. Robo-Pick koristi usisnu hvataljku za skupljanje predmete iz ladica i pretinaca, u kojima su predmeti predstavljeni prilično ujednačeno. Swift mobilni robot za skupljanje predmeta je automatizirano vođeno vozilo, opremljeno usisnom hvataljkom za hvatanje proizvoda, pohranjeni na policama.

## 4. Metode za optimizaciju skladišta

Postoji mnogo načina kako optimizirati skladište. Za potrebe ovog rada razmatrane su metode kako slijedi u nastavku.

### 4.1. ABC analiza

ABC analiza je široko korišten alat u logistici. Srž ove analize je na temelju Pareto zakona 80/20, koji kaže da 20% uloženog vremena donosi 80% ukupnog rezultata. Stopa 80:20 može varirati u različitim situacijama, ali pravilo je primjenjivo na mnoge aktivnosti u različitim područjima. Sljedeći primjeri trebali bi pomoći u razumijevanju ovog pravila:

- 80% vrijednosti zaliha čini 20% proizvoda
- 80% problema uzrokuje 20% zaposlenika
- 80% prodaje ostvaruje 20% kupaca

Na primjer, u smislu prodaje analiza, razvrstava artikle u 3 kategorije A, B, C, a na temelju ove klasifikacije moguće je donijeti bolje odluke, u smislu gdje se najviše treba fokusirati i potruditi. Najvažnija kategorija za poslovanje je A – 20% artikala čine 80% prodaje. B kategoriju čini 35% artikala, koji stvaraju 15% prodaje, a posljednja C kategorija čini 45% artikala koji stvaraju samo 5% prodaje.

ABC analiza može se koristiti pri projektiranju izgleda skladišta. Ideja je ovdje staviti proizvode s najvećom prodajom (kategorija A) u prednji dio skladišta kako bi se olakšalo rukovanje.

### 4.2. Izgled skladišta

Tvrtke mogu postići veću funkcionalnost skladišta mudrim planiranjem rasporeda skladišta i učinkovitim korištenjem prostora. Prilikom projektiranja skladišta treba uzeti u obzir funkcionalnost, bilo da se radi o izgradnji potpuno novog skladišta, preoblikovanju postojećeg ili preseljenju na drugo mjesto. Iako svaka tvrtka ima različite zahtjeve, postoje neke bitne stvari koje je potrebno slijediti. Ovo su čimbenici koje bi tvrtka trebala uzeti u obzir pri projektiranju skladišta:

- Prikupljanje podataka – prikupljanjem svih potrebnih podataka vezanih za skladište, tvrtka može odlučiti i planirati zahtjeve skladišta. Osnovne informacije su pohranjeni proizvodi, veličine, broj artikala, ali postoje i neke dodatne informacije, npr. broj dobavljača, prosječni unos proizvoda ili prosječna veličina narudžbe.
- Budući planovi tvrtke – Projektiranje skladišta također ovisi o 5 do 10 godina buduće vizije tvrtke.
- Kubični kapacitet – Skladište nije samo pod, dakle, treba iskoristiti cijeli kubični prostor. Bolja iskoristivost kubičnog prostora zahtijeva pravilnu opremu za rukovanje.
- Zdravlje i sigurnost zaposlenika – Tvrtka treba biti svakodnevno usmjerena na sigurnost i zdravlje svojih zaposlenika (odgovarajuća svjetla, klima uređaj, ergonomska oprema i dr.)
- Standardizirano pakiranje – kako bi skladištenje bilo učinkovitije, potrebno je uvesti standardizaciju pakiranja za skladištenje ili premještanje<sup>90</sup>

#### 4.2.1 Sustav lociranja

Kada se razvije ispravan raspored, potrebno je uzeti u obzir i lokacijske sustave. Teško je zapamtiti gdje su svi predmeti pohranjeni. Kako bi se stvorio lokacijski sustav treba napraviti četiri koraka:

- Podijeliti skladište na sekcije i dodijeliti jedinstveni simbol (slovo ili broj)
- Dodijeliti broj svakom snopu od jednog kraja do drugog
- Dodijeliti broj svakom ležištu regala na isti način
- Identificirati brojem svaki skladišni spremnik

Dodjeljujući ove brojeve, svaka lokacija je točno određena s jedinstvenom adresom. Primjer ove adrese je C.27.4.12, što znači da se određena stavka nalazi u odjeljku c, hrpi 27, ležištu 4 i spremniku broj 12. Ovu lokaciju treba zabilježiti u sustavu upravljanja skladištem kako bi se zaposleniku u skladištu omogućilo da lako pronađe određeni artikl u kompliciranom skladišnom okolišu<sup>91</sup>.

<sup>90</sup> <https://fitsmallbusiness.com/warehouse-layout/>

<sup>91</sup> <https://www.camcode.com/blog/warehouse-design-and-layout-tips/>

## 4.2.2 Tok materijala

Vežano za raspored skladišta, treba uzeti u obzir protok materijala. Tamo su određena pravila za planiranje učinkovitog protoka materijala. Za protok materijala, tri su glavna aspekta, a to su proizvod, količina i usmjeravanje. Proizvod određuje što se pohranjuje, a to su u osnovi, fizički atributi proizvoda kao što su dimenzije, opasnosti od oštećenja ili umanjenja njegove vrijednosti. Količina znači koliko će proizvoda biti pohranjeno. Uz količinu proizvoda vezan je i broj rukovanja. Usmjeravanje određuje stvarni tok proizvoda unutar izgleda skladišta. Za pravilno usmjeravanje sustava, sve operacije s proizvodima moraju se uzeti u obzir.

Učinkovit protok materijala će se postići kada je udaljenost za putovanje skladištem minimizirana. Materijalni tok pripada najvećim sudionicima operativnih troškova, jer u većini slučajeva ova aktivnost zahtijeva veliku ponudu rada i opreme.

## 4.3 Sustavi kvalitete

U današnje vrijeme sustavi kvalitete postaju sve važniji u vodstvu organizacije za uspješno upravljanje tvrtkom. Ovi sustavi također utječu na skladišne poslove. Najčešći standardi kvalitete su sljedeći:

- ISO 9000 – Standardi načela upravljanja kvalitetom usmjereni na potrebe kupaca i dugoročno poboljšanje izvedbe organizacije
- ISO 14000 – Standardi zaštite okoliša koji pomažu organizacijama da minimiziraju negativne utjecaje njihovih aktivnosti na okoliš
- ISO 50001 – Sustavi upravljanja energijom
- Model izvrsnosti Europske zaklade za upravljanje kvalitetom<sup>92</sup>

### 4.3.1. ISO 9000

Glavni skup standarda kvalitete danas je ISO 9000. Osnovna ideja kvalitete je opisana s osam načela koja treba svaki put ispuniti kako bi se osigurala dobra isplativost na dugi rok. Načela su navedena kako slijedi:

- Fokus na kupca

---

<sup>92</sup> EFQM



- Vodstvo
- Uključenost ljudi
- Procesni pristup
- Sustavni pristup upravljanju
- Kontinuirano poboljšanje
- Činjenički pristup donošenju odluka
- Obostrano korisni odnosi s dobavljačima

Prednosti načela ISO 9000 su brojne. Implementacija sustava kvalitete je opcionalna za svaku organizaciju, ali svako od ovih načela ima mnoge prednosti za poslovanje. Primjenom ovih načela u svakodnevnim aktivnostima, tvrtka može postići veću fleksibilnost i brži odgovor na promjene na tržištu, te na taj način mogu povećati profit i tržišni udio.

Ključna prednost je bolje zadovoljstvo kupaca jer bi se tvrtka trebala cijelo vrijeme usredotočiti na stvarne potrebe kupaca. Zadovoljni kupci su također lojalni i donose kontinuirani prihod tvrtki. Svrha uključivanja ljudi je motivirati zaposlenike i te unaprijediti njihov doprinos tvrtki. Procesnim pristupom tvrtka može smanjiti njihove troškove i učiniti svoje aktivnosti učinkovitijima.

#### **4.3.2. Model izvrsnosti EFQM<sup>93</sup>**

Europska zaklada za upravljanje kvalitetom pruža još jednu mogućnost tvrtkama da unaprijede rast i budu spremne za izazove na tržištu. Model pruža okvir za upravljanje organizacijom, s glavnim ciljem u vidu postojanja konkurentnijim i osiguravanjem kontinuiranog poboljšanja. Iako je EFQM model usmjeren na jednostavnost, implementacija ne mora biti uspješan cijelo vrijeme.

Glavna ideja okvira temelji se na TQM-u<sup>94</sup>. Ovdje se pretpostavlja da tvrtka može postići kontinuirano poboljšanje samoprocjenom. Model se sastoji od dvije skupine kriterija: pokretača i rezultata<sup>95</sup>.

---

<sup>93</sup> Europska zaklada za upravljanje kvalitetom

<sup>94</sup> Total Quality Management

<sup>95</sup> <https://www.intechopen.com/chapters/48679>

Pokretači – ono što tvrtka ima su sljedeći:

- Vodstvo
- Strategija i politika
- Ljudi
- Partnerstva i resursi
- Procesi, proizvodi i usluge

Rezultati – ono što tvrtka može postići:

- Ključni rezultati
- Rezultati ljudi
- Rezultati kupaca
- Rezultati društva

### 4.3.3 Kontinuirano poboljšanje

Postoje različiti alati temeljeni na različitim metodologijama, koji se mogu koristiti, kako bi se osiguralo kontinuirano poboljšanje organizacije kao npr. RADAR matrica. RADAR je anglicizam koji u sebi sadrži rezultate, pristup, implementaciju, procjenu i doradu. Ovaj alat je uključen u model izvrsnosti Europske zaklade za upravljanje kvalitetom te naglašava učinak tvrtke strukturiranim pristupom. Najprije, treba definirati rezultate kako bi se znalo što se treba postići. Zatim se predlažu i primjenjuju pristupi za isporuku. Konačno, poboljšanje se procjenjuje i doraduje ako su postignuti željeni rezultati.

Demingov ciklus, odnosno PDCA je još jedan način kako poboljšati kvalitetu i osigurati kontinuirano poboljšanje tvrtke. Osnovna ideja je planirati, raditi, provjeravati i djelovati. Planiranje znači prikupljanje podataka i identificiranje problema te predlaganje poboljšanja. Radeći dolazi do implementacije poboljšanja. Kasnije se moraju provjeriti rezultati kako bi se vidjelo ide li sve po planu. U posljednjoj fazi čina, implementirana rješenja se prepoznaju kao standard i ciklus se vraća u početnu fazu<sup>96</sup>.

---

<sup>96</sup> [https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM\\_89.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm)

#### 4.4. Softverski sustav upravljanja skladištem<sup>97</sup>

Sustav upravljanja skladištem vitalna je komponenta učinkovitog modernog skladišta. To je softver s primarnim ciljem kontrole kretanja materijala, razine skladištenja i drugih povezanih procesa, tj. otpreme, primanja ili prikupa. Obično je sustav upravljanja skladištem integrirani modul u ERP<sup>98</sup> sustavu tvrtke. Među svim funkcijama sustava upravljanja skladištem, najvažnije su ispunjenje narudžbe – uključujući cijeli proces s transakcijom narudžbe, te upravljanje zalihama i produktivnošću skladišta<sup>99</sup>.

Softverski sustav upravljanja skladištem također pruža i druge važne funkcije kao što su nadzor, performans transporta, skalabilnost, odgoda ili cross-docking. Potreba za sustavom upravljanja skladištem raste s povećanjem broja uskladištenih artikala.

Tvrtke bi trebale razmotriti implementaciju softverskog sustava upravljanja skladištem kada se dogode sljedeće situacije:

- razlikuje se broj artikala kod stvarnih zaliha i u zalihama knjige
- traženi artikli često nisu na zalihama
- gubici artikla
- pritužbe mnogih kupaca
- narudžbe kupaca se povećavaju
- broj artikala se povećava ili
- usporavanje odgovora na narudžbe kupaca

Izbjegavanje ovih problema ključna je prednost korištenja softverskog sustava upravljanja skladištem, ali postoje i druge prednosti. Implementacija softverskog sustava upravljanja skladištem može poboljšati vidljivost i sljedivost zaliha te će povećati i ukupna produktivnost.

Softverski sustav upravljanja skladištem može automatizirati procese, što može smanjiti troškove rada ili poboljšati točnost narudžbi, a time i povećati zadovoljstvo kupaca. Štoviše, po svim gore navedenim pogodnostima, ukupni troškovi bi trebali biti znatno manji.

---

<sup>97</sup> WMS

<sup>98</sup> Enterprise Resource Planning

<sup>99</sup> <https://www.sap.com/insights/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>

## **5. Specifičnosti skladišnog poslovanja u kondicioniranim uvjetima**

Pojam hladnog lanca je logistika i upravljanje pakiranom robom za temperaturno osjetljive proizvode, koji moraju biti ili ohlađeni ili zamrznuti. Hladni lanac koristi se za produženje roka trajanja proizvoda i održavanje standarda kvalitete tijekom dugog vremena. Hladni lanac ima tri glavne komponente: opremu za transport i skladištenje, obučeno osoblje i učinkovite postupke upravljanja. Sva tri elementa moraju se kombinirati kako bi se osigurao siguran transport i skladištenje.

### **5.1. Značajke skladišnog poslovanja u hladnom opskrbnom lancu**

Hladni lanac je lanac opskrbe kontroliran niskom temperaturom. Neprekinuti rashladni lanac je neprekinuti niz rashladnih proizvodnih, skladišnih i distribucijskih aktivnosti, zajedno s pripadajućom opremom i logistikom, koji održavaju kvalitetu putem željenog niskotemperaturnog raspona.

Neke od prednosti kojim moderne tvrtke ostvaruju uspješnim hladnim lancima uključuju:

- Smanjeno kvarenje proizvoda, što doprinosi nižim troškovima zamjene zaliha i poboljšanoj dobiti od otpreme.
- Manji rizik od neispravne robe za potrošače, što doprinosi manjim pravnim obvezama i obvezama za odnose s javnošću.
- Hladni lanac osigurava da su kvarljivi proizvodi sigurni i visoke kvalitete na mjestu potrošnje, obzirom da neodržavanje proizvoda na ispravnim temperaturama može dovesti do degradacije teksture, promjene boje, modrica i rasta mikroba.

Elementi hladnog lanca su sljedeći:

- Ambalaža

Ambalaža treba biti dizajnirana, tako da bude energetska učinkovita i sigurna, kao što su izolirani transportni kontejneri npr. za svježu ribu.

- Praćenje

Praćenje temperature artikala u cijelom opskrbnom lancu pomoću alata kao što su zapisivači podataka o temperature.

- Prijevoz

- Carine

- Skladištenje

- Krajnji kupac<sup>100</sup>

Proces hladnog lanca je proces upravljanja logistikom za kvarljive proizvode, kojima je potrebna temperatura u hladnjaku za održavanje kvalitete i sigurnosti od početka do kraja. Uključuje obavljanje lanca zadataka za pripremu, skladištenje i transport proizvoda u lancu hladne opskrbe.

Glavni elementi hladnog lanca uključuju dovođenje robe kao što je hrana na odgovarajuću temperaturu za obradu, skladištenje i transport, te se odnose na:

- Sustave za hlađenje
- Hladnjak
- Hladni transport
- Hladnu obradu i distribuciju

Nedostaci skladišta hladnih kontejnera odnose se na ograničenja, koja su prvenstveno povezana s visokim rizikom gubitka kvaliteta građenja, zbog sezonskih temperaturnih promjena i mogućeg vlaženja građevinskih materijala. Iz istog razloga se ne preporučuje čuvanje žitarica, cvijeća i hrane.

Vrste hladnjača su:

- Hladnjak za krumpir
- Hladnjak za luk

---

<sup>100</sup> <https://procuro.com/7-elements-of-a-cold-chain/>

- Hladnjača crvenog mesa
- Hladnjača za ribu i plodove mora
- Hladnjača za perad
- Pekarna hladnjača
- Hladnjača za mlijeko i mliječne proizvode

### **5.1.1. Pitanje utjecaja hladnog lanca na logistiku**

Ulazna logistika donosi zalihe ili materijale u posao, dok se izlazna logistika bavi premještanjem robe i proizvoda do kupaca, a obje su u velikoj mjeri usmjerene na prijevoz robe.

Hladni lanac je tehnologija i proces koji omogućuje siguran transport robe i proizvoda osjetljivih na temperaturu duž opskrbnog lanca, a uvelike se oslanja na znanost kako bi procijenila i prilagodila vezu između temperature i kvarljivosti.

Postavlja se pitanje zašto se hladni lanci odvijaju u funkcijama lanca opskrbe. Uspješan hladni lanac osigurava da se proizvodi osjetljivi na temperaturu drže unutar optimalnih temperaturnih raspona i održavaju željena stanja od početka do kraja. Dobavljači hrane i farmaceutskih proizvoda uvelike se oslanjaju na hladni lanac kako bi osigurali da pošiljka ne bude ugrožena prije nego što stignu na tržište.

Posebno pitanje je kako funkcionira upravljanje hladnim lancem za kvarljive proizvode. Hladni lanac kupuje vrijeme privremenim suzbijanjem kvarljivosti. To vlasnicima proizvoda omogućuje više vremena da dođu do kupaca, kao i da prošire svoj tržišni udio, kako bi ostvarili veću ekonomsku vrijednost, što zauzvrat potiče profitabilnost i opravdava sve napore za povećanje proizvodnja.

### **5.1.2. Korelati skladištenja i temperature**

Kada se govori o temperaturi, obično je riječ o specifičnim temperaturnim rasponima. Većina prehrambenih i farmaceutskih proizvoda ima temperaturni raspon u kojem moraju uvijek ostati. Najčešći rasponi su:

- Ambijentalni

Odnosi se na prirodnu temperaturu skladišta

- Klimatizirani

Obično se odnosi na temperaturu između 13.3 °C i 23.9°C. Konditorski proizvodi<sup>101</sup> dobar su primjer proizvoda koji mora izbjegavati vruće i hladne ekstreme

- U hladnjaku

Obično se odnosi na temperaturu između 0.5 °C i 12.8°C

- Hladno/Smrznuto

Obično se odnosi na temperaturu na ili ispod 0°C

Korelati skladištenja i temperature mogu se podijeliti kako slijedi:

- Skladištenje s kontroliranom temperaturom

Skladište koje ima prostor s kontroliranom temperaturom koristi jedinice za hlađenje i/ili grijanje, kako bi održavao temperaturu unutar zadanog raspona. Ove jedinice su strateški smještene u cijelom prostoru kako bi se osiguralo da područje ostane u dometu. Različiti čimbenici će utjecati na količinu i smještaj rashladnih jedinica, uključujući godišnje doba.

- Skladištenje pod kontrolom klime

Iako mnogi ljudi koriste ovaj izraz naizmjenično sa skladištenjem s kontroliranom temperaturom, postoje ključne razlike između njih. Klimatiziranim skladištenjem osim temperature regulira se i vlažnost prostora. Komercijalni ovlaživači/odvlaživači zraka koriste se zajedno s drugom opremom kako bi se osiguralo da vlažnost ostane unutar potrebnih raspona za proizvode.

- Kartiranje temperature

Ovaj proces koristi senzore za mjerenje temperature u različitim područjima skladišnog prostora. Većina skladišta prolazit će kroz proces mapiranja temperature nekoliko puta godišnje i prilagođavati opremu za hlađenje ili grijanje na temelju rezultata. Na primjer, ako mapiranje pokaže da je područje pretoplo, smještaj opreme za hlađenje će se prilagoditi.

---

<sup>101</sup> bomboni, čokolade, kakao, karamele, lizalice, žvakaće gume, slatke pločice, vafli

- Praćenje temperature

Dok je mapiranje temperature proaktivna metoda osiguravanja optimalne pokrivenosti temperature, praćenje temperature je svakodnevno promatranje i upravljanje tim temperaturama. Logistika trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem<sup>102</sup> poput Kanbana surađuju s vanjskim tvrtkama za praćenje kako bi pratili temperature u stvarnom vremenu i odmah obavijestili ključno osoblje o svim značajnim promjenama. Ovo osoblje također može samo pratiti temperature u stvarnom vremenu putem aplikacija koje osigurava tvrtka za praćenje.

- Stalak

Paletizirani proizvodi pohranjeni u okviru skladišta logistike trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem mogu se postaviti izravno na pod skladišta ili pohraniti u sustavima regala. Takvi regali omogućuju slaganje proizvoda jedan na drugi kako bi se uštedio podni prostor i zauzeo manji otisak skladišta. Stalak je koristan unutar prostora s kontroliranom temperaturom jer je takav prostor obično skuplji, a manji otisak rezultira nižim troškovima za kupca.

- Kontrola parcele

Stavke koje imaju zajedničke karakteristike važne za proizvođača (npr. isti datum isteka) proizvođač i/ili sustav upravljanja skladištem od strane logistike trećih strana daju broj serije kada ih skladište primi. Ovaj broj serije omogućuje logistici trećih strana brzo identificirati serije artikala u slučaju povlačenja. Također omogućuje logistici trećih strana izvođenje protokola upravljanja zalihama kao što su FIFO<sup>103</sup> i FEFO<sup>104</sup>.

Ono što se kod skladištenja javlja su brojna praktična pitanja, povezana s odabirom skladišta s kontroliranom temperaturom. Pitanje koje se u praksi često postavlja jest, može li se pohraniti više temperaturnih raspona. Bilo da proizvodi zahtijevaju ambijentalni, rashlađeni ili zamrznuti prostor, postoje dobavljači skladišta trećih strana, koji mogu zadovoljiti specifične zahtjeve u rasponu temperature. Tu su i dobavljači skladišta trećih strana, koji mogu podnijeti sve temperaturne raspone unutar istog objekta. To se postiže mjerama fizičke segregacije u

---

<sup>102</sup> 3PL (third-party logistics) - Logistika trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem je organizacija koju treća tvrtka koristi za outsource elemente distribucije, skladištenja i usluga ispunjenja.

<sup>103</sup> prvi uđe, prvi izađe; prvi će se distribuirati najstariji lotovi artikala

<sup>104</sup> prvi istekao, prvi izaći; proizvodi najbliži datumu isteka bit će distribuirani prvi



objektu, kao i tehnologijom,<sup>105</sup> koja podržava i održava tu segregaciju. Udruživanjem s dobavljačima skladišta trećih strana, koji se mogu nositi sa svim rasponima, može se eliminirati vrijeme i troškovi povezani s outsourcingom kod više pružatelja usluga.

Iako je bitno da se proizvodi pohranjuju u skladu s njihovim temperaturnim zahtjevima, još je važnije da te temperature ostanu u rasponu 100% vremena. Da bi se to postiglo, dobavljači skladišta trećih strana moraju imati robustan interni sustav nadzora za praćenje temperatura 24 sata dnevno, 7 dana tjedno, 365 dana u godini.

Važno je znati i što se događa ako temperature izađu iz raspona. U slučaju da praćenje pokaže da je područje izvan dometa, bit će potrebno znati da je dobavljač skladišta trećih strana odmah na kućištu, čak i ako je izvan radnog vremena.

Isto tako, važno je odgovoriti i na pitanje kontrolira li se i prati vlaga, osim temperature. Kada je u pitanju integritet hrane i farmaceutskih proizvoda, vlažnost zraka može biti jednako važna kao i temperatura. Ako je to važno za proizvode, potrebno je surađivati s pružateljem usluga koji nudi skladište s kontroliranom klimom, koje uključuje kontrolu temperature i vlažnosti, a ne samo skladištenje s kontroliranom temperaturom.

Važno je, nadalje, iznaći odgovor na pitanje kako spriječiti unakrsnu kontaminaciju proizvoda. Proizvodi osjetljivi na temperaturu kao što su hrana i lijekovi često su vrlo osjetljivi na izlaganje drugim proizvodima. Na primjer, ako postoji paleta s jednim prehrambenim artiklom u području u kojem se prije nalazio proizvod od orašastih plodova, dolazi do rizika kontaminacije cijele palete alergenom. Kao takav, potrebno je razumjeti mjere koje će dobavljač skladišta trećih strana poduzeti kako bi spriječio unakrsni kontakt unutar skladišta.

Također je bitno i osigurati usklađenost skladištenja s propisima. Na putu ostvarenja tog cilja, važno je biti siguran da će prakse odabrane logistike trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem biti u potpunosti usklađene. Da bi se to učinilo, moguće je zatražiti rezultate internih revizija, kao i revizije i certifikate od agencija kao što je AIB International. Neke tvrtke, poput Kanban Logistics, čak su certificirane prema ISO-9001 i pridržavaju se programa upravljanja kvalitetom<sup>106</sup>. Koliko god bila impresivna povijest revizije odabrane logistike trećih

---

<sup>105</sup> npr. sustav upravljanja skladištem – WMS

<sup>106</sup> <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/ambient-temperature>

strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem, uputno je provesti temeljitu reviziju rada odabrane logistike trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem kako bi organizacija mogla biti sigurna te da rad bude u skladu s vlastitim internim standardima.

Ukoliko organizacija nudi usluge prijevoza s kontroliranom temperaturom, vrijedi ukazati da osim skladištenja s kontroliranom temperaturom, mnoge odabrane logistike trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem mogu upravljati dodatnim komponentama opskrbnog lanca organizacije, dok održavaju temperature proizvoda u rasponu, a uobičajeni primjer za to je rashladni transport.

Posebno pitanje za organizaciju je ono koje se tiče rukovanja uvoznim kontejnerima. Ako proizvodi ili sirovine dolaze u kontejnerima, odabrane logistike trećih strana u upravljanju logistikom i opskrbnim lancem mogu pružiti lučke usluge. To uključuje odlaganje, pretovar, ukrcaj kontejnera i *Just In Time* isporuku proizvođačima. Tvrtke za logistiku hrane, koje su registrirane pri FDA-I<sup>107</sup> ili njenom europskom pandanu EMA - i<sup>108</sup> mogu čak olakšati inspekciju proizvoda od strane osoblja FDA-/EMA-e e u svojim skladištima. Također one mogu dati uzorke proizvoda organizacije timu za kontrolu kvalitete<sup>109</sup>.

Kod odabira logistike treće strane, prvi korak je posjet gradilištu, što je ujedno i dobra prilika za procjenu osnovnih, ali vitalnih karakteristika skladištenja hrane kao što su sanitarni uvjeti, strukturalni integritet, sigurnost, jednostavnost pristupa, ponašanje suradnika i kontrola štete.

Ukoliko odabrana logistika treće strane posjeduje i certifikat ISO:9001:2015, navedeno govori u prilog pristupa kvaliteti i integritetu proizvoda te daje jasnu naznaku o tome kako se može zaštititi integritet proizvoda u skladištima s kontroliranom temperaturom.

## **5.2. Sustav osiguranja kvalitete kod skladištenja hrane**

Zbog globalizacije, svijet je postao vrlo konkurentno tržište i u postojećim konstelacijama, svaka tvrtka nastoji ostvariti svoj maksimalni udio na tržištu i profit. Tvrtke mogu koristiti i postići ciljeve identificiranjem konkurentske prednosti. Tvrtke, koje svoju

---

<sup>107</sup> U.S. Food and Drug Administration

<sup>108</sup> European Medicines Agency (EMA)

<sup>109</sup> <https://www.infosysbpm.com/portland/resources/documents/third-party-logistics-study.pdf>

konkurentsku prednost temelje na ključnim kritičnim točkama, kao što su kvaliteta, mogu izdržati, opstati pa i prosperirati. Prije ere kvalitete i svijesti o nužnosti certifikacije standarda kvalitete, tvrtke su se suočavale s problemima u vezi s kvalitetom, zbog nedostatnog znanja o sustavu kvalitete u proizvodnim sustavima i procesima.

Zbog industrijske evolucije i tranzicije gospodarstva iz planskog u tržišno, tvrtke su sve više zabrinuta za profit, a manje za pitanja sigurnosti hrane, što je nedopustivo, obzirom da su sigurnost hrane i rezultirajuća dobrobit za zdravlje osnovna prava ljudi. Tvrtke bi se trebale posvetiti maksimalnim naporima u smislu jamčenja odgovarajuće kvalitete i sigurnosti hrane za kupce širom svijeta. Ipak, kako je svijet postao globalno mjesto, te kako su se promijenili prioriteta organizacija, vidljivo je da se uslijed protokola standardizacije i sigurnosti hrane počela posvećivati odgovarajuća pozornost.

Ova promjena rezultat je želje da se zadovolji i nadmaši potrebe kupaca. Proizvodne tvrtke su shvatile da se to može postići samo konstantnim poboljšanjem njihovih različitih procesa. Kvaliteta standarda i svijest o važnosti istih koje su kreirali vlade raznih zemalja imale su pozitivan utjecaj na tvrtke. Kvalitetu potrošači mogu percipirati u smislu načina na koji se proizvod koristi ili načina na koji izgleda. Ono što je najvažnije, promijenilo se značenje kvalitete tijekom vremena.

Kvaliteta nema jedinstvenu definiciju, ali većina istraživača se odlučila za glavne standarde definirane od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Kvaliteta je sinonim standarda za proizvode i usluge mjerene prema stupnju izvrsnosti. Kupac bi mogao vidjeti kvalitetu kao performans, koje ispunjava i premašuje očekivanja.

Preciznije rečeno, kvaliteta je usklađenost proizvoda ili usluge s ispunjavanjem očekivanja tvrtki i kupaca. Osim ovih općih definicija, kvalitetu su opisali i drugi istraživači i praktičari kao prikladnost proizvoda za svrhu za koju je napravljen i prikladnost proizvoda za korištenje od strane klijenta.

Vođena istraživačkim radom, kvaliteta se postiže poštivanjem zahtjeva i standarda, uspostavljenih od strane certifikacijskih tijela. Ova posljednja definicija glavni naglasak stavlja

na funkcioniranje i praćenje standarda kao što je dobra praksa proizvodnja,<sup>110</sup> one koju je razvio ISO i mnogi drugi<sup>111</sup>.

Kvaliteta je glavni čimbenik u postizanju ciljeva organizacije eliminacijom neproduktivnih čimbenika iz procesa, nakon čega slijede marketing, proizvodnja, menadžment i druga područja. Ukoliko je standardizirano upravljanje kvalitetom ispravno implementirano, upravljat će organizacija na putu uspjeha stalnim poboljšanjem procesa. Kvaliteta je glavni čimbenik, koji osigurava da sustavi organizacije mogu zadovoljiti i premašiti očekivanja kupaca i pridržavati se sigurnosnih i higijenskih zakona, propisa i standarda u pogledu proizvodnje, označavanja i distribucije.

Sustav upravljanja kvalitetom<sup>112</sup> je skup poslovnih procesa usmjerenih na dosljedno ispunjavanje zahtjeva kupaca i povećanje njihovog zadovoljstva. Načela upravljanja kvalitetom skup su temeljnih uvjerenja, normi, pravila i vrijednosti koje se prihvaćaju kao istinite i mogu se koristiti kao osnova za upravljanje kvalitetom. Načela upravljanja kvalitetom se mogu koristiti kao temelj za usmjeravanje poboljšanja izvedbe organizacije.

Tipovi procesa kvalitete su istaknuti u mnogim industrijama, a to su ISO 9001, AS9100, Six Sigma i CMMI. Odabir jednog sustava upravljanja kvalitetom ovisi o njegovoj usklađenosti s industrijom i razumijevanju određenog sustava upravljanja kvalitetom od strane zaposlenika i kupaca.

Sustav upravljanja kvalitetom i standardi doveli su do strukture, koja je omogućila tvrtkama da kontroliraju svoje proizvodne procese. Glavni razlozi zbog kojih tvrtke sada vode računa o kvaliteti i ostvaruju je, proizlaze uslijed važnog pritiska kupaca za pružanjem najkvalitetnijih proizvoda i pritiska iz lanca opskrbe<sup>113</sup>.

Kvaliteta osigurava da su proizvodi tvrtke dobro prihvaćeni i njome treba upravljati i implementirati je na najosnovnijoj razini proizvodnje. To je, zapravo, najvažniji faktor u bilo kojoj industriji i tvrtke koje koriste relevantne standarde kvalitete imaju koristi. Kao što je već

---

<sup>110</sup> GMP

<sup>111</sup> <https://www.foodlogistics.com/safety/article/12095450/how-globalization-challenges-safety-in-the-food-supply-chain>

<sup>112</sup> QMS

<sup>113</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281630502X>

navedeno, kvaliteta je vrlo važna, ali postoje mnoge tvrtke koje zanemaruju ovu važnu činjenicu, te postizanje kvalitete i certificirana akreditacija u cijeloj industriji zahtijeva sve više napora.

### **5.2.1. Povijesni razvoj kvalitete**

Povijesni razvoj kvalitete ima duboke korijene koji sežu do 2100. godine prije nove ere, za vrijeme kraljevine babilonskog kralja Hamurabija koji je uveo red u poslovanje svojih poduzetnika.

Porastom trgovine u srednjem vijeku, značenje pojma kvaliteta nastavilo je rasti. Cehovi su svojim članovima propisivali metode proizvodnje kako bi osigurali kvalitetu. Već se tada vodilo računa o kvaliteti, putem norma. Napretkom čovječanstva bila je izraženija potreba za ujednačenjem proizvoda. Niz normi bilo je propisano kako bi sve grane ljudskog života bile obuhvaćene<sup>114</sup>.

Povijest kvalitete čini pet faza, počevši od vremena kada je ponuda bila manja od potražnje, a kupci koji su namjeravali kupiti proizvod nisu uvijek pronalazili ono što im je bilo potrebno. Sljedeći korak bilo je uravnoteženje ponude i potražnje, gdje je poboljšan odnos između kupca i proizvoda. Daljnji napredak dovodi do rastuće ponude proizvoda. Proizvođači su bili nužni unaprijediti vlastito poslovanje prema stvaranju kvalitetnijeg proizvoda kako bi se proizvod istaknuo na tržištu. Navedenim se postupcima stvarala konkurentnost. Kvaliteta proizvoda bila je ključna, a ovaj se trend i dalje nastavlja. Proizvodnja više nije usmjerena samo na kupca nego je važan i proces nastanka proizvoda, utjecaj proizvodnje na okoliš i poštivanje normi sustava upravljanja.

Napretkom društva, ali i tehnologije, poslovanje je iziskivalo stvaranje normi s ciljem ujednačavanja kvalitete. U Europi, još u 19. stoljeću, pažnja je s kvantitete usmjerena prema kvaliteti te se stvarala potreba za organizacijom koja će stvarati norme i utvrditi što bi to trebala biti kvaliteta. Dresden je bio središte prve konferencije o normizaciji održane 1886. godine. Konferencija se održala na nacionalnoj razini, a tema konferencije bila je normizacija. Nadalje, prva međunarodna konferencija, British Standards Institution, održana je u Velikoj Britaniji

---

<sup>114</sup> <https://chiefexecutive.net/three-lessons-ceos-can-learn-king-hammurabi/>

1901. godine. Tijekom sljedećih dvadeset godina stvorene su Electrotechnical Commission i International Standardization Association, što je prethodilo današnjoj organizaciji ISO<sup>115</sup>.

Godine 1911. objavljena je publikacija Fredericka Taylora „Načela znanstvenog upravljanja“. Njegov osnovni koncept bio je da zadaci moraju biti jasno definirani i provedeni pod standardnim uvjetima. U 1930.-ima, inženjer Walter A. Shewhart razvio je novi, revolucionaran sustav kontrole kvalitete. Uz njegovu karticu kontrole kvalitete procesi funkcioniranja mogli su se pratiti pomoću nasumičnih uzoraka.

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća mogu se pronaći prvi pristupi u japanskoj brodogradnji „kontinuiranom poboljšanju procesa performansi“, koje je do sredine 80-ih uglavnom razvijala Motorola u model koji je i danas poznat kao „strategija nulte pogreške“ ili „Six Sigma“. „Six Sigma“ stekla je veliku popularnost kada ju je Jack Welch 1996. uspješno predstavio na General Electricu.

Prvi tragovi Potpunog upravljanja kvalitetom (TQM) dolaze iz 1985. godine TQM spominje u američkoj podmornici, kada se vodila procjena kontrole procesa unutar mornarice. Prema Tobinu (1990) „potpuno upravljanje kvalitetom je integrirani napor u stjecanju konkurentske prednosti putem kontinuiranog poboljšanja svakog dijela organizacijske kulture”.

Prema Powellu (1995) „potpuno upravljanje kvalitetom može se promatrati kao integrirana filozofija menadžmenta te niz svakodnevnih aktivnosti organizacije koje stavljaju fokus na kontinuirano poboljšanje i zadovoljavanje zahtjeva kupaca”<sup>116</sup>.

### **5.2.2. Elementi kvalitete**

Kvaliteta, kako su je opisali istraživači, uključuje dvije dimenzije, jedna je objektivna, a druga subjektivna. Objektivna mjera povezana je s unaprijed određenim skupom kriterija. Pretpostavlja se da su ti kriteriji bitni za konačnu vrijednost, koju proizvod pruža korisniku. Subjektivna strana kvalitete odnosi se na percipiranu vrijednost, koju određuje osoba koja dobiva korist od ishoda procesa. Primjer ove vrste kvalitete je ublažavanje boli osobama zbog konzumacije lijekova.

---

<sup>115</sup> <https://chiefexecutive.net/three-lessons-ceos-can-learn-king-hammurabi/>

<sup>116</sup> <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1060597/FULLTEXT01.pdf>

Kvaliteta je pojam, koji je različit za različite ljude. Zapravo, mijenja se shvaćanje kako se kvaliteta proizvoda kroz određeno vrijeme poboljšava. Npr. postojalo je vrijeme kada su se Sonyjevi elektronički proizvodi smatrali mjerilom kvalitete, a imena poput Toshiba ili u današnje vrijeme Huawei i drugih nisu bila visoko cijenjena. Međutim, sada se Huawei smatra vrlo pouzdanim brendom, koji zauzima značajan tržišni udio u cijelom svijetu.

Slično je bilo i sa Ford Modelom T, koji se smatrao najboljim automobilom prije mnogo godina, ali zbog inovacija i napretka tehnologije, promijenilo se mišljenje kupaca. Sada se hibridne automobile smatra ultimativnim mjerilom, što se tiče automobila<sup>117</sup>.

Iz ovih primjera može se zaključiti da se, kako vrijeme prolazi, uvode novi proizvodi koji na bolji način zadovoljavaju istu potrebu, i bolje su kvalitete. Dakle, zbog promjena u očekivanjima kupaca, zbog promjene u prirodi proizvoda, kupci preferiraju one proizvode koji imaju višu razinu kvalitete.

Neki od elemenata kvalitete odražavaju se kroz fokus na kupca, process poboljšanja, korištenje kvalitetnih alata u proizvodnji i dizajnu proizvoda, zaposlenicima i dobavljačima. Većina organizacija oslanja se na neformalne načine upravljanja kvalitetom, a to znači da kvaliteta nije uvijek integrirana u sustave i procese, već samo odabrani ljudi poduzimaju određene radnje za upravljanje kvalitetom. Ovo se smatra problematičnim, jer bi tako moglo doći do prijevarne aktivnosti. Pravi put nije oslanjati se na ljude, nego se integrirati u procese i sustave, a to pomaže integrirati kvalitetu u svaki sustav i odjel<sup>118</sup>.

U početnim fazama implementacija se provodi putem formalizacije plana usluga, metodologije, strategije i evidencije postupaka i prakse. Najvažnije je uzeti u obzir format plana, koji mora uključivati opise kako organizacija djeluje na različitim razinama, upute za rad koji treba obaviti, obrasce koje je potrebno ispuniti, vozne redove, zapisnike sa sastanaka na kojima se raspravlja o procesu provedbe i kontrolu potpore strukture. Planovi se mogu čuvati kao video zapisi, dijagrami toka, elektronički podaci i u mnogim drugim formatima.

---

<sup>117</sup> <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1060597/FULLTEXT01.pdf>

<sup>118</sup> <https://chiefexecutive.net/three-lessons-ceos-can-learn-king-hammurabi/>

Sustavni pristup okviru upravljanja kvalitetom zahtijeva potpunu prisutnost i usklađenost, što znači uključenost cijelog organizacijskog sustava. Organizacija treba izgraditi mehanizme koji će joj pomoći u ocjenjivanju i praćenju regulatornih promjena, kako bi se osiguralo da se izmjene pravila i prakse prekidaju kada se postigne optimalno stanje.

Općenito, sustav upravljanja kvalitetom pruža praktičarima međusobno povezane procese koji se, zauzvrat, također odnose na potporne strukture. Ove potporne strukture uključuju dokumentaciju procesa i resursa za olakšavanje onoga što je potrebno uložiti za postizanje određene svrhe. Strukturirana dokumentacija je u srcu sustava upravljanja kvalitetom. Takva dokumentacija će opisati način na koji organizacija djeluje na različitim razinama i formalizira svoja pravila i postupke. Sustav upravljanja kvalitetom tvrtka mora sadržavati pisanu dokumentaciju koja opisuje organizacijske procedure i procese na strateškoj, taktičkoj i operativnoj razini, koji bi trebali uključiti standarde ISO 9000.

Na strateškoj razini, primjerice, potrebno je predvidjeti pojedinosti o politici kvalitete tvrtke, koja bi trebala uključivati vodič u obliku priručnika o kvaliteti i ciljeve u pogledu implementacije sustava upravljanja kvalitetom.

Istraživanje koje je provedeno tijekom 2012 godine o sustavu upravljanja kvalitetom i standardima, pokazuje dva važna uvida u razvoj i održavanje cjelokupnog koncepta sustava:

- sustavi upravljanja kvalitetom se odnose na osnovni koncept, koji se tiče okvira djelovanja tvrtke. zajedno s postupcima, sustavima, metodama i resursima, koji su potrebni za održavanje organizacijskog sustava. To se postiže kroz mjerenje učinkovitosti proizvoda i usluga proizvedenih za potrošače i klijente.
- S druge strane, organizacije koriste različite standarde u svrhu mjerenja učinkovitosti, koje na kraju vode do kupčeva zadovoljstva i organizacijske koristi od smanjenja troškova nastalih zbog prethodno loše kvalitete proizvoda<sup>119</sup>.

---

<sup>119</sup> <https://chiefexecutive.net/three-lessons-ceos-can-learn-king-hammurabi/>



### 5.2.3. ISO standardi

Međunarodna Organizacija za standardizaciju<sup>120</sup> nalazi se u Ženevi, u Švicarskoj, te je osnovana 1947.godine kako bi uspostavila i formirala zajedničke standarde koji mogu biti međunarodno priznati.

Središnje tajništvo obavlja koordinaciju među članovima. ISO organizacija je nevladina, te povezuje javni i privatni sektor. Industrije diljem svijeta motivirane su da usvoje ISO standarde zbog svojih mnogih pogodnosti. Mogu se identificirati tri glavne pogodnosti. Prva pogodnost je manje otpada, što dovodi do smanjenja troškova. Druga je činjenica da se tvrtke pozitivno diferenciraju, razlikujući tako sebe kao tvrtke koje proizvode kvalitetnu robu i kao takve postižu održivu konkurentsku prednost. Treći razlog je taj što se mogu primijeniti na lanac opskrbe i distribucijski sustav tvrtke, tako da cijeli process proizvodnje, od nabave sirovina do gotovog proizvoda može biti pokriven<sup>121</sup>.

ISO standardi su međunarodno postavljeni standardi i služe za olakšavanje kontinuiranog poboljšanja organizacijskog učinka. Postoji osam vodećih koraka ISO standarda koji su prihvaćeni u cijelom svijetu, a oni se mogu sažeti kao:

- usmjerenost na kupca, prvi i najvažniji princip jer kupci su glavni razlog za proizvodnju bilo čega
- vodstvo od strane vrhovnog menadžmenta za podizanje svijesti i motivacije među zaposlenicima
- uključenost osoblja
- procesni pristup koji uključuje određivanje ključnih odgovornosti i vještina prisutnih u organizaciji te utvrđivanje mjera za provođenje poboljšanja i njihovog praćenja
- sistemski pristup<sup>122</sup>, koji dovodi do stalnog poboljšanja, činjeničnog pristupa, koji je vrlo važan, jer se osigurava da relevantne informacije budu dostupne svima, kao i međusobne korisne povezanosti između dobavljača i tvrtki.

ISO standardi temelje se na Demingovom PDCA ciklusu. Ključ značajke ovog ciklusa su uspostavljanje sistemskog pristupa, njihovo dokumentiranje, implementacija, pregled ishoda, očuvanje sustava i njihovo poboljšanje.

---

<sup>120</sup> ISO

<sup>121</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en>

<sup>122</sup> QMS

Serijski ISO 22000 je obitelj međunarodnih standarda koji se bave upravljanjem sigurnošću hrane. Pomažu u identificiranju sigurnosnih zahtjeva bilo koje proizvodnje hrane, organizacije prerade ili pakiranja u prehrambenom lancu, pri čemu sustav pomaže u prepoznavanju elemenata koji su kritični za proizvodnju prerađene hrane kako bi se osigurala sigurnost. To se postiže primjenom standarda na sve procese kroz koji hrana prolazi, od faze sirovine do gotovog proizvoda i dalje.

Komunikacija je važna na svim razinama, uključujući međunarodne faktore i diljem opskrbnog lanca. ISO 22000 treba uskladiti sa standardima kvalitete ISO 9001<sup>123</sup>.

#### **5.2.3.1. Osobitosti ISO 9001:2015**

Sistemske pristupe poboljšanjima tvrtke mogu certificirati prema ISO 9001:2015. Vrijedi ukazati i da nema ISO 9001:2008 certifikata nakon 15. rujna 2018.

ISO 9001 je poznat kao serija ISO 9000. U različitim zemljama certifikacijska su tijela ovlaštena raznim akreditacijama. Tvrtke naplaćuju naknade od strane certifikacijskih tijela, kao i akreditacije. Prihvaćaju se certifikati koje je izdalo jedno akreditirano certifikacijsko tijelo na međunarodnoj razini od strane različitih akreditacijskih tijela. Certifikacijska tijela mogu raditi pod drugim standardom kvalitete, a to je ISO/IEC 17021. Osim toga, akreditacijska tijela rade i prema ISO/IEC 17011. Organizacije dobivaju ISO 9001 certifikate nakon detaljne revizije.

Revizija se radi na temelju opsežnog uzorka funkcija, procedura, roba i mjesta, kao i usluge, a popis pregledanih područja daje se upravi od strane revizora. Potvrda standardiziranog poslovanja se daje organizaciji ako nema velike nesukladnosti koje bi primijetio revizor. U slučaju da se nesukladnosti pronađu, tvrtka bi tada morala dati plan poboljšanja. To može sadržavati pojedinosti o korektivnim radnjama za rješavanje identificiranih problema. Kada zadovolji certifikacijsko tijelo, organizaciji se izdaje certifikat.

Vrijedi ukazati i to da se certifikat daje svakoj tvrtki na individualnoj osnovi. Primjera radi, tvrtki za izradu košarkaških lopti treba se izdati certifikat za taj proizvod. Vrlo je važno da

---

<sup>123</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en>

menadžeri tvrtki budu svjesni da ISO 9001 certifikat nije pitanje koje se pojavljuje jednom u životu, već da ima određeni datum obnove, obično svake tri godine.

ISO 9000 upravljanje kvalitetom može se podijeliti na sljedeće parametre:

- ISO 9000:2015 Uključuje osnovni jezik kao i koncepte
- ISO 9001:2015 pruža zahtjeve za sistemski pristup
- ISO 9004:2009 pruža detalje za poboljšanje sistemskog pristupa
- ISO 19011:2011 daje upute o vanjskim i internim revizijama

ISO 9001: 2015 kao sustav upravljanja dobrovoljan je. Predanost najvišeg rukovodstva ključna je za uspostavu, provedbu, održavanje i kontinuirano poboljšanje učinkovitosti sustava ISO 9001 QMS. Najviši menadžment pokazuje svoju predanost kroz vodstvo i planiranje Sustava za upravljanje kvalitetom (QMS). Kontekst organizacije, vodstva i planiranja grupirani su kao upravljački procesi. Sustav upravljanja kvalitetom (QMS) planira se i uspostavlja dokumentiranjem postupaka za procese organizacije kako bi se zadovoljile potrebe i očekivanja unutarnjih i krajnjih kupaca. Međunarodna norma ISO 9001 određuje zahtjeve sustava upravljanja kvalitetom (QMS) za dosljedno pružanje proizvoda koji zadovoljavaju kupca, primjenjive zakonske propise i regulatorne zahtjeve. Standard primjenjuju mnoge organizacije širom svijeta. ISO 9001 QMS procesi organizirani su te predstavljaju četiri koraka ciklusa Plan-Do-Check-Act (PDCA). Uspostavljeni su dokumentirani postupci i inženjerski dokumenti povezani s proizvodom za procese koji integriraju potrebe i očekivanja unutarnjih i krajnjih kupaca<sup>124</sup>.

Zahtjevi standarda ISO 9001:2015:

- organizacija mora odrediti organizacijski kontekst u kojem je aktivna
- organizacijski kontekst uključuje pitanja koja su relevantna za svoju svrhu
- relevantni su za opseg QMS-a
- relevantni su za strategiju QMS-a (ciljevi i zadaci)
- utječu na sposobnost organizacije da postigne željene rezultate i ispuni očekivanja kupaca
- interne i vanjske informacije i pitanja vezana uz kontekst organizacije moraju se pregledati kako bi se procijenile promjene koje bi mogle utjecati na ciljeve organizacije.

---

<sup>124</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en>

Norma ISO 9001:2015 temelji se na sedam načela upravljanja kvalitetom. Načela su vodilja koja pokazuje organizaciji kako pravilno voditi tvrtka i kako uspješno uskladiti ciljeve. Sedam je temeljnih načela upravljanja kvalitetom:

- Usmjerenost na kupca - ključ uspješne organizacije leži u poboljšavanju odnosa s kupcima i nastojanju da se svi njihovi zahtjevi ispune.
- Vodstvo - rukovoditelj mora stvoriti takvo okruženje zaposlenicima da ih potiče na to da je cilj organizacije kvaliteta
- Uključenost ljudi - ovo načelo stavlja vrijednost na ljudi na svim razinama organizacije.
- Procesni pristup - funkcioniranje aktivnosti kao međusobno povezani procesi pretpostavka su za djelotvornije rezultate.
- Poboljšavanje - fokus organizacije mora stalno biti usredotočen na poboljšanje uspješnosti.
- Donošenje odluka na temelju činjenica - prije željenog rezultata, temeljem analiza i vrednovanja podataka donose se odluke.
- Upravljanje odnosima - bitno je održavati odnose sa svim zainteresiranim stranama, ponajviše dobavljačima i partnerima<sup>125</sup>

ISO 9001:2015 zahtijeva od organizacije da identificira i prati unutarnja i vanjska pitanja, kao i zainteresirane strane koje su relevantne za svrhu organizacije i njezin strateški smjer. Organizacije su sada dužne razmotriti vanjska pitanja koja bi mogla utjecati na njihovu poslovnu strategiju, kao što su nova tehnologija i potencijalne tržišne sile. Zahtjev za pružanjem analize rizika u aktivnostima QMS-a ključna je razlika u normi ISO 9001:2015 u usporedbi s prethodnim revizijama. Organizacija je sada dužna procijeniti rizike i mogućnosti povezane s njezinom svrhom, poslovnom strategijom i očekivanjima zainteresiranih strana kako bi se osiguralo da QMS ispuni svoje ciljeve. Alati za kvalitetu koji se trenutačno koriste u mnogim organizacijama uključuju proces strateškog planiranja, snage-slabosti-mogućnosti-prijetnje (SWOT) analizu, skup tehnika i alata Šest sigma i programe lean proizvodnje.

Standard ISO 9001 odigrao je veliku ulogu u percepciji kvalitete i razumijevanju osiguranja kvalitete i upravljanja kvalitetom u posljednjih trideset godina. ISO 9001 poboljšava i prakse upravljanja i proizvodne procese, a ta se poboljšanja prevode u povećanje prodaje i zapošljavanje. Konačno, ISO 9001 može poboljšati sigurnost radnika kroz identifikaciju i

---

<sup>125</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en>

eliminaciju potencijalno opasnih praksa, razvoj formalnog procesa korektivnog djelovanja i institucionalizaciju rutinskih revizija i pregleda menadžmenta. Neki kritičari sugeriraju da takva formalizacija i dokumentiranje radnih praksa može negativno utjecati na zaposlenike, primjerice smanjenjem zahtjeva za vještinama ili povećanjem kumulativnih traumatskih poremećaja.

Kvaliteta sa stajališta potrošača odnosi se na razinu do koje određeni proizvod ili usluga zadovoljava potrebe kupca. KANO model služi kao dobra osnova za analizu kvalitete nekog proizvoda ili usluge sa stajališta potrošača. Kvaliteta sa stajališta proizvođača odnosi se na uspjeh određenog proizvoda na tržištu, a podrazumijeva analizu kvalitete koncepcije, konstrukcije i izvedbe određenog proizvoda ili usluge. Kvaliteta koncepcije pokazuje koliko su kvaliteta i sustavi upravljanja kvalitetom dizajn određenog proizvoda ili usluge prilagođen zadovoljavanju potreba kupca<sup>126</sup>.

Provjeravanje normi nužno je zbog neprestanog poboljšavanja i zadovoljenja potreba korisnika. Ono se provodi svakih pet godina. Rezultati provjera ukazuju na eventualnu nužnost novog izdavanja norme. Za procjenu je zadužen tehnički odbor za upravljanje kvalitetom. Norme zadržavaju međunarodni standard održavanjem striktno dokumentacije za lakše prepoznavanje grešaka, stvaranje poslovanja na temelju kvalitete i održavanje određene razine kvalitete. Iako ISO 9001: 2015 nije nužan, iznimno je poželjan u organizaciji.

Organizacija provodi interne revizije u planiranim intervalima kako bi pružila informacije o tome je li sustav upravljanja kvalitetom učinkovito proveden i održava li se te je li u skladu s nadležnim tijelima. Organizaciju koja prvi put traži registraciju na ISO 9001:2015 treba pružiti dokaze da je provela internu reviziju svih klauzula u ISO 9001:2015. Osim toga treba pokazati i da je „u skladu s vlastitim zahtjevima organizacije za svoj sustav upravljanja kvalitetom.“ Kako bi se ispunio taj zahtjev, dokazi o unutarnjoj reviziji moraju pokazati da organizacijske prakse odgovaraju njezinu tumačenju norme ISO 9001:2015, kao i s povezanim dokumentiranim informacijama.

---

<sup>126</sup> <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/6-steps-to-prep-your-organization-for-ISO-9001-certification>

U odnosu na njihov učinak ili mogući učinak na sposobnost organizacije da dosljedno isporučuje proizvod i uslugu koji udovoljavaju zahtjevima kupca i primjenjivim zahtjevima zakona i propisima, organizacija razmatra:

- zainteresirane strane relevantne za integrirani sustav upravljanja
- zahtjeve tih zainteresiranih strana koji su relevantni za integrirani sustav upravljanja
- koje od tih potreba i očekivanja organizacija prihvaća kao obavezu ispunjenja.

Stoga je jedan od zahtjeva norme ISO 9000:2015 u sustavu upravljanja kvalitetom odrediti:

- Tko su zainteresirane strane?
- Koji su njihovi zahtjevi relevantni za sustav upravljanja kvalitetom?

Zbog važnosti za uspjeh organizacije, svakako treba uzeti u obzir relevantne zainteresirane strane. Zainteresirane strane mogu biti:

- kupci
- ljudi u organizaciji (zaposlenici)
- vlasnici/ulagači/dioničari
- banke
- dobavljači
- partner
- društvo.

Obično se dijele na vanjske i unutarnje skupine dionika. Zainteresirane su strane identificirane sa sljedećim pitanjima, na temelju skupina dionika X:

- Interna domena koju kontrolira organizacija – tko je izravno uključen u isporuku usluga organizacije ili u proizvodnju njezinih proizvoda?
- Vanjsko, blisko područje koje surađuje s organizacijom – tko utječe na proizvodnju proizvoda ili pružanje usluga?
- Eksterno, udaljeno područje koje je neizravno povezano s organizacijom – tko je pogođen ili se osjeća pogođenim aktivnostima organizacije? <sup>127</sup>

Zainteresirane strane često se također nazivaju stakeholderima.

---

<sup>127</sup> <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/6-steps-to-prep-your-organization-for-ISO-9001-certification>

Organizacija je u dinamičnom okruženju sa svojim dionicima. To znači da se npr. pozicije mogu brzo mijenjati. Stoga je imperativ institucionalizirati „praćenje“ zahtjeva zainteresiranih strana kako bi se promjenjivi zahtjevi mogli fleksibilno zadovoljiti odgovarajućim znanjima i mjerama.

ISO 9001: 2015 sustav upravljanja kvalitetom nudi različite metode za razvoj konteksta, ovisno o vrsti i veličini organizacije. Jednostavna metoda može biti rad u timu pomoću kontrolne liste s godišnjim ažuriranjima.

Tipična pitanja za određivanje internih i vanjskih tema mogu biti:

- Što traži tržište?
- Koje su društvene promjene prepoznatljive?
- Koje nove tehnologije i procesi utječu na nas?
- Koje zakonske izmjene treba uzeti u obzir?
- Kako se razvijaju opći gospodarski uvjeti?
- Koji su zahtjevi za našu izvedbu?
- Koji su unutarnji odnosi u grupi relevantni?

Posljednja revizija norme u 2015. godini stavila je poseban naglasak na analizu okruženja organizacije te njezino upravljanje rizicima<sup>128</sup>.

### **5.2.3.2. Osobitosti ISO 22000**

ISO 22000 primjenjuje se na svaku organizaciju koja je dio ili je u kontaktu s prehrambenom industrijom ili prehrambenim lancem, bez obzira na veličinu organizacije (ili gdje se nalazi duž prehrambenog lanca). ISO 22000 je važan za prehrambenu industriju jer pruža okvir za mjerenje i procjenu rizika i učinka u pogledu sigurnosti hrane, uključujući sve aspekte opskrbnog lanca.

Prema Međunarodnoj organizaciji za standardizaciju (2016.), ISO 22000 je nazvana obitelj standarda ISO 22000. Neki od njih su:

---

<sup>128</sup> <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/6-steps-to-prep-your-organization-for-ISO-9001-certification>

- ISO 22000: Ovo osigurava zahtjeve za prehrambeni lanac svake tvrtke
- ISO 22001: Ovo nudi smjernice za primjenu ISO 9001:2000 na industriju hrane i pića
- ISO/TS 22002: Sadrži pojedinosti o sustavima koji se odnose na sigurnost hrane.  
Osim toga, prvi dio se bavi proizvodnjom hrane.
- ISO/TS 22003: Ovo daje pojedinosti o certifikaciji kao i reviziji FSMS.
- ISO/TS 22004: Ovo uključuje smjernice o primjeni ISO 22000:2005.
- ISO 22005: Ovo se odnosi na sljedivost u lancima hrane i hrane za životinje.
- ISO 22006: Ovaj prodaje detalje o tome kako se ISO 9002:2000 može primijeniti kod upravljanja usjevima<sup>129</sup>.

ISO 22000 potvrđuje sposobnost usklađenosti s higijenskim standardima, HACCP<sup>130</sup> postupcima za sigurnost hrane i potvrđuje da organizacija ima robustan sustav upravljanja sigurnošću hrane.

ISO 22000:2018 Sustav upravljanja sigurnošću hrane je globalni standard za osiguranje sigurnih lanaca opskrbe hranom i pružanje okvira za međunarodne zahtjeve ujednačenosti.

ISO 22000 postavlja zahtjeve za sustav upravljanja sigurnošću hrane i organizacija može biti certificirana prema njemu. On prikazuje što organizacija treba učiniti kako bi pokazala svoju sposobnost kontrole opasnosti od sigurnosti hrane kako bi osigurala da je hrana sigurna. ISO 22000 je međunarodno priznati standard koji kombinira ISO 9001 pristup upravljanju sigurnošću hrane i HACCP za osiguranje hrane sigurnost na svim razinama.

Standard prikazuje kako organizacija može pokazati svoju sposobnost kontrole sigurnosnih opasnosti kako bi osigurala da je hrana sigurna sukladno načelu ISO 22000.

Načela upravljanja prema ISO 22000 za sigurnost hrane su:

- usredotočenje na kupca
- vodstvo;
- angažman ljudi;
- procesni pristup;

<sup>129</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en>

<sup>130</sup> O potonjem će biti riječ u okviru poglavlja 4.3. ovog rada



- poboljšanje;
- donošenje odluka na temelju dokaza;
- menadžment veza

ISO 22000 opisuje ključne elemente za sigurnost hrane. Kako bi se osigurala sigurnost hrane duž prehrambenog lanca, ISO 22000 kombinira sljedeće opće priznate ključne elemente: interaktivnu komunikaciju; upravljanje sustavom; programi preduvjeta; te načela analize opasnosti i kritične kontrolne točke.

ISO 22000 se može primijeniti na bilo koju tvrtku u poslovanju s hranom, kao što je od polja do trgovine, uključujući uzgajivače, transportere, pakere, prerađivače, trgovce na malo, punionice i restorane.

Prednosti ISO sustava očituju se u smislu da je moguće ugraditi međunarodno priznate procese upravljanja sigurnošću hrane u svoje poslovanje, ojačati kontrole upravljanja rizikom u cijelom lancu opskrbe hranom, kao i poboljšati povjerenje kupaca, dobavljača i drugih dionika u sigurnost hrane i svoju sposobnost smanjenja zdravstvenih rizika.

Često se postavlja pitanje razlike između ISO 9001 i ISO 22000. Standard ISO 9001 je standard sustava upravljanja kvalitetom. Standard ISO 22000 je standard sustava upravljanja sigurnošću hrane. Standard ISO 9001 temelj je svih sustava kvalitete i može ga primijeniti širok raspon organizacija i organizacija, velikih i malih. Certifikacija ISO 22000 namijenjena je organizacijama koje žele uspostaviti fokusiraniji, koherentniji i integriraniji sustav nego što je to uobičajeno propisano zakonom. Standard zahtijeva ispunjavanje svih primjenjivih zakonskih i regulatornih kriterija u vezi sa sigurnošću hrane u svom sustavu sigurnosti hrane.

Prednosti implementacije ISO 22000 2018 u prehrambeno poslovanje očituju se kao:

- Poboljšano korištenje resursa na svjetskoj razini
- Povećana dobit u tvrtkama
- Kvalitetniji poslovi u prehrambenoj industriji
- Poboljšan gospodarski rast
- Sigurnije osiguranje hrane
- Smanjene stope bolesti koje se prenose hranom

- Učinkovito dokumentiranje tehnika, postupaka i metoda

Prema standardima ISO 22000 2018, najviše rukovodstvo obnaša vodstvo i predanost u skladu s normama. Standardi nastavljaju definirati “top management” kao bilo koju skupinu ili osobu koja je zadužena za kontrolu ili usmjeravanje organizacije, visoko u njezinoj hijerarhiji ovlasti. Najnovija verzija ISO 22000 je ISO 22000:2018, koja je objavljena 19. lipnja 2018.godine, te predstavlja međunarodni standard<sup>131</sup>.

ISO 22000 bavi se sigurnošću hrane i smatra se uobičajenim derivatom ISO 9000. Sigurnost hrane se bavi postojanjem problema u vezi s hranom na mjestu uporabe. Rizici za sigurnost hrane prisutni su u prehrambenom lancu i mogu se manifestirati se u bilo kojem trenutku, zbog čega je od temeljne važnosti kontrolirati ih. Posljedično, potreban je zajednički pristup za sve strane u lancu ishrane.

Osnovne komponente sustava upravljanja sigurnošću hrane prema ISO 22000 uključuju:

- komunikaciju između svih dionika na svim razinama;
- načela povezana s analizom opasnosti i kritičnom kontrolnom točkom (HACCP);
- upravljanje sustavom;
- preduvjetni programi i planovi.

Različiti znanstvenici iznijeli su kritičke osvrte na gore navedene komponente. Autor Jayasinghe u svojoj studiji iz 2016. godine smatra da je komunikacija i uzvodno i nizvodno najvažniji čimbenik i da je neophodno u lancu ishrane osigurati da su svi relevantni rizici za sigurnost hrane prepoznati i učinkovito obrađeni u svakoj od faza. Kada se identificiraju potencijalni rizici i kada se učinkovito rješava upravljanje, onda se učinkovito mogu zadovoljiti zahtjevi kupaca kao i dobavljača<sup>132</sup>.

Može se reći da su putem ISO 22000 uspostavljeni vrlo korisni i učinkoviti sustavi sigurnosti hrane, te da su razvijeni kao dio strukturiranih sustava upravljanja i ugrađeni u opći menadžment tvrtke.

---

<sup>131</sup> [http://www.icspl.org/Avaliblefile/FSMS\\_Rev.pdf](http://www.icspl.org/Avaliblefile/FSMS_Rev.pdf)

<sup>132</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en>

ISO 22000 postavlja zahtjeve za sustav upravljanja sigurnošću hrane i može biti certificiran prema njemu. On prikazuje što organizacija treba učiniti kako bi pokazala svoju sposobnost kontrole opasnosti za sigurnost hrane kako bi osigurala da je hrana sigurna. Često se postavlja pitanje koja je razlika između ISO 22000 i ISO 22001. ISO 22000 Sustavi upravljanja sigurnošću hrane predstavljaju zahtjeve za svaku organizaciju u lancu hrane. ISO 22001 donosi smjernice za primjenu ISO 9001:2000 za industriju hrane i pića, te kao takav zamjenjuje ISO 15161:2001, koji je povučen.

ISO 22000 i ISO 9001 usklađeni su, kako bi se poboljšala njihova kompatibilnost u dvostrukoj uporabi. ISO 22000 se može primijeniti odvojeno od ostalih menadžment standarda sustava. Prisutne su razlike između ISO 9001 i ISO 22000. I dok ima nekih većih, druge razlike su sasvim manje. I ISO 9001 i ISO 22000 imaju određene odjeljke koji govore o pojedinostima sustava upravljanja kvalitetom.

Standard ISO 9001 je standard sustava upravljanja kvalitetom. Standard ISO 22000 je standard sustava upravljanja sigurnošću hrane. Norma ISO 9001 temelj je svih sustava kvalitete i može je primijeniti širok raspon organizacija i organizacija, velikih i malih. S obzirom na same procedure, složenost vođenja evidencije uvelike će ovisiti o prirodi i složenosti poslovanja. Cilj bi trebao biti osigurati održavanje kontrole bez generiranja pretjerane papirologije.

Glavna ideja oba standarda je slična, ali je malo razlika, koje se odnose na opće zahtjeve, zahtjeve dokumentacije, politike sigurnosti hrane, interne komunikacija i kontinuiranog poboljšanja. Općenito, postoje razlike u formulaciji oba standarda, dok je potrebna dokumentacija za ISO 9001 detaljnija. Najvažnija razlika u ova dva standarda je ta što kod ISO 22000 nisu dopuštena izuzeća, kao i u tome da ISO 22000 naglašava usklađenost sa zakonskim propisima o sigurnosti hrane i zahtjevima kupaca, koji nisu dio ISO 9001.

Prema ISO-u 22000, različite potencijalne opasnosti za koje se može racionalno predvidjeti da će se pojaviti u prehrambenom lancu treba identificirati i ocijeniti prije nego što ih se dokumentira.

ISO 22000 pomaže u procjeni i mjerenju potreba kupaca i prikazivanju usklađenost sa sustavima sigurnosti hrane kako bi se poboljšalo zadovoljstvo kupaca. Sustavi koje je potrebno uspostaviti korisni su za učinkovito komuniciranje bilo kojih sigurnosnih problema povezanih

s lancem hrane za različite dionike, uključujući kupce, dobavljače i druge strane. Sustav rigoroznog upravljanja sigurnošću hrane je ključan za deklariranje usklađenosti s ISO 22000 standardom<sup>133</sup>.

### **5.3. Analiza HACCP sustava po pitanje sigurnosti hrane**

U praksi je prisutno pet identificiranih opasnosti po pitanju sigurnosti hrane, tako da opasnosti od hrane mogu biti biološke, kemijske, fizičke, alergološke, nutritivne i/ili povezane s biotehnologijom. Potencijalno opasna hrana odnosi se na sirovo i kuhano meso ili hranu koja sadrži meso kao što su primjerice lasanje, zatim to su mliječni proizvodi kao što su mlijeko, krema i deserti na bazi mliječnih proizvoda, kao i plodovi mora, prerađeno ili rezano voće i povrće, kao što su salate, ali i kuhana riža i tjestenina, te svakako meso, kao i narezano delikatesno meso.

HACCP, čita se „hasap“, je engleska kratica za Hazard Analysis and Critical Control Point. Možemo ga definirati kao proces analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka, koji obuhvaća cijeli niz preventivnih postupaka s krajnjim ciljem osiguravanja zdravstveno ispravne hrane. Baziran je na znanstvenim činjenicama. Najjednostavnije se može reći da je HACCP zapravo sustav samokontrole, ali i sustav kvalitete kojim osiguravamo neškodljivost hrane.

HACCP je toliko važan jer daje prioritete i kontrolira potencijalne opasnosti u proizvodnji hrane, te kontrolira glavne rizike u vezi s hranom, kao što su mikrobiološka, kemijska i fizička onečišćenja, te pruža okvir za sigurnu proizvodnju hrane i dokazivanje da je sigurno proizvedena.

Kritične kontrolne točke nalaze se na svakom koraku gdje se opasnosti mogu spriječiti, eliminirati ili smanjiti na prihvatljive razine. Primjeri HACCP mogu uključivati termičku obradu, hlađenje, ispitivanje sastojaka na kemijske ostatke, kontrolu formulacije proizvoda i ispitivanje proizvoda na metalna onečišćenja.

U RH, od 01.01.2009. prema Zakonu o hrani (NN 46/07) „Subjekti u poslovanju s hranom moraju uspostaviti i provoditi redovite kontrole higijenskih uvjeta u svim fazama

---

<sup>133</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en>

proizvodnje, prerade i distribucije hrane, osim na razini primarne proizvodnje i pripadajućih djelatnosti, u svakom objektu pod njihovom kontrolom, provedbom preventivnog postupka samokontrole, razvijenog u skladu s načelima HACCP-a. To u prijevodu znači da je uvođenje HACCP sustava obveza svih koji rade s hranom, kao što su:

- Ugostiteljski objekti (hoteli, restorani, catering objekti, konobe, pizzerije, bistroi...)
- Slastičarnice i pekarnice
- Mesnice
- Trgovine prehrane
- Objekti društvene prehrane (menze, domovi, dječji vrtići, škole...)

Naravno, obveza je i drugih sudionika u proizvodnji i trgovini hrane – „od polja do stola“ da se drže ovih načela<sup>134</sup>.

Najčešće se imenuje četiri vrste opasnosti od hrane, koje treba uzeti u obzir, a to su:

- Mikrobiološke opasnosti

Mikrobiološke opasnosti uključuju bakterije, kvasce, plijesni i viruse.

- Kemijske opasnosti
- Fizičke opasnosti
- Alergeni

Poznato je 12 koraka za razvoj HACCP plana, a to su:

- Okupiti HACCP tim
- Opisati proizvod
- Identificirati namjeravanu upotrebu i potrošače
- Konstruirati dijagram toka za opisivanje procesa
- Potvrda dijagrama toka na licu mjesta
- Provedba analize opasnosti (načelo 1)
- Odredba kritične kontrolne točke<sup>135</sup> (načelo 2)

Pet preliminarnih koraka HACCP uključuju:

- (1) izgradnju HACCP tima

---

<sup>134</sup> <https://www.zzzjdnz.hr/usluge/haccp>

<sup>135</sup> CCP

- (2) opisivanje proizvoda i njegovu distribuciju
- (3) namjeravanu upotrebu proizvoda i ciljnog potrošača
- (4) razvoj dijagrama tijeka procesa i
- (5) provjeru

Navedenih je pet preliminarnih koraka HACCP potrebno ispuniti u pripremi za 7 HACCP principa. Postoji sedam principa HACCP-a. Sustav upravljanja sigurnošću hrane temeljen na ovih sedam načela omogućit će identificiranje i kontrolu opasnosti, prije nego što dođe do ugroze sigurnosti hrane i zdravlja kupaca.

Glavna uloga i funkcije HACCP tima su razvoj, implementacija i održavanje učinkovitog HACCP sustava, koji ispunjava zakonske zahtjeve, standarde kodeksa prakse i štiti potrošače od štete.

Prednosti HACCP-a su brojne. HACCP sustav se može primijeniti u cijelom prehrambenom lancu od primarnog proizvođača do krajnjeg potrošača. Osim poboljšanja sigurnosti hrane, druge prednosti primjene HACCP-a uključuju učinkovitije korištenje resursa i pravodobniji odgovor na probleme sigurnosti hrane.

Prednosti provedbe HACCP plana sadržane su u sljedećim benefitima:

- Smanjenje gubitka proizvoda

Preduvjetni programi, kao što su standardni operativni postupci<sup>136</sup>, temelj su HACCP-a, a to su:

- Povećanje kvalitete proizvoda
- Bolja kontrola zaliha
- Dosljednost u pripremi proizvoda
- Povećanje dobiti

HACCP certifikati o obuci ne istječu i ne postoje regulatorni zahtjevi, koji se odnose na kontinuirano obrazovanje. U praksi se često postavlja pitanje koliko dugo vrijedi HACCP certifikat. Međutim, drugo je pitanje koliko dugo traje HACCP certifikat, te je ovdje odgovor da oni traju 3 godine. Potvrda o tečaju osvježanja znanja vrijedi 3 godine.

---

<sup>136</sup> SOP

U praksi se često postavlja pitanje odnosa ISO 22000 i HACCP-a. ISO 22000 integrira principe sustava analize opasnosti i kritične kontrolne točke (HACCP) pomoću zahtjeva, koji se mogu provjeravati, te kombinirati s HACCP planom s preduvjetnim programima.<sup>137</sup> ISO 22000 zahtijeva analizu rizika, kako bi se ocijenili svi identificirani standardi sigurnosti hrane. HACCP koristi tradicionalnu ideju kontrolnih mjera, koje spadaju u dvije skupine, a to su preduvjeti i mjere koje se primjenjuju na kritičnim kontrolnim točkama.

Dok je HACCP usredotočen isključivo na sigurnost hrane, ISO ide dalje. ISO također promatra poslovne procese i strukture. ISO certifikacija je neovisna, što znači da organizacija može sama odlučiti želi li je prihvatiti ili ne. HACCP se može smatrati sustavom upravljanja kvalitetom jer je to aktivnost koja pomaže osigurati postizanje cilja proizvodnje sigurne hrane. Mnoge tvrtke temelje svoj sustav kvalitete na međunarodnoj seriji standarda ISO 9000, koji je ekvivalentan EN 29000 i BS 5750.

Razlika između HACCP-a i ISO 22000 je u tome što je ISO 22000 širi međunarodni sustav. ISO 22000 uključuje načela i propise HACCP-a, ali je širi okvir koji se koristi kao sustav upravljanja. ISO 22000 omogućuje stalno poboljšanje performansi u upravljanju sigurnošću hrane i proizvodnjom hrane.

ISO 22000 je širi sustav sigurnosti hrane, koji se u potpunosti temelji na načelima kvalitete. HACCP je alat za upravljanje rizikom, koji sprječava da se opasnosti za sigurnost hrane uopće pojave. ISO 22000 uključuje HACCP principe i propise.

Analiza opasnosti je najvažniji princip koji se koristi u HACCP planu. Ova kritična praksa identificira biološke, kemijske ili fizičke opasnosti, koje bi se mogle pojaviti u svakom koraku proizvodnog procesa. U praksi se često postavlja pitanje kako napisati HACCP plan, te se isti može sažeti u sedam koraka:

- Izvršiti analizu opasnosti
- Odrediti kritične kontrolne točke<sup>138</sup>
- Postaviti kritične granice

---

<sup>137</sup> PRP  
<sup>138</sup> CCP

- Uspostaviti sustav nadzora
- Uspostaviti korektivne radnje
- Uspostaviti postupke provjere
- Uspostavite procedure vođenja evidencije

Kao jedna od najvažnijih spominje se i HACCP timska vještina. Tim bi trebao posjedovati odgovarajuće tehničko znanje za prepoznavanje relevantnih opasnosti i odgovarajuće kontrole. Tim bi također trebao uključivati članove s dovoljnim praktičnim znanjem o procesu za savjetovanje o praktičnosti provedbe takvih kontrola.

Organizacije se često znaju pitati da li im je potreban HACCP certifikat. U pravilu, tvrtke koje proizvode sokove i plodove mora moraju imati HACCP sustav, ali za tvrtke u mliječnoj industriji postoje alternativni, dobrovoljni programi. Ponekad zahtjev može uključivati HACCP plan bez certifikacije, ali pojedinci i dalje mogu odlučiti dobiti certifikat.

U praksi se često postavlja pitanje je li HACCP certifikacija obavezna. Iako vrlo važan, HACCP proces nije obavezan za većinu prehrambenih tvrtki. Unatoč toj činjenici, nekoliko operacija koje su pod sustavom HACCP smatraju se kritičnim i neprocjenjivim za održavanje sigurnosti hrane. Primjer za to je postizanje kritične unutarnje temperature tijekom kuhanja.

Kako je vidljivo, ključni korak u bilo kojem planu sigurnosti hrane ili HACCP planu je identificiranje svih mogućih opasnosti za sigurnost hrane koje bi se mogle pojaviti u poslovanju. Za vrijeme dok se radi analiza opasnosti, važno je za tvrtku identificirati strategiju, koja će se koristiti za jamčenje kontrole opasnosti uz pomoć HACCP plana, kao i preduvjetnim programima.

#### **5.4. Značajke IFS Food standarda za hranu**

IFS Food je međunarodni standard za ocjenjivanje usklađenosti proizvoda i procesa u odnosu na sigurnost i kvalitetu hrane. Standard za hranu IFS primjenjuje se na dobavljače u svim fazama prerade hrane nakon poljoprivredne faze. IFS zadovoljava kriterije Globalne inicijative za sigurnost hrane – GFSI.



Kontrolna lista za ocjenjivanje usklađena je s GFSI zahtjevima za usporedbu, FSMA i propisima EU. Zahtjevi se odnose na sustav upravljanja kvalitetom, HACCP sustav (analiza opasnosti i kritične kontrolne točke) i detaljne preduvjetne programe uključujući GMP (Dobra proizvođačka praksa), GLP (Dobra laboratorijska praksa) GHP (Dobra higijenska praksa). Također uključuje zahtjeve vezane uz razvoj pozitivne kulture sigurnosti hrane.

Trgovci na malo kao i proizvođači hrane zahtijevaju IFS certifikat za hranu od dobavljača koji su uključeni u njihov opskrbeni lanac. Posjedovanje zajedničkog standarda i jedinstvenog načina procjene razine kvalitete dobavljača smanjuje potrebu za auditima druge strane. Za trgovce na malo, proizvođače i dobavljače upravljanje lancem opskrbe postaje dosljedniji i učinkovitiji. Smanjuje ukupne troškove procesa i povećava razinu sigurnosti za kupce, dobavljače i potrošače.

Standard omogućuje organizaciji:

- Pružiti dokaze o predanosti i, u slučaju incidenta sa sigurnošću hrane, pravnu obranu u okviru koncepta dubinske analize
- Izgraditi i upravljati sustavom upravljanja koji organizaciji može pomoći bolje ispuniti zahtjeve kvalitete/sigurnosti hrane i zakonsku usklađenost, s posebnim osvrtom na zakonodavstvo primjenjivo u zemljama u kojima se konzumira gotov proizvod
- Osigurati alat za poboljšanje učinkovitosti sigurnosti hrane i sredstva za učinkovito praćenje i mjerenje učinkovitosti sigurnosti hrane
- Olakšati smanjenje otpada proizvoda, preradu proizvoda i povlačenje proizvoda

Kako bi organizacija dobila certifikat, prvo mora implementirati sustav upravljanja kvalitetom i sigurnošću hrane u skladu sa zahtjevima standarda<sup>139</sup>.

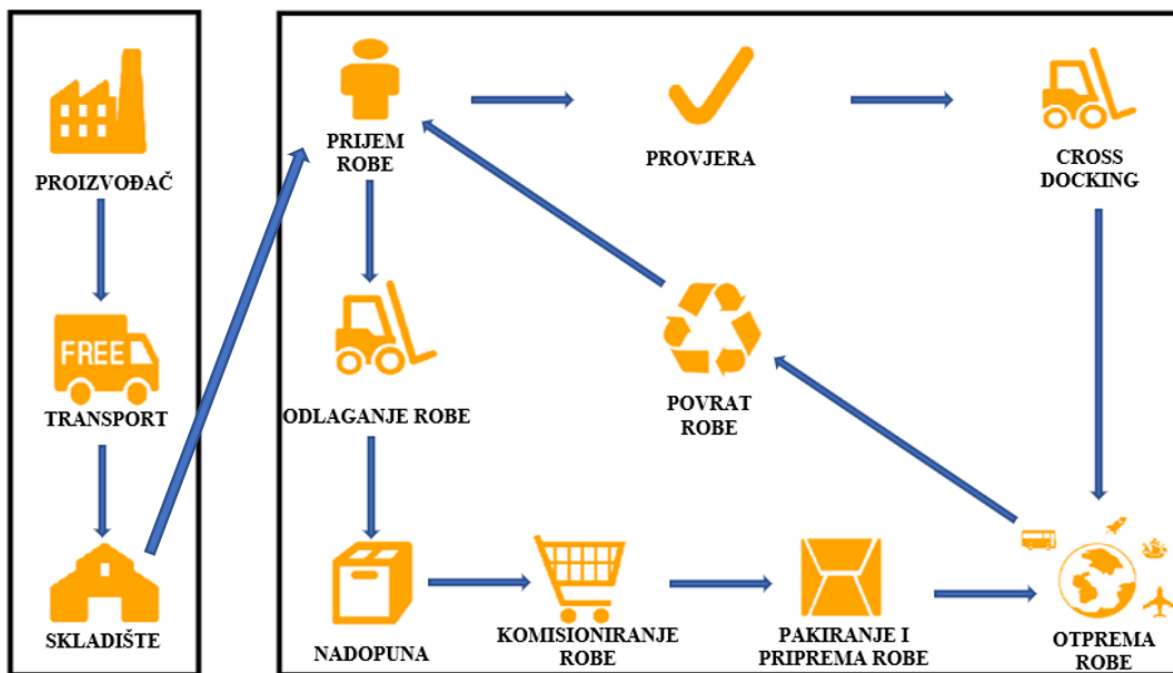
---

<sup>139</sup> <https://www.dnv.hr/services/ifs-standard-hrane-5172>

## **6. Analiza skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu na primjeru centralnog skladišta**

Vrlo često se događa da proizvođači nemaju dovoljno skladišnog prostora nakon što konačni proizvod bude proizveden. Stoga se proizvođači često odlučuju na vanjske davatelje usluga skladištenja koji kao centralno skladište, osim usluge čuvanja robe na određenim temperaturama, nude i usluge komisioniranja, etiketiranja, prepakiranja i ostalih usluga s dodanom vrijednošću, pa i u konačnici isporuku na prodajno mjesto. U današnje vrijeme davatelju logističkih usluga optimizacija skladišnog poslovanja predstavlja velike izazove u više područja unutar skladišta, sve s ciljem da razina usluge bude vrlo visoka sa što manjim financijskim troškovima.

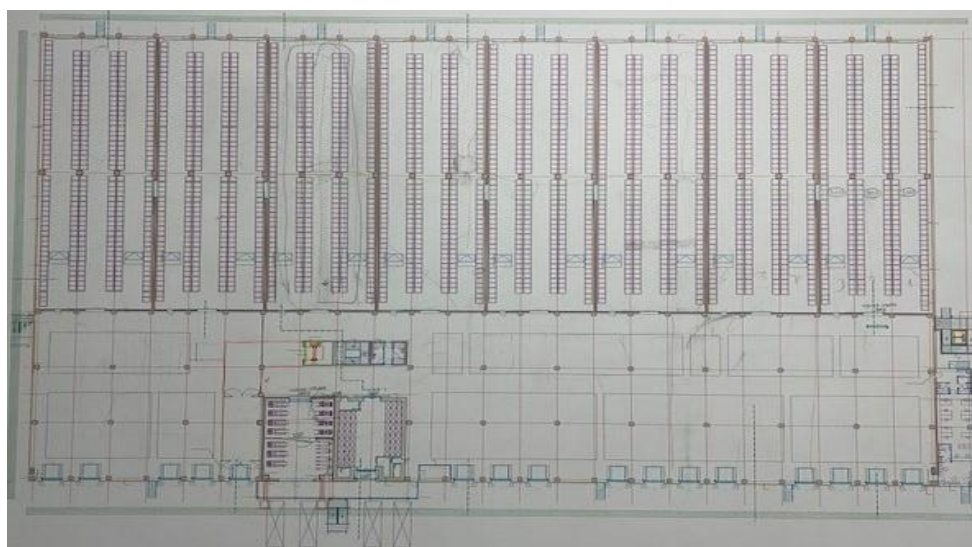
Istraživanja i analize su provedena u periodu od 10 radnih dana u logističko distributivnom centru jedne private tvrtke koje nudi uslugu skladištenja robe, komisioniranja te mikrodistribuciju komisionirane robe na prodajno mjesto. Skladište radi u tri smjene 24 sata, 7 dana u tjednu, a sustav funkcionira na način da se narudžbe od strane kupca ili trgovačkog putnika zaprimaju radnim danima do 16:00h za isporuku prvi sljedeći dan po hodogramu. Iz centralnog skladišta u Zagrebu, roba se otprema prema regionalnim skladištima u Rijeci, Splitu, Zadru i Osijeku odakle se vrši mikrodistribucija. Trenutni kapacitet skladišta u Zagrebu u kontroliranim temperaturnim uvjetima i rasponu temperature od  $-21^{\circ}\text{C}$  do  $+18^{\circ}\text{C}$  (hlađeni, duboko smrznuti i ambijentalni režim) iznosi 10.250 paletnih mjesta, te obuhvaća  $10.500\text{ m}^2$  od čega se  $4.000\text{ m}^2$  odnosi na cross dock zonu i zone za manipulaciju. Skladište sadrži 16 ukrcajno-iskrcajne rampe čija se uloga mijenja ovisno o potrebi, odnosno situaciji u skladištu. Suvremena skladišna oprema i moderan WMS sustav upravljanja skladišnim operacijama osiguravaju najvišu kvalitetu usluge, uz potpuno poštivanje integriteta hladnog lanca od preuzimanja preko skladišnih manipulacija do isporuke robe. Na slici 1 je prikazan protok robe kroz promatrano skladište, a detalji svakog procesa su pojašnjeni u nastavku.



**Slika 1.** Prikaz protoka robe kroz skladište

Izvor: izradio autor

Cilj istraživanja je dobiti rezultate mjerenja koja bi ukazala na eventualna uska grla u procesu skladišnog poslovanja te ponuditi optimalna rješenja. Osim korištenja relevantne literature, kako bi se došlo do što učinkovitijeg zaključka, obavljane su i konzultacije sa stručnim osobljem. U nastavku na slici 2 je prikaz promatranog skladišta u kojem je izvršena analiza.



**Slika 2.** Prikaz promatranog skladišta

Izvor: izradio autor

## 6.1. Proces zaprimanja robe

Jedan od osnovnih procesa u skladištu je proces zaprimanja robe. Prijem robe započinje tako da se vozač javi na prozor prijema gdje predaje prateću dokumentaciju koja prati robu te se zatim obavlja administrativni dio koji se odnosi na provjeru dokumentacije i izradu primke. Slika 3 prikazuje prijavu vozača i predaju dokumentacije na šalter prijema robe.

Dokumentacija koju je potrebno predati kako bi se roba mogla zaprimiti:

- Teretni list (ili CMR u slučaju da se radi o međunarodnom transportu)
- Otpremnica
- Carinska dokumentacija (ukoliko je roba podložna carinskom postupku)
- Temperaturni ispis

Nakon što se izradi primka, vozača se upućuje prema iskrcajnoj rampi koja se dodjeljuje na način da put od iskrcajne rampe do komore gdje se roba treba smjestiti bude što kraći.



**Slika 3.** Prijava vozača na prozor prijema robe

Izvor: izradio autor

Također treba napomenuti da najvažniji kriterij za propuštanje vozila prema iskrcajnoj rampi predstavlja temperaturni ispis koji je prikazan na slici 4.



**Slika 4.** Temperaturni ispis

Izvor: izradio autor

Slika 5 prikazuje situaciju kada djelatnik prijema robe nakon otvaranja vozila sumnja u ispravnost temperaturnog ispisa. U tom slučaju dužan je zabiti termometar izravno u proizvod kako bi se izvršila dodatna provjera. Ukoliko temperatura nije sukladna propisima krše se pravila HACCP-a čime se prijem robe automatski odbija te se roba vraća dobavljaču.



**Slika 5.** Mjerenje temperature proizvoda

Izvor: izradio autor

Nakon što se ustanovi da se može obaviti iskrcaj iz vozila i obavi se iskrcaj robe, djelatnik prijema putem skenera očitava kod sa primke nakon čega počinje i sustavno zaprimanje robe. Svaku paletu posebno pregledava i usklađuje podatke sa primke što je prikazano na slici 6. Kod svake palete je potrebno obratiti pažnju da ambalaža ima ispravnu deklaraciju i odgovarajući broj komada u kartonskoj kutiji, ispravan rok trajanja te odgovarajuću šaržu. Nakon pregleda proces zaprimanja se dovršava tako da se pregledana roba označi naljepnicom sa bar kodom. Naljepnica s bar kodom omogućuje praćenje proizvoda kroz sustav, počevši od zaprimanja do otpreme robe.



**Slika 6.** Zaprimanje robe

Izvor: izradio autor

Vrlo često se događa da je dio robe oštećen kao što je to primjer na slici 7 ili radi o nagnutoj robi koja nije prikladna za manipulaciju.



**Slika 7.** Prikaz oštećene robe

Izvor: izradio autor

Primjeri nagnute robe su evidentirani na slikama 8 i 9. Osim opasnosti od prevrtanja prilikom bilo kakve manipulacije, robu nije moguće fizički smjestiti u regale.



**Slika 8.** Prvi primjer nagnute robe

Izvor: izradio autor



U oba slučaja se problematični dio robe umanjuje sa primke te odvajaju sa strane kako bi se vratilo proizvođaču na ponovni pregled, prepakiranje i preslagivanje ukoliko se to pokaže potrebnim.



**Slika 9.** Drugi primjer nagnute robe

Izvor: izradio autor

Kako bi dobavljač što bolje iskoristio teretni prostor u kojem dostavlja robu, često se događa da više artikala isporučuje na jednoj paleti kao što je to prikazano na slici 10. Takva isporuka znatno smanjuje brzinu zaprimanja robe nakon iskrcaja, iz razloga što je robu potrebno razložiti na način da jedan artikl sa jednom šaržom bude na jednoj paleti. To je jedini način na koji se može ispratiti sljedivost proizvoda te se ovakvom praksom poštuje FEFO metoda.





**Slika 10.** Primjer palete s više artikala

Izvor: izradio autor

Prilikom istraživanja u deset radnih dana na iskrcaj robe je stiglo 238 kamiona, odnosno 7.037 paleta robe. Prikaz mjerenja je evidentiran u tablici 1., a iz tablice je moguće primijetiti da je utorak dan kada je ulaz robe u skladište slabiji u odnosu na ostale dane. Proces od trenutka prijave vozača za iskrcaj robe do trenutka završetka zaprimanja robe u prosjeku je trajao 43 minute.

Dan	Broj kamiona	Broj paleta
Ponedjeljak	26	750
Utorak	18	598
Srijeda	23	660
Četvrtak	24	649
Petak	29	810
Ponedjeljak	27	756
Utorak	21	612
Srijeda	24	634
Četvrtak	22	790
Petak	24	778

**Tablica 1.** Prikaz ulaznih isporuka

Izvor: izradio autor

## 6.2. Proces uskladištenja robe

Nakon što se roba zaprimi potrebno je istu smjestiti po komorama, sukladno temperaturnom režimu koju roba zahtijeva. Viličaristi izlaze iz komora te dolaze po robu u prijemnu zonu, skeniraju zaprimljenu paletu nakon čega se na skeneru vidi obavijest na koju lokaciju je potrebno spremi skeniranu paletu. Iz prijemne zone paletu voze do lokacije koju im je skener dodijelio. Na samoj lokaciji na regalu se nalazi kod kojom viličaristi potvrđuju smještanje robe na zadanu lokaciju. U promatranom skladištu ovaj proces je detektiran kao usko grlo jer roba dugo ostaje u prijemnoj zoni. Jedan od glavnih razloga je prepunjenost skladišta jer viličaristi često nisu u mogućnosti pristupiti određenoj lokaciji, već su primorani čekati da se raščisti put do lokacije. Drugi razlog je manjak djelatnika koji upravljaju viličarom kao i manjak samih manipulativnih sredstava. Ovaj problem ima znatan utjecaj na prijem robe tako da djelatnici s prijema robe nemaju gdje iskrcati sljedeći kamion dok se prijemna zona ponovo ne isprazni, a to rezultira višesatnim čekanjem kamiona za iskrcaj. Također spomenuti problem često ima utjecaj i na proces komisioniranja robe jer smrznuta roba bude odložena u prolazu u komori da se ne otopi u prijemnoj zoni. Na ovakav način prohodnost između regala je umanjena te postoji mogućnost da se do određenih artikala zablokira prolaz što u konačnici dovodi do nuliranja stavke na komisionom nalogu. Na slici 11 može se primijetiti roba u prolazu koja čeka na proces uskladištenja robe u regale čim prvi mogući viličarist bude slobodan za ovu radnju.

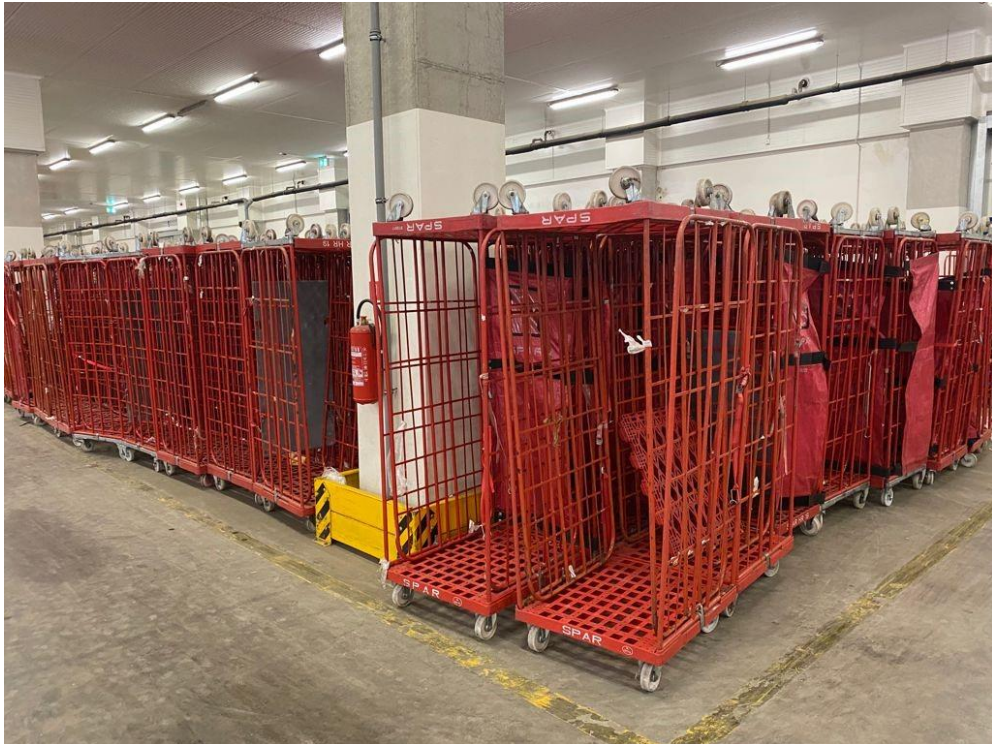


**Slika 11.** Primjer paleta koju je potrebno smjestiti u regale

Izvor: izradio autor

### 6.3. Proces komisioniranja robe

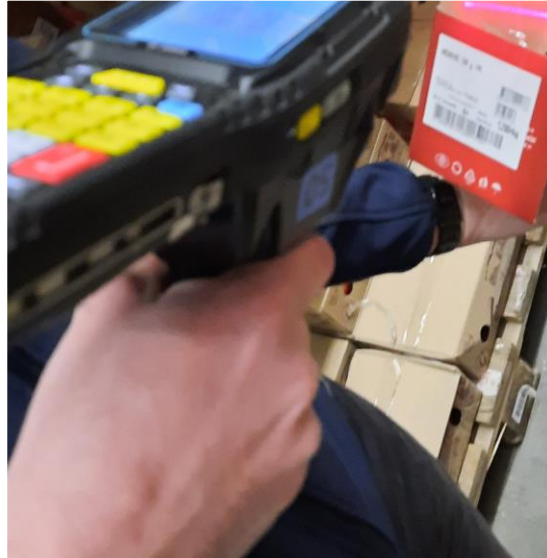
Sljedeći proces koji slijedi nakon uskladištenja robe je proces komisioniranja. Komisioniranje započinje tako da operater, odnosno operater uzima nalog po kojem je potrebno skupiti naručenu robu od strane kupca. Prilikom komisioniranja roba se slaže na palete ili roll kontejnere koji su prikazani na slici 12.



**Slika 12.** Roll kontejneri

Izvor: izradio autor

Prilikom komisioniranja koristi se serpentina metoda gdje je operater navođen putem skenera kroz komoru. Kada operater dođe do pozicije koju je potrebno prikupiti skenira proizvod te upisuje količinu koju je prikupio s navedene lokacije što je i prikazano na slici 13. U trenutku kada operater odskenira stavku, sustav mijenja stanje zalihe. Operater se upućuje do sljedeće lokacije sve dok ne riješi sve stavke. Nakon što završi nalog, odnosno prikupi sve stavke naljepnicom označava robu te složenu robu odlaže u otpremnu zonu gdje se čeka otprema.



**Slika 13.** Primjer komisioniranja

Izvor: izradio autor

Tijekom analize praćen je učinak operatera koji komisioniraju, rezultati istraživanja su prikazana u tablici 2. Istraživanje prikazuje prosječnu statistiku u tjedan dana praćenja djelatnika. Treba napomenuti da voditelji smjene često raspoređuju ljude ovisno o situaciji koja uključuje količinu robe koju je potrebno složiti i omjer ljudi koji su prisutni. Tijekom prve smjene pojedini radnici su s komisioniranja bili premješteni u zonu prijema kao pomoć da se roba čim prije odloži u regale te pomognu viličaristu i ubrzaju njegov proces rada. Tijekom prve polovice druge smjene radnici operateri su također imali zadatak pomoći viličaristu kako bi proces uskladištenja čim prije bio gotov te kako bi nesmetano mogli komisionirati robu. Roba se komisionira prema prioritetima koji su se dodjeljivali ovisno o polasku vozila prema regionalnim logističko distributivnim centrima. Kako je Split najudaljeniji centar i vozilo najduže putuje do navedenog centra, većina operatera je odrađivala naloge koji su bili namijenjeni za distribuciju u regiji Split. Nakon toga prioriteta su slagani za centre sljedećim redom: Zadar, Osijek, Rijeka te Zagreb. Treća smjena osim komisioniranja je imala zadatak ukrcaj složene robe koja je spremno čekala u otpremnoj zoni, raspored operatera se također raspoređivao ovisno o broju kamiona koji su pristizali na ukrcaj robe prema regijama.

Djelatnik	Režim	Stavaka	Kartona	Naloga	Kilograma
RADNIK 1	Hlađeno	367	531	39	1.664,81
RADNIK 2	Hlađeno	358	679	38	2.046,72
RADNIK 10	Smrznuto	445	1.186	3	7.813,77
RADNIK 3	Hlađeno	803	1.865	41	9.860,50
RADNIK 11	Smrznuto	452	687	1	4.764,23
RADNIK 4	Hlađeno	261	2.713	12	6.041,01
RADNIK 5	Hlađeno	336	508	38	1.704,08
RADNIK 12	Smrznuto	158	431	28	2.330,35
RADNIK 6	Hlađeno	4	4	1	16,52
RADNIK 7	Hlađeno	343	476	38	1.304,27
RADNIK 8	Hlađeno	467	666	37	2.028,25
RADNIK 9	Hlađeno	338	541	40	1.384,57
RADNIK 13	Smrznuto	497	765	1	4.893,29
Ukupno 1. smjena		4.829	11.052	317	45.852,36

Djelatnik	Režim	Stavaka	Kartona	Naloga	Kilograma
RADNIK 17	Hlađeno	788	1.223	17	5.611,60
RADNIK 14	Hlađeno	978	1.245	1	6.955,49
RADNIK 23	Smrznuto	251	523	22	3.575,52
RADNIK 18	Hlađeno	159	355	11	546,61
	Smrznuto	492	760	1	5.526,11
RADNIK 19	Hlađeno	335	432	15	1.445,08
RADNIK 15	Hlađeno	786	944	1	5.394,56
RADNIK 20	Hlađeno	271	439	25	899,55
RADNIK 24	Smrznuto	265	630	23	3.536,81
RADNIK 22	Hlađeno	102	143	1	904,26
RADNIK 21	Hlađeno	128	1.256	7	3.722,45
RADNIK 25	Smrznuto	371	635	1	4.694,23
RADNIK 16	Hlađeno	947	1.212	1	6.848,25
Ukupno 2. smjena		5.873	9.797	126	49.660,51

Djelatnik	Režim	Stavaka	Kartona	Naloga	Kilograma
RADNIK 27	Hlađeno	453	601	1	3.123,63
RADNIK 35	Hlađeno	519	659	1	3.799,77
RADNIK 26	Smrznuto	572	939	18	6.447,47
RADNIK 37	Smrznuto	341	800	34	3.458,40
RADNIK 28	Hlađeno	496	629	22	2.528,29
RADNIK 29	Hlađeno	142	285	15	685,89
RADNIK 30	Hlađeno	617	932	17	3.928,75
RADNIK 31	Hlađeno	519	945	42	2.230,06
	Smrznuto	128	271	22	1.752,73
RADNIK 36	Hlađeno	197	330	24	1.239,45
RADNIK 32	Hlađeno	152	288	53	988,87
RADNIK 38	Smrznuto	523	710	1	5.607,94
RADNIK 33	Hlađeno	383	533	46	1.495,01
RADNIK 39	Smrznuto	136	236	30	1.046,83
RADNIK 34	Hlađeno	962	1.213	1	6.999,87
Ukupno 3. smjena		6.140	9.371	327	45.332,96

**Tablica 2.** Učinak operatera pri komisioniranju

Izvor: izradio autor



#### 6.4. Proces nadopune robe

Prilikom procesa komisioniranja dolazi do umanjivanja količine robe na lokacijama s kojih se roba komisionira. Kada se određeni artikl svede na određenu minimalnu zalihu koja je definirana ovisno o obrtaju proizvoda, viličarist dobiva obavijest u skeneru da je artikl na definiranoj lokaciji za komisioniranje potrebno nadopuniti novom paletom robe što je prikazano na slici 14. Popunjavanje je proces koji je veoma bitan kako bi cijeli skladišni proces funkcionirao te ukoliko roba postoji na zalihu, a nije dostupna operaterima, potencijalno se mogu prouzročiti velika kašnjenja i gubici. Osnovna zadaća popunjavanja je omogućiti operaterima rad bez zastoja i čekanja. U slučaju promatranog skladišta popunjavanje rade visokoregalni viličari. Kada dobiju informaciju u obliku lokacije, opisa robe i potrebne količine, upućuju se prema mjestu gdje je roba uskladištena, podižu i prevoze robu na lokaciju s koje se roba komisionira. Nakon što spuste robu, pomoću skenera dodaju robu na lokaciju i sustavom unutarnjeg upravljanja mijenja se njena pozicija. U skladištima svježih i lako kvarljivih proizvoda, vrlo je bitno poštivati sljedivost roka trajanja, u suprotnom moguće je prouzročiti velike gubitke.



**Slika 14.** Prikaz nadopune robe

Izvor: izradio autor

## 6.5. Proces otpreme robe

Nakon procesa komisioniranja robe slijedi proces otpreme robe, ukrcaja robe prikazano na slici 15. Sva roba koja je komisionirana nalazi se u otpremnoj zoni koju je potrebno ukrcati u vozila koja transportiraju robu prema regionalnim centrima. Izazov u procesu otpreme predstavlja broj kamiona koji će biti naručeni za ukrcaj prema regijama. Glavni razlog za navedeni izazov je taj što se broj naloga te ukupan broj kila po regijama mijenja dnevno do 16:00h, a ukrcaji robe kreću od 20:00h. Tijekom istraživanja u prosjeku je dnevno otpremljeno 10 kamiona (33 paletna mjesta), po kamionu je to iznosilo u prosjeku 45 paleta i 7,65 tona robe. U tablici 3 su prikazane prosječne dnevne količine robe za komisioniranje i distribuciju po kupcima u promatranom razdoblju. Kako bi roba stigla do krajnjeg kupca potrebno je na vrijeme otpremiti robu što uglavnom ovisi o brzini komisioniranja robe.



**Slika 15.** Ukrcaj robe prema regionalnim centrima

Izvor: izradio autor

Kupac	Ukupno stavaka	Ukupno kartona	Ukupno naloga	Ukupno kilograma
KUPAC 1	2.940	3.492	342	26.413,53
KUPAC 2	13	952	4	4.676,08
KUPAC 3	7.331	11.114	607	28.142,10
KUPAC 4	1	4	1	1.093,50
KUPAC 5	99	369	35	912,73
KUPAC 6	6	305	3	970,00
KUPAC 7	1	2	73	897,18
KUPAC 8	18	139	128	6.800,00
KUPAC 9	2	2	2	26,40
KUPAC 10	16	101	5	1.376,22
KUPAC 11	1.409	1.102	220	4.304,50
KUPAC 12	1	1	3	1.318,00
KUPAC 13	12	443	3	3.489,00
KUPAC 14	410	3.688	112	23.728,00
KUPAC 15	89	10.131	156	50.780,00
KUPAC 16	69	6	107	2.800,00
KUPAC 17	2	2	12	1.690,92
KUPAC 18	71	278	4	1.884,67
KUPAC 19	357	448	61	1.582,74
<b>Ukupno:</b>	<b>12.847</b>	<b>32.579</b>	<b>1.878</b>	<b>162.885,57</b>

**Tablica 3.** Prikaz prosječne dnevne količine robe za komisioniranje i distribuciju po kupcima

Izvor: izradio autor



## 6.6. Prijedlog rješenja i optimizacije promatranog sustava

Kao jedno od mogućih rješenja jest kvalitetna i pravovremena informacija od dobavljača koji dostavlja robu u skladište. Najavama kao što je to prikazano na slici 16 koje bi dolazile od strane kupca, odnosno dobavljača, voditelj skladišnog poslovanja bi mogao pravovremeno raspodijeliti ljudske resurse s kojima raspolaže u određenim skladišnim procesima. S obzirom da trošak skladišnih radnika u praksi čini i do 60% ukupnih troškova skladišta, vrlo je važno da rukovoditelj skladišnog poslovanja pravilno i u pravo vrijeme raspodijeli svoje kapacitete skladišnih radnika kako bi njihova produktivnost bila što veća. U ovom slučaju idealno bi bilo, ukoliko je moguće, dobavljača ograničiti da pošalje najavu najkasnije do 14:00h za isporuku robe na skladište sljedeći dan. Stoga je vrlo važno da ta informacija elektroničkim putem o dolasku vozila sa robom bude korisnog sadržaja, kao što je prateća dokumentacija od robe na kojoj je zabilježeno o kakvoj robi se radi i o kojoj količini. Također, često se događa da dobavljač prilikom ulistavanja novog artikla u zalihi ne pošalje na vrijeme odgovarajuće matične podatke o samoj robi kao i informacije o ambalaži u kojoj roba dolazi. Na taj način se može pripremiti i dodijeliti lokacija u skladištu gdje će roba biti pozicionirana do trenutka komisioniranja ili otpreme. Između ostalog, ako artikl nije otvoren, u sustavu se ne može odraditi zaprimanje novog artikla, što rezultira višesatnim čekanjem vozila na iskrcaj robe.

NAZIV PRIMATELJA	DATUM DOLASKA	OČEKIVANO VRIJEME DOLASKA KAMONA	IME PRIJEVOZNIKA	REGISTRACIJA VOZILA	IME VOZAČA	UTOVAR / ISTOVAR	KOLIČINA U PALETAMA
PHARMA	01.06.2022.	12:00-14:00	ABC TRANSPORTI	ZG 1234 AB / ZG 4321 BA	PETAR PERIĆ	ISTOVAR	6

**Slika 16.** Primjer podloge za najavu

Izvor: izradio autor

Analizom je primijećen ozbiljan problem koji se odnosi na popunjenost skladišta. Jedna od bitnih stavki kako bi skladište bilo optimalno za rad, praćenje je stanja zaliha i popunjenost kapaciteta skladišnog prostora. Prema brojnim istraživanjima, kako bi skladište nesmetano funkcioniralo, u teoriji idealna popunjenost skladišta iznosi oko 85% od ukupnog skladišnog kapaciteta. Sve iznad spomenutog postotka predstavlja potencijalno usko grlo u određenim procesima u sustavu te kao negativnu posljedicu ima domino efekt na gotovo sve skladišne procese. Analizom koja se provodila u promatranom skladištu primijećeno je da je skladište stalno bilo izloženo prepunjenim kapacitetima. Za pojedine kupce ukupan broj paleta s robom bio je iznad dogovorenog zakupa. Takav problem dovodi do situacija da roba ostaje na podu,

nepozicionirana, što u konačnici ima vrlo negativan utjecaj, a to je nuliranje stavki prilikom komisioniranja jer roba nije bila na predviđenoj poziciji ili se do robe nije moglo pristupiti. Plan popunjenosti po kupcima se mijenja na mjesečnoj bazi te je stvar strateške odluke tvrtke kojom ponajviše upravlja prodaja. Realnim i kvalitetnim upravljanjem prodaje paletnih mjesta znatno se može optimizirati skladišno poslovanje. U promatranom slučaju nužno je rasteretiti skladište kako bi se moglo lakše pristupiti određenoj robi te kako bi se situacije s nuliranjem stavki potpuno isključile.

Osim problema s popunjenošću skladišta idealno bi bilo osposobiti nekolicinu radnika za rad visokoregalmim viličarom koji bi mogli po potrebi odrađivati proces uskladištenja kao i proces nadopune robe. Time bi se proces iskrcaja i prijema robe znatno ubrzao, riješio bi se problem s robom koja predugo stoji u zoni prijema te bi komore bile prohodne, čime bi nuliranje stavki ili nemogućnost nadopune robe bile svedene na minimum.

## 7. Zaključak

Općenito, skladišna djelatnost sastoji se od primanja, odlaganja, skladištenja, pakiranja i otpreme. Prijem je operacija koja uključuje dodjelu kamiona na pristajanje, te zakazivanje i izvođenje aktivnosti iskrcaja. Upravljanje skladištem je proces, kontrola i optimizacija skladišnih operacija od unosa zaliha u skladište do premještanja, prodaje ili potrošnje artikala.

Odlaganje se odnosi na sve skladišne procese koji se događaju između primanja zalihe robe od dobavljača i pohranjivanja na police u skladištu. Uobičajeni proces predaje počinje slanjem narudžbe kod dobavljača. Komisioniranje i pakiranje u skladištu je proces u kojem centri za ispunjenje odabiru proizvode iz pošiljki i ponovno ih pakiraju za distribuciju. Kada skladište zaprimi pošiljke, artikli se pohranjuju i unose u sustav upravljanja zalihama radi praćenja i odgovornosti.

Optimizacija skladišta je proces, koji pomaže riješiti mnoge probleme i ostavlja skladište bez problema, koji proizlaze iz nedostatka podataka u stvarnom vremenu. Uz optimiziranje svih procesa koji se odvijaju unutar skladišta, izgledno je očekivati bolje rezultate i zadovoljnije kupce. Neki od pristupa za optimizaciju procesa skladištenja su prikupiti točne podatke i analitiku, provjeriti jesu li predmeti pravilno postavljeni prvi put, minimizirati oštećene predmete u postupku odlaganja, točno pratiti lokacije svih stavki kao i brojati artikle prije nego što se odlože.

U praksi se često može naići na pitanje modaliteta poboljšanja učinkovitosti skladišta, a pristup poboljšanja moguć je kroz primjenu savjeta za poboljšanje učinkovitosti skladišta, usvajanja prakse vitkog skladišnog poslovanja, izbjegavanja odugovlačenja s primanjem pošiljaka, provedbu temeljite obuke zaposlenika, pregled učinkovitosti te optimizacije organizacije ukupnog inventara, te po potrebi i pokretanja revizije ukupnog skladišta. KPI upravljanja skladištem (*Key Performance Indicators*) u skladištu se pokazao kao jedna od najpopularnijih metoda, čije mjere pokazuju koliko učinkovito procesi postižu svoje ciljeve. U današnje vrijeme sve se više govori o pametnom skladištu, a to je u naravi velika zgrada u kojoj se pohranjuju sirovine i proizvedena roba, koja koristi strojeve i računala za dovršavanje uobičajenih skladišnih operacija koje su prethodno obavljali ljudi.

Skladišne kapacitete moguće je poboljšati kroz bolju iskoristivost skladišnog prostora, okomito proširenje polica, instalaciju polukata iznad procesa na razini poda, smanjenje širine prolaza u području regala, dodavanje mjesta za skladištenje polupaleta, kao i optimalno iskoristiti nedovoljno iskorišten prostor.

U praksi je moguće naći neke od pristupa za poboljšanje učinkovitosti skladišta i smanjenje troškova, kao što su kontrola ulaznog i odlaznog tereta, poticajna plaća, pojednostavljanje procesa, smanjenje nepotrebnih točki dodira i s tim povezanih troškova, razvoj učinkovitijih frontline menadžera kao i izmjere kapaciteta skladištenja po optimiziranim metodologijama skladištenja.

Kako bi se razumjelo skladišno poslovanje u posebnom temperaturnom režimu, vrijedi poći od lanca opskrbe s kontroliranom temperaturom. Ovdje je riječ o lancu opskrbe koji zahtijeva održavanje proizvoda u okolini s kontroliranom temperaturom, umjesto izlaganja bilo kojoj temperaturi okoline koja prevladava u različitim fazama opskrbnog lanca. U praksi se postavlja pitanje kako upravljati skladištenjem u hladnjači te se navode neke od dobrih praksi u upravljanju hladnjačama, koje se sastoje u usvajanju automatizacije, održavanju temperaturnih raspona, smanjenju gubitka topline, korištenju odgovarajuće opreme, osiguranju sigurnosti zaposlenika, upravljanju potražnjom za energijom, vođenju ispravne evidencije, ali i posjedovanju plana za nepredviđene situacije.

U radu je napravljena analiza postojećeg sustava skladišnog poslovanja na primjeru jednog logističko distributivnog centra. Istraživanja i analize su provedena u periodu od 10 radnih dana. Nakon analize postojećeg stanja procesa rada skladišta, uočena su mnoga uska grla te problemi i ograničenja koja uzrokuju redove čekanja na iskrcaj te izrazito dugo trajanje procesa uskladištenja robe.

Prilikom mjerenja i provođenja analize procesa rada u skladištu uočeni su sljedeći problemi:

1. Dugotrajno čekanje vozila na iskrcaj
2. Manjak operatera na odjelu komisioniranja robe
3. Manjak radnika koji upravljaju visokoregalnim viličarima
4. Veliki vremenski razmaci između procesa zaprimanja robe i procesa uskladištenja robe

5. Popunjenost skladišnog kapaciteta
6. Nedostaci postojećeg sustava najave

Navedeni problemi međusobno su povezani te je svaki problem uzrok ili posljedica jednom ili više ostalih. U svrhu optimizacije skladišnog poslovanja u radu su predložena nekoliko rješenja.

Glavni problem je nedostatak radne snage. Tvrtka se trenutno suočava s nedovoljnim brojem radnika te je u procesu zapošljavanja dodatnog osoblja. Kao rješenje se nameće uvođenje međusmjene te osposobljavanje dodatnog broja ljudi iz postojećeg kadra koji bi mogli upravljati visokoregalnim viličarem čime bi se ubrzao proces odlaganja i izuzimanja robe iz regala.

Također, kroz analizu uočen je problem popunjenosti skladišnih kapaciteta. Skladište i dalje zaprima robu za pojedine kupce iako su iznad dogovorenog zakupa paletnih mjesta. To u konačnici dovodi do situacije da palete ostaju u prolazu između regala što komore čini neprohodnima i vrlo često određeni artikli su nedostupni za komisioniranje zbog navedenog razloga. Ovaj problem predstavlja potencijalnu opasnost jer dovodi do smanjenog performansa cjelokupnog skladišta što u konačnici rezultira nezadovoljstvom kupca i mogućim otkazivanjem suradnje. Realnim i kvalitetnim upravljanjem prodaje paletnih mjesta znatno se može optimizirati skladišno poslovanje. U promatranom slučaju nužno je rasteretiti skladište, a to bi se moglo postići upozoravanjem kupca na prekoračenje ugovorenog zakupa.

Posljednji prijedlog je unaprjeđenje sustava najave vozila čime bi se uklonilo dio problema koji se odnosi na organizaciju cijelog procesa od trenutka prijave vozača za iskrcaj robe do trenutka odlaganja robe u komore, odnosno regale. Navedeni prijedlog imao bi znatan utjecaj na samu organizaciju skladišnog poslovanja. Regulacija dolazaka vozila na iskrcaj, odnosno ukrcaj robe skratila bi dugotrajna čekanja vozila na slobodnu ukrcajno-iskrcajnu rampu. Također, uspostavljanjem sustava najave omogućilo bi se više informacija o samim isporukama od dobavljača što bi znatno ubrzalo zaprimanje robe.

## **Literatura**

### **Knjige**

1. Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
2. Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
3. Richards, G.: Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse, Kogan Page Limited, UK, 2011.
4. Hompel, M., Schmidt, T.: Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems, Springer Verlagis, Germany, 2006.
5. Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.
6. Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study; Wenrong Lu; Cambridge, Velika Britanija, 2014.
7. Analytical models for warehouse configuration; Lisa M. Thomas, Russel D. Meller; Francuska, 2014.
8. Warehouse and Distribution Science, The Supply Chain and Logistics Institute; Bartholdi JJ, Hackman ST.; Georgia Tehnološki institut, Atlanta, 2011.
9. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.

### **Ostali izvori**

1. Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Unutarnji transport i skladištenje, Zagreb, 2016.
2. Šafran, M. Autorizirana predavanja iz kolegija Upravljanje zalihama, Zagreb, 2016.
3. Šalamun, V.: Analiza strategija distribucije robe u opskrbnim lancima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

## Internet izvori

1. URL: <https://supplychainmanagement.utk.edu/uploads/Supply-Chain-Integration-Strategy-Best-Practices.pdf> (pristupljeno: ožujak 2022.)
2. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5821242/> (pristupljeno: travanj 2022.)
3. URL:  
[https://www.researchgate.net/publication/233034241\\_Performance\\_measurement\\_in\\_the\\_warehouse\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/233034241_Performance_measurement_in_the_warehouse_industry) (pristupljeno: travanj 2022.)
4. URL: <https://6river.com/expert-tips-on-improving-warehouse-efficiency-productivity/> (pristupljeno: travanj 2022.)
5. URL: [http://supplychainhandbook.jsi.com/wp-content/uploads/2017/01/JSI\\_Supply\\_Chain\\_Manager%27s\\_Handbook\\_Chpt.8\\_Final.pdf](http://supplychainhandbook.jsi.com/wp-content/uploads/2017/01/JSI_Supply_Chain_Manager%27s_Handbook_Chpt.8_Final.pdf) (pristupljeno: travanj 2022.)
6. URL: <https://researchoutput.ncku.edu.tw/en/publications/operational-efficiency> (pristupljeno: ožujak 2022.)
7. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/getting-a-handle-on-warehousing-costs> (pristupljeno: svibanj 2022.)
8. URL: <https://blog.solistica.com/en/how-to-analyze-the-performance-of-your-logistics-operation> (pristupljeno: lipanj 2022.)
9. URL: <https://www.shipbob.com/blog/warehouse-kpis/> (pristupljeno: svibanj 2022.)
10. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521219300021> (pristupljeno: travanj 2022.)
11. URL: [https://www.researchgate.net/publication/279917303\\_Large-Scale\\_Internet\\_Benchmarking\\_Technology\\_and\\_Application\\_in\\_Warehousing\\_Operations](https://www.researchgate.net/publication/279917303_Large-Scale_Internet_Benchmarking_Technology_and_Application_in_Warehousing_Operations) (pristupljeno: svibanj 2022.)
12. URL:  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02635579910291975/full/html> (pristupljeno: travanj 2022.)
13. URL: <https://6river.com/expert-tips-on-improving-warehouse-efficiency-productivity/> pristupljeno: travanj 2022.)
14. URL: <https://www.zzjzdnz.hr/usluge/haccp> (pristupljeno: ožujak 2022.)

15. URL: [https://www.researchgate.net/publication/233575296\\_American\\_Asian\\_and\\_third-party\\_international\\_warehouse\\_operations\\_in\\_Europe\\_A\\_performance\\_comparison](https://www.researchgate.net/publication/233575296_American_Asian_and_third-party_international_warehouse_operations_in_Europe_A_performance_comparison) (pristupljeno: svibanj 2022.)
16. URL:  
[https://www.researchgate.net/publication/255610674\\_Designing\\_the\\_layout\\_structure\\_of\\_manual\\_order\\_picking\\_areas\\_in\\_warehouses](https://www.researchgate.net/publication/255610674_Designing_the_layout_structure_of_manual_order_picking_areas_in_warehouses) (pristupljeno: ožujak 2022.)
17. URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011155320454> (pristupljeno: travanj 2022.)
18. URL:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527307002563?via%3Dihub> Hamdan i Rogers (pristupljeno: travanj 2022.)
19. URL: <https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2013/8308-8312.pdf> (pristupljeno: travanj 2022.)
20. URL: <https://fitsmallbusiness.com/warehouse-layout/> (pristupljeno: travanj 2022.)
21. URL: <https://www.camcode.com/blog/warehouse-design-and-layout-tips/> (pristupljeno: ožujak 2022.)
22. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/48679> (pristupljeno: travanj 2022.)
23. URL: [https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM\\_89.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm) (pristupljeno: svibanj 2022.)
24. URL: <https://www.sap.com/insights/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html> (pristupljeno: travanj 2022.)
25. URL: <https://procuro.com/7-elements-of-a-cold-chain/> (pristupljeno: travanj 2022.)
26. URL: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/ambient-temperature> (pristupljeno: lipanj 2022.)
27. URL: <https://www.infosysbpm.com/portland/resources/documents/third-party-logistics-study.pdf> (pristupljeno: travanj 2022.)
28. URL: <https://www.foodlogistics.com/safety/article/12095450/how-globalization-challenges-safety-in-the-food-supply-chain> (pristupljeno: travanj 2022.)
29. URL: <https://www.dnv.hr/services/ifs-standard-hrane-5172> (pristupljeno: lipanj 2022.)
30. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1016/S0272-6963%2801%2900087-0> (pristupljeno: ožujak 2022.)
31. URL:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706010150?via%3Dihub> (pristupljeno: ožujak 2022.)



32. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v203y2010i3p539-549.html> (pristupljeno: svibanj 2022.)
33. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.475.8030&rep=rep1&type=pdf> (pristupljeno: ožujak 2022.)
34. URL: <https://iimm.org/wp-content/uploads/2019/12/Logistics-and-Warehousing-Management.pdf> (pristupljeno: travanj 2022.)
35. URL: <https://www.deepdyve.com/lp/emerald-publishing/a-comparative-analysis-of-different-paperless-picking-systems-9QU9se9sjn> (pristupljeno: travanj 2022.)
36. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1467-9574.2010.00454.x> (pristupljeno: travanj 2022.)
37. URL: <https://www.conveyco.com/automated-storage-and-retrieval-types/> (pristupljeno: travanj 2022.)
38. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Technology-For-Unit-Load-Automated-Storage-Ekren-Heragu/f7d0a9cfff5d9ae82f99a8ecb35fce1188ae18e3> (pristupljeno: lipanj 2022.)
39. URL: <https://techhq.com/2020/09/why-agv-robots-are-taking-over-our-warehouse-floors/> (pristupljeno: travanj 2022.)
40. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/9/3253/htm> (pristupljeno: lipanj 2022.)
41. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281630502X> (pristupljeno: ožujak 2022.)
42. URL: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1060597/FULLTEXT01.pdf> (pristupljeno: ožujak 2022.)
43. URL: [http://www.icspl.org/Avaliblefile/FSMS\\_Rev.pdf](http://www.icspl.org/Avaliblefile/FSMS_Rev.pdf) (pristupljeno: travanj 2022.)
44. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:en> (pristupljeno: ožujak 2022.)
45. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en> (pristupljeno: ožujak 2022.)
46. URL: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/6-steps-to-prep-your-organization-for-ISO-9001-certification> (pristupljeno: ožujak 2022.)
47. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v1:en> (pristupljeno: travanj 2022.)
48. URL: <https://chiefexecutive.net/three-lessons-ceos-can-learn-king-hammurabi/> (pristupljeno: travanj 2022.)

## Popis slika

Slika 1. Prikaz protoka robe kroz skladište .....	92
Slika 2. Prikaz promatranog skladišta .....	92
Slika 3. Prijava vozača na prozor prijema robe.....	93
Slika 4. Temperaturni ispis.....	94
Slika 5. Mjerenje temperature proizvoda .....	94
Slika 6. Zaprimanje robe .....	95
Slika 7. Prikaz oštećene robe.....	96
Slika 8. Prvi primjer nagnute robe .....	96
Slika 9. Drugi primjer nagnute robe.....	97
Slika 10. Primjer palete s više artikala .....	98
Slika 11. Primjer paleta koju je potrebno smjestiti u regale.....	99
Slika 12. Roll kontejneri.....	100
Slika 13. Primjer komisioniranja.....	101
Slika 14. Prikaz nadopune robe.....	103
Slika 15. Ukrcaj robe prema regionalnim centrima .....	104
Slika 16. Primjer podloge za najavu.....	106

## **Popis tablica**

Tablica 1. Prikaz ulaznih isporuka .....	98
Tablica 2. Učinak operatera pri komisioniranju .....	102
Tablica 3. Prikaz prosječne dnevne količine robe za komisioniranje i distribuciju po kupcima .....	105

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

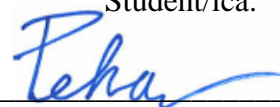
Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom Optimizacija skladišnog poslovanja u posebnom temperaturnom režimu, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 7.9.2022.

Student/ica:



(potpis)