

Utjecaj tehnoloških promjena na skladišno poslovanje

Rebernišak, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:977687>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 176/OMIL/2023

Utjecaj tehnoloških promjena na skladišno poslovanje

Maja Rebernišak, 3289/336

Koprivnica, rujan 2023. godine



Sveučilište Sjever

Održiva mobilnost i logistički menadžment

Diplomski rad br. 176/OMIL/2023

Utjecaj tehnoloških promjena na skladišno poslovanje

Student

Maja Rebernišak, 3289/336

Mentor

doc.dr.sc. Saša Petar

Koprivnica, rujan 2023. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika

PRISTUPNIK Maja Rebernišak

MATIČNI BROJ 3289/336

DATUM 11.09.2023.

KOLEGIJ Upravljanje lancima opskrbe

NASLOV RADA Utjecaj tehnoloških promjena na skladišno poslovanje

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The impact of technological changes on warehouse operations

MENTOR dr.sc. Saša Petar

ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

- izv.prof.dr.sc. Miroslav Drljača, predsjednik povjerenstva
- doc. dr.sc. Saša Petar, mentor i član povjerenstva
- prof. dr.sc. Krešimir Buntak, član povjerenstva
- doc.dr.sc. Vesna Sesar, zamjenski član
-

Zadatak diplomskog rada

BROJ 176/OMILJ/2023

OPIS

Skladišni sustav je ključni dio lanca opskrbe za mnoge tvrtke i organizacije. On osigurava učinkovito upravljanje i praćenje robe koja se skladišti prije nego što bude distribuirana dalje. Postoje različiti tipovi skladišnih sustava, od jednostavnih polica i regala do kompleksnih automatiziranih sustava s robotima koji se kreću po skladišnom prostoru te preuzimaju i dostavljaju robu. Odabir odgovarajućeg sustava ovisi o raznim čimbenicima, kao što su veličina skladišta, vrsta robe, brzina protoka robe i dostupna financijska sredstva. Učinkoviti skladišni sustav trebao bi omogućiti lako pronalaženje robe i brzu dostavu, te istovremeno minimizirati vrijeme koje se troši na rukovanje robom. To se postiže različitim metodama organizacije robe unutar skladišta, kao što su organiziranje robe po vrsti, veličini ili protoku robe, korištenje sustava oznaka i etiketa, te implementacija sofisticiranih softverskih rješenja za upravljanje skladištem.

Skladišno poslovanje se neprestano razvija uz napredak tehnologije. Razvoj skladišta odvija se u nekoliko smjerova. To uključuje optimizaciju procesa, kao što je bolje upravljanje zalihama i rukovanje narudžbama. Moderna skladišta koriste napredne sustave za upravljanje (WMS) i umjetnu inteligenciju (AI) kako bi bolje iskoristila resurse i povećala produktivnost. Tehnologija je revolucionirala skladišno poslovanje, nudeći brojne prednosti kao što su povećana učinkovitost, točnost, smanjenje troškova i poboljšana kvaliteta usluge.

ZADATAK URUČEN

14. 9. 2023.

POTPIS MENTORA

Saša Petar
Sveučilište Sjever

Predgovor

Zahvaljujem se profesoru doc.dr.sc. Saši Petru na velikoj pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada. Bila mi je velika čast i zadovoljstvo pisati diplomski rad uz njegovo mentorstvo te slušati njegova predavanja tijekom studija.

Zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima na pruženoj podršci prilikom studiranja. Također zahvaljujem se svojim kolegama i kolegicama koji su učinili studiranje lakšim i ugodnijim iskustvom.

Isto tako, zahvaljujem se Toyota timu koji su pomogli u izradi ovog diplomskog rada kroz njihov primjer poslovanja.

Sažetak

Skladišno poslovanje se neprestano razvija uz napredak tehnologije. Tradicionalno su skladišta bila mjesta za pohranu i manipulaciju robom, no danas su postala središta inovacija i efikasnosti zahvaljujući tehnološkim rješenjima. Razvoj skladišta odvija se u nekoliko smjerova. To uključuje optimizaciju procesa, kao što je bolje upravljanje zalihama i rukovanje narudžbama. Također, uvodi se veća fleksibilnost kako bi se brzo prilagodili promjenjivim tržišnim zahtjevima. Moderna skladišta koriste napredne sustave za upravljanje (WMS) i umjetnu inteligenciju (AI) kako bi bolje iskoristila resurse i povećala produktivnost. Tehnologija je revolucionirala skladišno poslovanje, nudeći brojne prednosti kao što su povećana učinkovitost, točnost, smanjenje troškova i poboljšana kvaliteta usluge.

Ključne riječi: skladište, skladišno poslovanje, optimizacija, tehnologija

Abstract

Warehouse operations are constantly evolving alongside technological advancements. Traditionally, warehouses were places for storage and manipulation of goods, but today they have become hubs of innovation and efficiency thanks to technological solutions. The development of warehouses is progressing in several directions. This includes process optimization, such as improved inventory management and order handling. Additionally, greater flexibility is being introduced to swiftly adapt to changing market demands. Modern warehouses utilize advanced Warehouse Management Systems (WMS) and Artificial Intelligence (AI) to better utilize resources and enhance productivity. Technology has revolutionized warehouse operations, offering numerous benefits like increased efficiency, accuracy, cost reduction, and improved service quality.

Keywords: warehouse, warehouse operations, optimization, technology

Popis korištenih kratica

LIFO	Last in, First out
FIFO	First in, First out
RFID	Radio-frequency identification
WMS	Warehouse Management System
AI	Artificial Intelligence
IoT	Internet of Things
TPS	Toyota Production System

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Zadatak i cilj istraživanja	1
1.2.	Radne hipoteze	2
1.3.	Metodologija rada	2
1.4.	Struktura rada	2
2.	SKLADIŠTE I SKLADIŠNO POSLOVANJE	3
2.1.	Osnovna obilježja skladišta.....	4
2.1.1.	Funkcije skladišta	7
2.1.2.	Vrste skladišta	11
2.1.3.	Lokacija skladišta	14
2.1.4.	Izgradnja skladišta.....	16
2.1.5.	Raspored robe u skladištu	16
2.2.	Povijest skladišnog poslovanja kroz tehnološke promjene.....	18
2.2.1.	Počeci skladištenja	19
2.2.2.	Industrijska revolucija.....	20
3.	TEHNIČKE I TEHNOLOŠKE PROMJENE U SKLADIŠNOM POSLOVANJU ..	26
3.1.1.	Oprema za skladištenje.....	26
3.1.2.	Primjena tehnologije u skladištenju	42
4.	PROMJENE U RUKOVANJU PREDMETIMA U SKLADIŠTU	51
4.1.	Ručna manipulacija.....	52
4.2.	Poluautomatska manipulacija	53
4.3.	Automatska manipulacija.....	56
4.4.	Primjena umjetne inteligencije i Internet of Things u skladišnom poslovanju.....	58

5. RAZVOJ SKLADIŠNOG POSLOVANJA TOYOTE CENTAR HRVATSKA.....	63
5.1. Općenito o Toyoti globalno i Toyoti Hrvatska	63
5.2. Skladišno poslovanje Toyote – centralno skladište	66
5.3. Skladišno poslovanje i tehnološki razvoj Toyote centar Hrvatska	70
5.4. Rezultati istraživanja.....	76
6. ZAKLJUČAK.....	78
Literatura	80
Popis slika.....	84
Popis tablica.....	86

1. Uvod

Skladišni sustav je ključni dio lanca opskrbe za mnoge tvrtke i organizacije. On osigurava učinkovito upravljanje i praćenje robe koja se skladišti prije nego što bude distribuirana dalje. Postoje različiti tipovi skladišnih sustava, od jednostavnih polica i regala do kompleksnih automatiziranih sustava s robotima koji se kreću po skladišnom prostoru te preuzimaju i dostavljaju robu. Odabir odgovarajućeg sustava ovisi o raznim čimbenicima, kao što su veličina skladišta, vrsta robe, brzina protoka robe i dostupna financijska sredstva. Učinkoviti skladišni sustav trebao bi omogućiti lako pronalaženje robe i brzu dostavu, te istovremeno minimizirati vrijeme koje se troši na rukovanje robom. To se postiže različitim metodama organizacije robe unutar skladišta, kao što su organiziranje robe po vrsti, veličini ili protoku robe, korištenje sustava oznaka i etiketa, te implementacija sofisticiranih softverskih rješenja za upravljanje skladištem.

1.1. Zadatak i cilj istraživanja

Jedno od ključnih problema skladištenja jesu zastarjela tehnologija i ručno upravljanje skladištem. Zastarjela tehnologija u skladišnom poslovanju može uzrokovati kašnjenja u obradi i dostavi robe, gubitak robe, niske razine efikasnosti i produktivnosti, kao i veće troškove održavanja. Ako sustav koristi ručno upravljanje, to može dovesti do poteškoća u praćenju inventara, nepravilne organizacije robe i smanjenja brzine obrade narudžbi. Novija tehnologija, poput automatiziranih sustava za upravljanje skladištem, može pomoći u poboljšanju efikasnosti i produktivnosti, smanjivanju troškova održavanja, povećanju sigurnosti skladišta i povećanju brzine obrade narudžbi. Osnovna svrha i cilj istraživanja ovog rada je istražiti suvremene sustave upravljanja skladištem, prikazati promjene u rukovanju predmetima skladištenja te prikazati i analizirati kako suvremeni sustavi utječu na poslovanje te omogućavaju li bolji, precizniji i ekonomičniji rad u odnosu na ručno upravljanje skladištem.

1.2. Radne hipoteze

Hipoteza 1: Uvođenje naprednih tehnoloških rješenja u skladišno poslovanje značajno povećava efikasnost i produktivnost operacija.

Hipoteza 2: Integracija novih tehnologija dovodi do bolje preciznost praćenja zaliha te brže prilagodbe promjenjivim zahtjevima tržišta.

1.3. Metodologija rada

Kod izrade ovog diplomskog rada korištene su sljedeće metode istraživanja: induktivna i deduktivna metoda, metoda analize i sinteze, metoda deskripcije.

1.4. Struktura rada

Diplomski rad se sastoji od šest poglavlja. Prvo poglavlje kreće od uvoda u kojemu se iznosi ukratko što se istražuje u diplomskom radu, problem i predmet istraživanja, radna hipoteza, svrha i cilj istraživanja te metodologija koja se koristi za pisanje ovog rada. Drugo poglavlje opisuje osnovna obilježja skladišta te opremu i tehnologiju koja se koristi u skladišnom poslovanju. Treće poglavlje govori o opremi i tehnologiji koja se primjenjuje u skladišnom poslovanju. Četvrto poglavlje dijeli se na četiri pod poglavlja govori o promjene u rukovanu predmetima u skladištu (razlike između ručne, poluautomatske i automatske manipulacije). Peto poglavlje iznosi rezultate istraživanja na temelju primjera Toyota Centra Hrvatske. Posljednje, odnosno šesto poglavlje jesu zaključna razmatranja, nakon kojih slijede popis korištene literature, popis slika i popis tablica.

2. SKLADIŠTE I SKLADIŠNO POSLOVANJE

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijali dovode u stanje mirovanja, a obuhvaća fizički proces rukovanja i čuvanja materijala, kao i metodologiju za izvođenje tih procesa. U kontekstu industrijskih poduzeća, skladište je organizirano i opremljeno mjesto koje služi za privremeno i sigurno pohranjivanje, pripremu te izdavanje materijala prije, tijekom i nakon njihove upotrebe u proizvodnom procesu. (Oluić, 1997.)

Skladištenje je ključan korak u lancu opskrbe koji omogućava privremenu pohranu fizičkog inventara namijenjenog za prodaju ili distribuciju. Proces skladištenja uključuje precizno praćenje i označavanje proizvoda, pravilno raspoređivanje na police ili regale te brigu o sigurnosti i kvaliteti proizvoda tijekom cijelog vremena provedenog u skladištu.¹

Skladište se može definirati kao skladište u užem i u širem smislu. Prema tome, u širem smislu pod pojmom skladište podrazumijeva se ograđeni ili neograđeni prostor, pokriveni ili nepokriveni prostor (makrolokacija) koji se koristi za čuvanje sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda koji su u funkciji odvijanja poslovnih procesa u poduzeću, dok u užem smislu podrazumijeva samo mjesto (mikrolokacija) smještaja, čuvanja, preuzimanja i izdavanja robe. (Suice, 2022.)

Proces skladištenja omogućuje različitim vrstama poslovanja da učinkovito upravljaju svojim zalihama i osiguraju stabilnost opskrbnog lanca. Poslovanja koja se oslanjaju na skladišta uključuju širok spektar industrija, kao što su proizvođači, distributeri, veletrgovci i maloprodajni lanci. Poduzeća prepoznaju važnost skladišta kako bi se osigurao nesmetan protok robe i zadovoljenje potreba kupaca. Skladišta omogućuju tim poduzećima da akumuliraju zalihe, bilo da se radi o proizvodima ili materijalima, te da ih organiziraju i pripreme za daljnju distribuciju ili prodaju.

¹ . What is warehousing? A guide to logistics, dostupno na: <https://business.adobe.com/blog/basics/what-warehousing-guide-logistics#what-is-warehousing>

2.1. Osnovna obilježja skladišta

Upravljanje skladištem je ključno za svaku organizaciju koja ima zalihe ili inventar. Ono omogućuje učinkovitu pohranu, upravljanje i kretanje robe. Osnovna obilježja skladišta igraju presudnu ulogu u osiguravanju pravilnog funkcioniranja poslovanja i zadovoljavanju potreba kupaca, a ona su:²

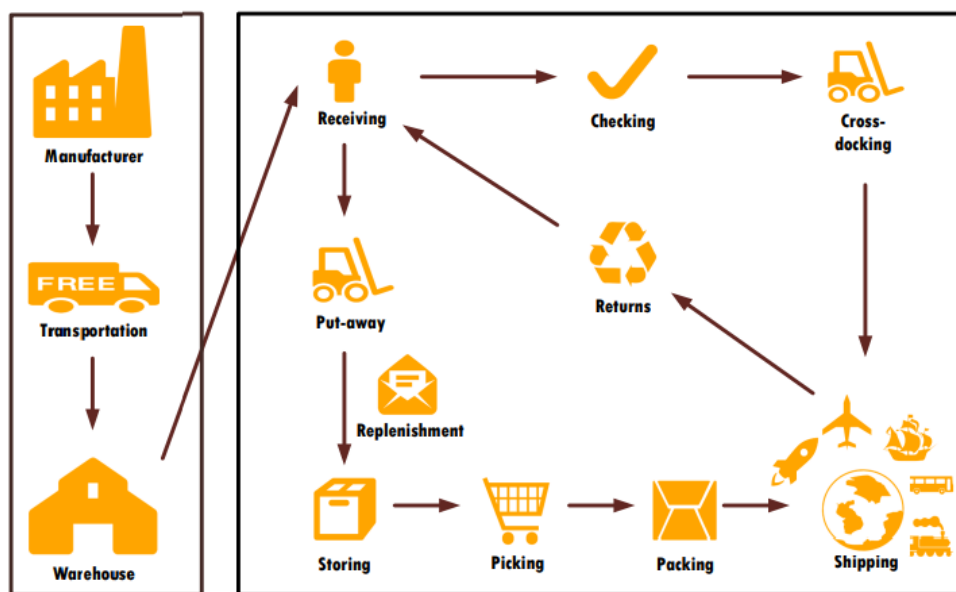
- **Pohrana i čuvanje:** osnovna svrha skladišta je pružanje sigurnog i zaštićenog prostora za pohranu različitih vrsta robe. Skladišta trebaju osigurati odgovarajuće uvjete kako bi se sačuvala kvaliteta i integritet pohranjenih proizvoda, uključujući kontrolu temperature, vlage i drugih faktora koji mogu utjecati na njihovu dugotrajnost.
- **Veća točnost i upravljanje zalihama:** skladišta omogućuju precizno praćenje zaliha i inventara. Pravilna organizacija omogućuje brzu identifikaciju, pretragu i dohvat robe.
- **Prostor i kapacitet:** veličina i kapacitet skladišta ovise o potrebama tvrtke i vrsti robe koja se skladišti. Skladišni prostor treba biti dovoljno prostran kako bi se omogućilo učinkovito kretanje i rad unutar njega. Pravilno iskorištenje prostora također dovodi do smanjenja troškova skladištenja.
- **Fleksibilnost i prilagodljivost:** sposobnost skladišta da se prilagodi promjenama u potražnji, sezonskim varijacijama i različitim vrstama robe ključna je za uspješno poslovanje. Fleksibilnost skladišta omogućuje brzu prilagodbu promjenama na tržištu i zahtjevima kupaca.
- **Sigurnost:** zaštita robe od krađe, oštećenja i drugih rizika jedan je od važnih aspekata skladišnog poslovanja. Skladišta trebaju biti opremljena sigurnosnim sustavima, kao što su video nadzor, alarmi i kontrola pristupa, kako bi se osigurala sigurnost pohranjenih proizvoda.
- **Učinkovitost i produktivnost:** zahvaljujući upotrebi suvremene tehnologije, upravljanje skladište je znatno učinkovitije. Automatizirana rješenja za odabir

² SJK Innovations, How Warehouse Management Enhances Productivity, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/how-warehouse-management-enhances-productivity>

narudžbi, pakiranje i kontrolu zaliha mogu značajno smanjiti vrijeme i rad potreban za upravljanje skladištem.

Aktivnosti skladišta obuhvaćaju niz zadataka i operacija (prikazano na slici 1) koje se provode kako bi se efikasno upravljalo zalihama, rukovalo robom te osiguralo pravilno skladištenje i distribucija proizvoda.

Slika 1. Tijek logističkih procesa u skladištu



Izvor: J. Karasek, An Overview of Warehouse Optimization

Neke od osnovnih aktivnosti skladišta uključuju (Suice, 2022.):

- **Prijem robe:** ovaj proces obuhvaća preuzimanje pristigle robe, provjeru kvalitete i količine te prosljeđivanje u skladište ili druge funkcije unutar poduzeća.
- **Kontrola kvalitete:** ova aktivnost je sastavni dio prijema robe, posebno kada je dobavljač nekonzistentan u kvaliteti ili se radi o reguliranim proizvodima koji zahtijevaju stalnu provjeru.
- **Pohranjivanje:** organiziranje i smještaj robe na odgovarajuće lokacije unutar skladišta kako bi se maksimizirao prostor i omogućila laka identifikacija.
- **Skladištenje:** fizičko čuvanje robe dok se ne zahtijeva njezino izdavanje.

- **Komisioniranje:** proces prikupljanja robe iz skladišta kako bi se ispunila određena narudžba.
- **Sortiranje i prikupljanje** prema pojedinačnim narudžbama.
- **Pakiranje i izdavanje robe:** ovdje se provjerava točnost narudžbe, roba se pakira u prikladne spremnike za transport, pripremaju se dokumenti za izdavanje, mjeri težina zbog troškova dostave te se obavlja utovar u vozila.
- **Cross-docking:** ova tehnika uključuje premještanje primljene robe iz prijemne zone izravno u zonu izdavanja.
- **Popunjavanje primarnih lokacija:** ovo podrazumijeva prebacivanje robe sa rezervnih lokacija na glavne lokacije gdje se roba prikuplja.

Ove aktivnosti zajedno doprinose pravilnom funkcioniranju skladišta te omogućavaju učinkovito upravljanje zalihama i distribucijom, što je ključno za uspješno poslovanje tvrtke. Sve aktivnosti unutar skladišta trebale bi se provoditi u skladu s temeljnim načelima upravljanja skladištem (Šamanović, 2009.):

1. **Efikasna iskoristivost prostora:** podrazumijeva upotrebu pametnih metoda kao što su nadogradnja paleta i boks paleta za slaganje u visinu, potpuno iskorištavanje skladišnog prostora, korist od međukatova te smanjenje nepotrebnih prolaza.
2. **Optimizacija jedinica tereta:** ova strategija se odnosi na korištenje različitih oblika pakiranja kao što su palete, kontejneri, sanduci, i kutije kako bi se postigla maksimalna iskoristivost skladišnog prostora.
3. **Minimiziranje pokreta:** cilj je smanjenje nepotrebnih pokreta transportnih sredstava, robe i ljudi unutar skladišta. To se postiže smještajem dijelova skladišnog sustava s intenzivnijim dnevnim prometom što bliže jedno drugom. Osim toga, korištenje paleta i kontejnera smanjuje nepotrebne manipulacije unutar skladišta, dok računalna tehnologija može optimizirati rute kretanja analizom svakodnevnih aktivnosti u skladištu.
4. **Povećanje brzine protoka robe:** ovaj aspekt obuhvaća brzinu kretanja robe kroz skladište te njezino smještanje unutar njega. Roba se može kretati polukružnim i pravolinijskim putevima kroz skladište. Polukružno kretanje primjenjuje se kad su ulazi i izlazi iz skladišta na istoj strani, dok se pravolinijsko kretanje koristi kada su ulazi i izlazi na suprotnim stranama skladišne zgrade.

5. **Osigurati optimalne uvjete rada i povećati sigurnost na radnom mjestu:** potrebno je brinuti se o adekvatnoj osvjetljenosti koja olakšava rad, redovitom održavanju transportnih sredstava i opreme, ventilaciji, temperaturi i slično.
6. **Smanjiti troškove skladištenja:** postoji mnogo različitih troškova vezanih za skladištenje, a najveći udio često otpada na troškove radne snage. Ovi troškovi se mogu smanjiti efikasnom organizacijom skladišnih aktivnosti, primjenom automatizacije i mehanizacije određenih procesa, korištenjem informacijske tehnologije i slično. Također, treba uzeti u obzir i troškove održavanja zgrade te iskorištenosti skladišnog prostora i drugih faktora.

2.1.1. Funkcije skladišta

Temeljne funkcije skladišta imaju značajan utjecaj na cijeli logistički lanac i doprinose glatkom protoku robe od njezinog prijema do isporuke krajnjem korisniku. U nastavku su opisane temeljne funkcije skladišta (Ackerman,2013.):

1. Prijem robe

Prijem robe uključuje preuzimanje robe koja dolazi u skladište, provjeru kvalitete i količine primljene robe te njezino usmjeravanje na odgovarajuće mjesto unutar skladišta ili daljnju obradu. Prije dolaska transportnog sredstva, skladište je obaviješteno o ključnim detaljima pošiljke, uključujući vrstu robe, količinu i predviđeno vrijeme prispjeća. Nakon što transportno sredstvo stigne na unaprijed određenu ulaznu zonu (Slika 4.), slijedi pažljiva provjera popratne dokumentacije (obično otpremnice ili fakture) te se obavlja istovar tereta uz istovremeno skeniranje kako bi se evidentirao primitak robe u skladište.

Slika 2: Ulazna zona za prijem robe



Izvor:https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/07_06_2013__19011_Skladistenje_TL-5_11.pdf

Nakon toga slijedi detaljna kontrola pošiljke kako bi se osiguralo da njezine karakteristike, količina, kvaliteta i drugi aspekti odgovaraju onome što je navedeno u pratećoj dokumentaciji. (Rogić, 2018.)

2. Smještaj i čuvanje robe

Smještaj robe podrazumijeva fizičku raspodjelu i organizaciju zaliha unutar skladišta kako bi se maksimalno iskoristio dostupni prostor, olakšao pristup i minimizirala mogućnost oštećenja robe. Glavna svrha čuvanja robe je osigurati njezino očuvanje bez promjena koje bi mogle umanjiti njezinu upotrebnu vrijednost. To podrazumijeva poštivanje specifičnih zahtjeva kao što su temperatura, vlažnost, osvjetljenje i slično, kako bi se osiguralo cjelovito i kvalitativno očuvanje karakteristika robe.

Kod smještaja robe važno je da se poštuju neka propisana pravila (Šamanović, 2009):

- eksplozivna i otrovna roba skladišti se u specijalnim skladištima ili skladišnim prostorima koji su opremljena odgovarajućom opremom,
- teža roba slaže se niže, a lakša više,
- lomljivu robu treba držati u odgovarajućoj ambalaži i s njom pažljivo rukovati,
- roba koja se učestalije izdaje smjestiti bliže mjestu izdavanja,
- robu osjetljivu na svjetlo, toplinu, vlagu i slične utjecaje treba smjestiti u posebno skladište,
- robu većih dimenzija i težine treba staviti u jedan kut skladišta, a lakšu i manjih dimenzija u drugi,
- lako kvarljiva roba stavlja se na vidljiva mjesta,
- skupocjena roba se uvijek zaključava i treba nad njom imati pojačani nadzor

Pravilno smještanje robe u skladištu donosi mnoge prednosti, uključujući povećanje učinkovitosti, smanjenje grešaka i bolje upravljanje zalihama, što sve zajedno doprinosi boljem poslovanju i zadovoljstvu kupaca.

3. Komisioniranje

Proces komisioniranja uključuje prikupljanje robe iz skladišta kako bi se ispunile specifične narudžbe kupaca. Zatim, pripremu i sakupljanje robe, te verifikaciju, odnosno provjeru ispravnosti robe i količine. Nakon provjere robe, obavlja se pakiranje, odnosno priprema robe za transport. Završne radnje komisioniranja su označavanje pripremljenih narudžbi s informacijama o kupcu i isporuci te pregled kvalitete robe i na kraju otprema krajnjem kupcu.

Slika 3: Komisioniranje



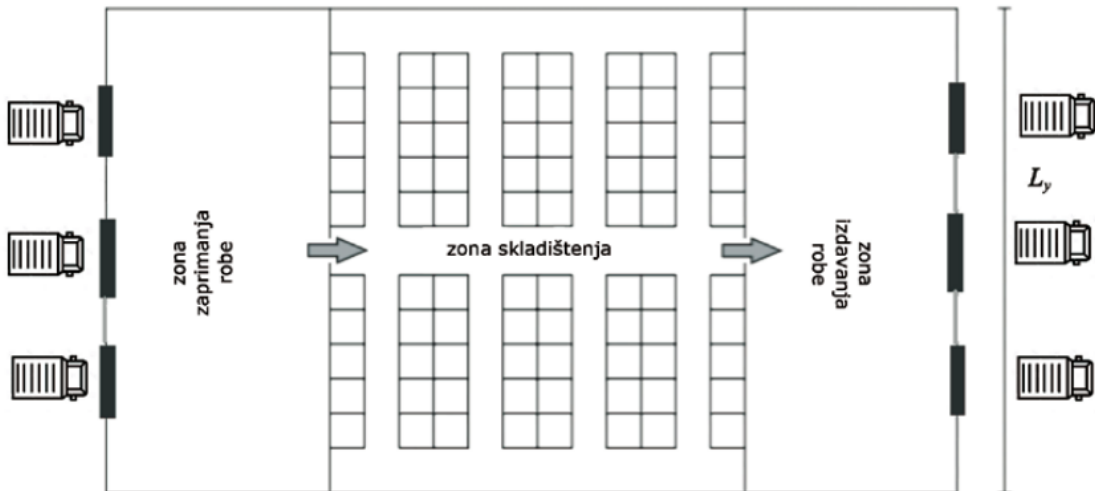
Izvor: <https://jatrgovac.com/logistika-trendovi-pustite-robu-da-tece/>

Jedan od načina racionalizacije troškova skladištenja je smanjenje vremena trajanja pojedinih aktivnosti skladišnog procesa. Moderna tehnologija poput skeniranja barkodova ili automatiziranih sustava dodatno unapređuje efikasnost ovog procesa.

4. Izdavanje robe

U okviru funkcije izdavanja robe iz skladišta, zaposlenici su angažirani na višem nivou kako bi osigurali preciznost i ispravnost narudžbi te izbjegli potencijalne komplikacije i nepotrebne troškove. Ove aktivnosti uključuju pažljivo sortiranje i raspoređivanje elemenata narudžbi kako bi se izbjeglo vraćanje robe i nepotreban gubitak resursa. Kako postoji zona za prijem robe, u skladištu se isto tako nalazi i zona za izdavanje, prikazano na slici 6,

Slika 4. Zona za prijem i izdavanje robe



Izvor:<https://ebook.efzg.hr/digital/library/sites/localsite/collect/efzg/index/assoc/HASH4cf a.dir/Poslovna%20logistika%202022.pdf>

Proces izdavanja uključuje niz koraka kao što su provjera točnosti narudžbe, pakiranje robe u odgovarajuće spremnike ili kutije, priprema dokumentacije za izdavanje, mjerenje težine, utovar u vozila itd. Prije same otpreme, kupcu se šalje obavijest o očekivanom vremenu dolaska robe kako bi se osiguralo da su spremni za preuzimanje i izbjegle suvišne poteškoće i troškovi povezani s čekanjem robe u transportnim sredstvima.

Osim toga, u ovom koraku moguće je obaviti dodatne aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodima, kao što su označavanje, etiketiranje i pakiranje. Pripremljene pošiljke se dalje pripremaju za sljedeću fazu u lancu opskrbe.

2.1.2. Vrste skladišta

Postoji nekoliko različitih vrsta skladišta, svaka s posebnom svrhom i funkcionalnošću. Ovisno o vrsti robe koja se skladišti i potrebama poslovanja, tvrtke odabiru odgovarajuću vrstu skladišta kako bi osigurale učinkovito i sigurno skladištenje.

Podjela skladišta **prema načinu gradnje** (Belak, 2002.):

- **Otvorena skladišta:** ova vrsta skladišta pruža osnovni oblik pohrane i često se koristi za čuvanje roba koje nisu osjetljive na vremenske uvjete. Otvorena skladišta idealna su za građevinski materijal, kamenje, šljunak i pijesak. Roba se pohranjuje na otvorenom prostoru, ali se može dodatno zaštititi prekrivačima ili drugim sredstvima.
- **Natkrivena skladišta:** omogućavaju zaštitu od vremenskih utjecaja, ali istovremeno omogućava provjetravanje. Natkrivena skladišta su korisna za robu koja zahtijeva određeni stupanj ventilacije, poput drvnih proizvoda ili cijevi.
- **Zatvorena skladišta:** pružaju potpunu zaštitu od vremenskih uvjeta i često se koristi za skladištenje osjetljivih proizvoda kao što su tekstil, elektronička oprema, prehrambeni proizvodi i lijekovi.

Skladišta se mogu podijeliti **prema stupnju mehanizacije**, što značajno utječe na način rukovanja i upravljanja robom unutar njih, a ona su (Belak, 2002.):

- **Niskomehanizirana ili klasična skladišta:** u ovim skladištima, zaposlenici se uglavnom oslanjaju na ručnu manipulaciju robom. Koriste jednostavne alate kao što su ručna kolica za premještanje i pohranu robe. Ova metoda rukovanja robom često može uzrokovati veliko fizičko naprezanje zaposlenika i povećati rizik od ozljeda na radu.
- **Viskomehanizirana skladišta:** u ovim skladištima, zaposlenici imaju na raspolaganju različita mehanička sredstva kao što su viličari i skladišna dizala. Ova sredstva olakšavaju podizanje, premještanje i skladištenje robe te smanjuju potrebu za ručnim radom. Viskomehanizirana skladišta povećavaju učinkovitost i smanjuju rizik od ozljeda.
- **Automatizirana skladišta:** većina poslova se obavlja automatski, bez značajne prisutnosti skladišnih radnika. Računalni sustavi upravljaju procesima pohrane, premještanja i izdavanja robe. Skladišni radnici su prisutni samo za nadzor i rutinske aktivnosti.

- **Robotizirana skladišta:** najnoviji tip skladišta koji se tek počinje primjenjivati. U robotiziranim skladištima, preuzimanje i izdavanje robe obavljaju računalni sustavi i roboti koji se kreću po unaprijed određenim putanjama pod nadzorom videokamera. Ova tehnologija omogućuje visoku preciznost i brzinu u procesima rukovanja robom.

Svaka od ovih vrsta skladišta pruža određene prednosti i izazove te se odabir temelji na potrebama poslovanja, vrsti robe i razini tehnološke pripremljenosti tvrtke.

Kategorizacija skladišta **prema specifičnosti uskladištene robe** (Dundović i Hess, 2007.):

- **Opća skladišta:** ova vrsta skladišta posjeduje raznovrsnu opremu i omogućuje uskladištavanje različitih tipova proizvoda. Ovdje se može čuvati širok spektar proizvoda kako bi se udovoljilo raznolikim potrebama.
- **Specijalizirana skladišta:** vrsta skladišta koja je namijenjena čuvanju određene kategorije proizvoda. Na primjer, silosi su specijalizirani za skladištenje žitarica uz posebne uređaje za provjetravanje. Hladnjače su dizajnirane za očuvanje lako kvarljive robe uz upotrebu rashladnih uređaja, dok su vinski podrumi prilagođeni skladištenju vina uz strogo kontroliranu temperaturu i uvjete. Skladišta-tankovi služe za čuvanje tekućih roba kao što su naftni derivati i plin uz strogi nadzor i održavanje.

Ova klasifikacija pomaže poduzećima da odaberu odgovarajuću vrstu skladišta prema specifičnostima pohranjenih proizvoda i osiguraju optimalno okruženje za njihovu sigurnost i očuvanje.

S obzirom na **vlasništvo** nad skladištem, postoji nekoliko vrsta (Dundović i Hess, 2007.):

- **Privatna skladišta** – jesu ona koja su u vlasništvu i pod upravom pojedinih poduzeća ili organizacija. Tvrtke ih izgrađuju za vlastite potrebe ukoliko uoče konstantne potrebe za skladišnim prostorom tijekom cijele godine.

- **Javna skladišta** – njihova svrha je pružiti usluge skladištenja drugim subjektima. Neka od njih nude raznolike usluge kao što su pakiranje, označavanje, testiranje, održavanje zaliha, lokalna dostava, obrada podataka i određivanje cijena. Ove usluge se koriste kad postoje varijacije u potrebama za skladišnim prostorom tijekom godine ili kad treba pohraniti manje količine robe. Stoga je često racionalnije koristiti javno skladište nego izgraditi vlastito.
- **Ugovorna skladišta** – posebna vrsta javnog skladišta koje, temeljem dugoročnog ugovora o najmu, pružaju kvalitetnije usluge od onih dostupnih u drugim javnim skladištima.

U konačnici, izbor skladišta ovisi o specifičnim potrebama i strategiji poslovanja svakog poduzeća. Važno je uzeti u obzir faktore kao što su potrebe za prostorom, fleksibilnost, kontrola i operativna efikasnost kako bi se donijela odluka koja će najbolje podržati logističke i poslovne ciljeve.

2.1.3. Lokacija skladišta

Izbor lokacije skladišta obuhvaća prostor na kojem će se uspostaviti skladište, zajedno s odlukama o broju, poziciji, opremi i veličini skladišnih kapaciteta. Izgradnja ili kupnja skladišta često zahtijeva značajna financijska ulaganja. Isto tako, lokacija skladišta direktno utječe na transportne troškove, troškove pohrane, vremena dostave i sposobnost da se brzo prilagode zahtjevima kupaca.

Isto tako, odluke o lokaciji skladišta nisu samo strateške, već su i taktičke jer se odnose na konkretne aspekte izvedbe skladišta. To uključuje definiranje rasporeda prostora, organizaciju skladišnih kapaciteta te druge praktične aspekte koji direktno utječu na operativnu učinkovitost. Lokacija skladišta može značajno utjecati na brzinu isporuke, troškove prijevoza te zadovoljstvo kupaca i dobavljača.

Proces odabira lokacije sastoji se od sljedećih koraka: (Belak, 2002.)

- Identifikacija relevantnih faktora koji utječu na odabir lokacije,
- procjena snage, usmjerenja i utjecaja ovih faktora u određenom vremenskom okviru i uvjetima okoline, u vezi s procesima donošenja odluka o lokaciji,
- vrednovanje različitih mogućih rješenja i konačan odabir najbolje opcije.

Prilikom odabira odgovarajuće lokacije za skladište, važno je uzeti u obzir sedam ključnih kriterija: (Sunol, 2022.)

- **Stope najma i porezi:** iako su troškovi ključan faktor, ne bi trebali biti jedini. Treba paziti na skrivene troškove koji mogu nadoknaditi uštede na niskim cijenama najma. Važno je uzeti u obzir sve financijske aspekte.
- **Dostupnost radne snage, vještine i troškovi:** dostupnost radne snage i njihove vještine direktno su povezane s demografijom područja. Važno je razmotriti ponudu i potražnju za radnom snagom jer to utječe na operativne troškove.
- **Ceste, autoceste i prometni tokovi:** važno je uzeti u obzir dostupnost cesta i autocesta te gustoću prometa, osobito ako je kamionski prijevoz ključan način transporta.
- **Blizina zračnih luka, željezničkih kolodvora i luka:** ovisno o načinu prijevoza robe, treba prioritetno razmotriti blizinu relevantnih transportnih čvorišta.
- **Tržište i lokalni čimbenici:** bitno je razmotriti blizinu dobavljača, proizvođača i tržišta koje skladište opslužuje, kao i ekološke čimbenike.
- **Dostupnost zgrade i komunalni troškovi:** u slučaju ako se poslovanje mijenja, važno je da se nova lokacija može prilagoditi. Premještanjem unutar istog područja moguće je zadržati kontinuitet, minimizirati komunalne troškove i olakšati tranziciju.
- **Prilagodljivost i budući rast:** važno je razmotriti mogućnost prilagodbe skladišta budućem rastu ili smanjenju poslovanja kako bi se izbjegli nepotrebni troškovi i komplikacije.

Pažljivim promišljanjem ovih kriterija prilikom odabira lokacije skladišta, osigurat ćete optimalne uvjete za učinkovito i uspješno poslovanje.

2.1.4. Izgradnja skladišta

Nakon odabira optimalne lokacije za odgovarajuće skladište, slijedi faza projektiranja i izgradnje samog skladišta. Proces izgradnje uključuje građevinske radove na glavnoj skladišnoj zgradi, dodatnim objektima te uređenju okoliša oko skladišnih prostora. Ovaj zadatak preuzimaju stručna građevinska poduzeća. Tijekom izrade projektnih dokumenata, organizacije izgradnje te same konstrukcije, investitori moraju uzeti u obzir niz ključnih čimbenika. Važno je pažljivo planirati svaki troškovni aspekt i ukupne troškove gradnje skladišnog kompleksa. Funkcionalnost svih skladišnih prostora također je bitna, kao i sigurnost tijekom izgradnje i buduće eksploatacije skladišta. Osim toga, kvaliteta projektne dokumentacije i izgradnje ovisi o konzistentnom i pažljivo definiranom projektu. Posebna pažnja treba biti posvećena definiranju i formuliranju projektnih smjernica. To uključuje tip i veličinu skladišta, raspored unutar skladišnih prostora, veličinu i postavu vrata, prozora i zidova, nosivost podova te dimenzije i nosivost teretnih liftova. Pristupne površine skladištu, kao što su peroni, platforme i rampe za uskladištenje i iskladištenje tereta, također su ključne komponente koje treba pažljivo planirati i projektirati (Zelenika, 2005)

Sveukupno, pravilno vođenje procesa projektiranja i izgradnje skladišta presudno je za stvaranje učinkovitog, sigurnog i funkcionalnog prostora koji zadovoljava potrebe investitora i pridonosi uspješnom upravljanju lancem opskrbe.

2.1.5. Raspored robe u skladištu

Metode dodjele mjesta za skladištenje robe u skladištu obuhvaćaju niz pravila prema kojima se određena roba smješta na određeno mjesto unutar skladišta. Ove metode se općenito mogu podijeliti u tri skupine (Karasek, 2009.):

- **Metode slučajnog rasporeda odlaganja:** ove metode omogućuju nasumičan raspored robe na slobodnim lokacijama skladišta. To su često jednostavne metode koje se primjenjuju u mnogim skladištima jer rezultiraju racionalnim iskorištavanjem prostora. Uključuju potpuno slučajan raspored, gdje se roba odlaže

na proizvoljno slobodno mjesto i metodu najbliže slobodne lokacije, gdje se roba odlaže na najbližu slobodnu lokaciju.

- **Metode dodijeljenog rasporeda odlaganja:** prema ovoj metodi roba se smješta na fiksno predviđeno mjesto prema određenim kriterijima. Nedostatak dodijeljenog rasporeda odlaganja je u tome što je za svaku robu potrebno rezervirati dovoljno prostora kao za maksimalnu količinu zaliha. Zbog toga je kod ovih metoda manja iskoristivost prostora u odnosu na ostale metode dodjele mjesta odlaganja robe u skladištu.
- **Metode odlaganja po zonama:** – kombinacija prethodno navedenih metoda, tzv, ABC analiza. Polazi od podjele robe u tri skupine na temelju odnosa vrijednosti potrošnje/zaliha/prodaje. Proizvodi s najvećim prometom smještaju se blizu ulaza/izlaza u tzv. skupinu A, dok se ostali proizvodi svrstavaju u skupine B i C. Unutar svake zone, roba se raspoređuje nasumično. Ovaj pristup objedinjuje prednosti i slučajnog i dodijeljenog rasporeda.

U postupku ABC analize materijali se klasificiraju u skupine A, B i C. Na temelju niza istraživanja u praksi dobiveni su odnosi vrijednosti i broja vrsta materijala u pojedinim skupinama, prikazano u tablici 1:

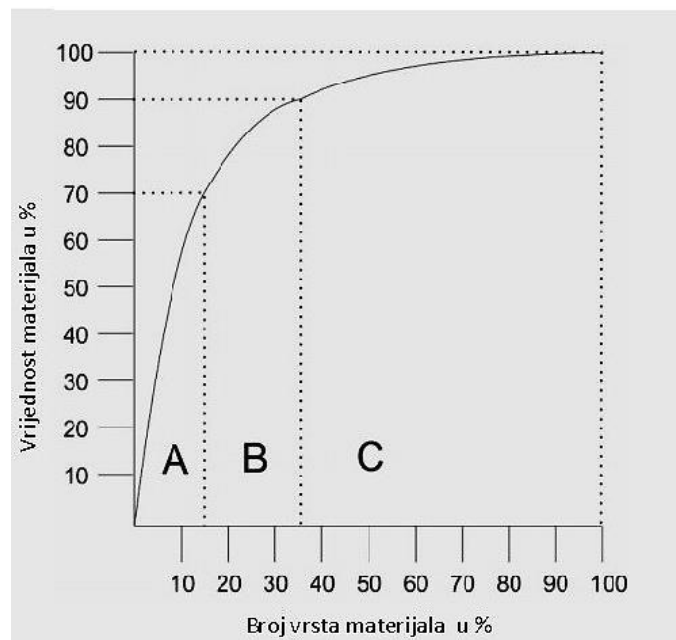
Tablica 1: Odnos vrijednosti i broja vrsta materijala u pojedinim skupinama

Skupina materijala	Udio u vrijednosti ukupnih potreba/potrošnje/zaliha	Udio u ukupnom broju vrsta materijala
A	40-80%	5-25%
B	20-40%	20-40%
C	5-20%	40-75%

Izvor: V. Ferišak, Nabava: Politika – Strategija – Organizacija – Management, 2. aktualizirano i dopunjeno izdanje, Zagreb, 2006.

Rezultati razvrstavanja u skupine A, B i C najčešće se prikazuju grafički u obliku tzv. Lorenzove krivulje, koja je prikazana na slici 1.

Slika 5: Grafički prikaz rezultata ABC analize



Izvor: V. Ferišak, Nabava: Politika – Strategija – Organizacija – Management, 2. aktualizirano i dopunjeno izdanje, Zagreb, 2006.

Slika br. 7 prikazuje da 15% vrsta materijala ima u vrijednosti ukupne potrošnje materijala udio od 70% (u tu skupinu spada A grupa proizvoda), da 20% od ukupnog broja vrsta materijala ima u ukupnoj vrijednosti potrošnje materijala udio od 20% (materijali skupine B), da 65% vrsta materijala ima udio u ukupnoj vrijednosti potrošnje svega 10% (materijali skupine C). (Ferišak, 2006.)

Sve ove metode dodjele mjesta za skladištenje robe imaju svoje prednosti i nedostatke, a njihov izbor ovisi o potrebama i karakteristikama konkretnog skladišta.

2.2. Povijest skladišnog poslovanja kroz tehnološke promjene

Skladištenje igra iznenađujuće važnu ulogu tijekom ljudske povijesti, ali nikada nije bilo važnije nego u našim ranim danima. Koncept skladištenja poznat je još od pradavnih vremena, kada se instinktivno pohranjivao višak hrane tijekom obilnih razdoblja kako bi se osigurale zalihe kada su resursi bili oskudniji. Čuvanje viška hrane bilo je posebno važno, a posebno zbog nepredvidljivosti prirode, što je posebno otežalo posao. (Ackerman, 2013.).

Ljudi su pohranjivali zalihe stoljećima, međutim, tijekom vremena, ova osnovna potreba za skladištenjem hrane razvila se u nešto puno kompleksnije i raznolikije. U nastavku je objašnjeno ukratko povijest skladištenja, od najranijih početaka do današnje verzije skladišta i najnovije tehnologije.

2.2.1. Počeci skladištenja

Učinkovita logistika zahtijevala je razvoj modernog upravljanja skladištima, a taj koncept ima korijene u drevnim civilizacijama poput Grka i Rimljana, te datira već stoljećima. U drevnim vremenima, skladištenje je bilo znatno drugačije u usporedbi s današnjom praksom. Skladišta su se primarno koristila za skladištenje poljoprivrednih proizvoda poput žitarica, začina i drugih namirnica. Uobičajeno su ih vodili lokalni poljoprivrednici, trgovci ili drugi pojedinci koji su trebali čuvati svoje proizvode na duže vremensko razdoblje. U mnogim slučajevima, ta su skladišta bila jednostavne konstrukcije izgrađene od blata, opeke ili kamena, s ograničenim kapacitetom za skladištenje. Proizvodi su često bili pohranjeni u vrećama, košarama ili drugim spremnicima. S obzirom na nedostatak tehnologije za praćenje zaliha ili upravljanje protokom dobara, upravljanje skladištima oslanjalo se većinom na ručni rad i vođenje zapisnika. (Senora, 2023.).

Prije približno 2.200 godina, Rimljani su bili poznati po osvajanju drugih naroda. Tijekom tog razdoblja izgradili su veliko skladište, poznato po imenu Horrea Galbae, smještena u vojnim kampovima i lučkim gradovima, najviše su sličila današnjim zgradama. Ovo prvo skladište zapravo je bila velika mreža zgrada smještenih blizu rijeke Tibar koja je sadržavala više od 140 odvojenih soba. Koristilo se za skladištenje ogromne zalihe žitarica za javnost, kao i uvoznih dobara poput vina, maslinovog ulja i odjeće. Horrea su bila pravokutne zgrade, često dvokatnice ili višekatnice, izgrađene od kamena s podignutim prizemljem i nadstrešnicom kako bi zidove održavale hladnima i suhima.³

³ <https://www.newcastlesys.com/blog/the-history-of-warehousing>

Slika 6: Horrea Galbae



Izvor: <https://eurekapub.eu/logistics/2021/11/09/the-rise-of-the-logistics-manager>

Rimljani su možda izmislili skladište, međutim, nisu koristili taj izraz. Prva upotreba termina "skladište" potječe iz 1300. godine iz Britanije. Britanci su definirali skladište kao "strukturu ili prostor za pohranu robe". Engleska je proširila svoj globalni utjecaj koristeći svoje izdržljive, brze i teretom natovarene brodove koji bi prenosili dobra duž međunarodnih trgovačkih ruta. U isto vrijeme, Britanci su uspostavili svoja "skladišta" u lukama diljem Europe i dalje.⁴

2.2.2. Industrijska revolucija

Tijekom prve industrijske revolucije krajem 1700-ih, ideja "skladištenja" postala je sve rasprostranjenija. S porastom masovne proizvodnje te dostupnosti parnih strojeva, postojao je veći kapacitet za stvaranje robe na masovnoj razini. Roba se često držala u raznim skladištima u zemlji dok nije bila potrebna ili dok nije otpremljena u inozemstvo kao dio međunarodne trgovine. Prva industrijska revolucija bila je samo početak masovne transformacije u industriji

⁴ ibid

skladišta. Kako su željeznice počele povezivati gradove i mjesta diljem Sjeverne Amerike, to je također omogućilo rast i prosperitet logističke industrije.

Slika 7: Prva industrijska revolucija i izum parnog stroja



Izvor: <https://www.newcastlesys.com/blog/the-history-of-warehousing>

Kako se društvo razvijalo, uvodili su se lokalni skladišni prostori. Tijekom Srednjeg vijeka, napredak u ljudskom znanju potaknuo je razvoj skladišta za rukovanje pohranom otpremljenih predmeta. Prvo značajnije komercijalno skladište izgrađeno je u Veneciji, koja je bila središte glavnih trgovačkih ruta. Krajem 19. stoljeća u Sjedinjenim Američkim Državama, prijevoz između lučkih gradova i unutarnjih gradova učinkovito se ostvarivao željeznicom. Teretni vagoni koristili su se kao pokretna skladišta, posebno tijekom sezone žitarica. Nedostatak teretnih vagona potaknuo je željezničke kompanije da razdvoje funkcije prijevoza i skladištenja. U to vrijeme, monopol željezničkih kompanija na skladištenje i prijevoz je išao u korist velikim korporacijama, omogućujući im besplatne usluge skladištenja uz upotrebu željeznice. Mogućnost skladištenja pružana je kao dodatna usluga prijevoza, a takva usluga je bila integrirana u carinski terminal (Ackerman, 2013.).

Sve do završetka Prvog svjetskog rata, u skladištima su se koristila ručna kolica za rukovanje materijalom, a proizvodi su se slagali ručno, pri čemu su visine skladištenja bile

planirane u rasponu od 2.4 m do 3.7 m. U vrijeme Drugog svjetskog rata, uveli su se viličari i drvene palete. Visina skladištenja robe povećala se na 9.2 metara, gotovo trostruko, zahvaljujući masovnoj proizvodnji viličara (Dedhia, 2016,).

Prema tome, prva je značajnija inovacija bila viličar. Koncept viličara došao je do pravog izražaja u 20. stoljeću što je poboljšalo produktivnost. Osim toga, izum standardizirane palete s dvije strane 1930-ih doveo je do stvarnog zamaha. Zamijenivši osnovne nosače, sanduke, kutije i bačve koje su bile u upotrebi od rimskog razdoblja. Palete su omogućile slaganje robe i transport s neusporedivom učinkovitošću. Potaknuti zahtjevima Drugog svjetskog rata, proizvođači su 40-ih i 50-ih godina prošlog stoljeća objavili niz podesivih paletnih regala, rekonfigurirajući skladište za nove mogućnosti paletiranja.⁵

Slika 8: Prikaz starog sustava skladištenja



Izvor: <https://www.open.ac.uk/blogs/History-of-the-OU/?p=2947>

⁵ <https://advanced-handling.co.uk/blog/2017/08/24/the-history-of-the-warehouse/>

Krajem 19. i početkom 20. stoljeća, rastom industrijalizacije i masovne proizvodnje, rasla je potreba za organiziranim i efikasnim skladištenjem i raspodjelom dobara. Druga industrijska revolucija (poznata i kao Tehnološka revolucija) potaknula je brz rast znanstvenih otkrića, masovne proizvodnje i industrijalizacije. Kao plod toga razvoja, razvijene su inovativne metode i tehnologije za upravljanje skladištima, koje su uključivale implementaciju standardiziranih kontejnera, upotrebu transportnih traka i električnih viličara. Prvo automatizirano skladište stvoreno je 1951. godine od strane tvrtke Barrett Electronics u Sjedinjenim Američkim Državama. Njihov sustav se koristio transportnim trakama i računalom kako bi upravljao zalihama i ispunjavao narudžbe.

Slika 9: Pojava transportnih traka



Izvor: <https://www.open.ac.uk/blogs/History-of-the-OU/?p=2947>

Razvoj računalnih tehnologija u 1950-ima i 1960-ima, otvorio je put stvaranju automatiziranih sustava za upravljanje skladištima. Takvi sustavi su koristili računala za kontrolu razine zaliha, praćenje kretanja dobara unutar skladišta te optimizaciju iskorištavanja raspoloživog prostora. Tijekom 1960-ih, tvrtka Demag (sada poznata kao Dematic) razvila je prvi Automatizirani sustav za skladištenje i dohvat, nazvan AS/RS. Taj Automatizirani sustav

za skladištenje i dohvat prvi je puta korišten u skladištu knjižnog kluba u Njemačkoj, što je pomoglo optimizirati procese skladištenja. Implementacija Automatiziranog sustava za skladištenje i dohvat donijela je mnoge prednosti. Smanjila je troškove radne snage i pomogla postići bolje rezultate procesa. Jedna od glavnih prednosti bila je mogućnost visokih vertikalnih prolaza za skladištenje, što je omogućilo brži pristup inventaru i maksimalno iskorištavanje skladišnog prostora. Ova inovacija potaknula je preispitivanje tradicionalnih metoda skladištenja.⁶

Otkako je tadašnje upravljanje skladištima zabilježilo ovu prekretnicu, nastavilo je evoluirati kroz razvoj novih tehnologija kao što su skeniranje barkodova, RFID (Radio-Frequency Identification) tehnologija te automatiziranih sustava za rukovanje materijalom. Danas, upravljanje skladištima je ključan element u cijelom lancu opskrbe za poslovanja koja djeluju u širokom spektru industrija (Senora,2023.).

Do 1984. godine, oko jedna trećina trgovina i skladišta u SAD-u koristilo je barkod tehnologiju. Godine 1975., J.C. Penney je instalirao sustav za upravljanje skladištem (WMS), koji se postupno razvijao i postajao sofisticiraniji tijekom nekoliko desetljeća. Do 2004. godine, do 90% kompanija s Fortune 500 popisa bilo je digitalizirano korištenjem barkodova i WMS sustava.⁷

Sustav za upravljanje skladištem (WMS) dodaje vrijednost i pruža dobar povrat ulaganja. Vrijednosti koje dodaje WMS sustav jesu:

- Točnija inventura, čime se smanjuju sigurnosne zalihe.
- Smanjenje vremena obrade narudžbi, čime se poboljšava zadovoljstvo kupaca.
- Točnija isporuka narudžbi, čime se smanjuju zaostale narudžbe i pogrešno isporučene narudžbe.
- Povećana produktivnost radnika mogućnošću preciznog dodjeljivanja poslova koji se mogu izvršiti.
- Potencijalno ukidanje godišnjih fizičkih inventura kao rezultat upotrebe WMS postupka brojanja ciklusa.

⁶ <https://www.hopstack.io/blog/evolution-warehousing-systems-history-timelines>

⁷ <https://www.newcastlesys.com/blog/the-history-of-warehousing>

Uvođenje novih tehnologija u skladište može stvoriti moderno, učinkovito i konkurentsko skladište koje može bolje odgovoriti na zahtjeve suvremenog tržišta. Uz sve ove prednosti, postoji niz drugih prednosti uvođenja novih tehnologija, kao što su: povećana učinkovitost, smanjenje pogrešaka, smanjenje troškova rada, brža obrada narudžbi, prilagodljivost, povećana konkurentnost, smanjenje ekoloških utjecaja i mnogi drugi.

U posljednjih deset do dvadeset godina, skladišta su doživjela ogroman razvoj. Industrija je napredovala značajno te se prilagodila bržem tempu. Potaknuto evolucijom različitih faktora koji utječu na globalno tržište, skladištenje nastavlja rasti i mijenjati se kako bi ostalo jedna od ključnih komponenata u mnogim industrijama. U budućnosti možemo očekivati još više inovacija u skladištima i logistici, kao što su umjetna inteligencija (AI) i Internet of Things (IoT), koji će biti detaljnije objašnjeni u sljedećem poglavlju

3. TEHNIČKE I TEHNOLOŠKE PROMJENE U SKLADIŠNOM POSLOVANJU

Tehnički i tehnološki razvoj skladišta postavlja nove standarde u upravljanju opskrbnim lancem. Inovacije kao što su automatizacija, robotizacija i napredne softverske platforme omogućuju tvrtkama da se bolje nose s promjenama, brže ispune narudžbe i prilagode se dinamičnom poslovnom okruženju.

3.1.1. Oprema za skladištenje

Raznovrsna oprema omogućuje organizaciju, zaštitu i pristup različitim materijalima i proizvodima na način koji olakšava njihovo rukovanje, praćenje i raspoređivanje po skladištu.

Glavne komponente skladišnog sustava su (Dundović i Hess, 2007.):

- skladišni objekti (zgrade, uređene površine,...),
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala,
- transportna sredstva,
- pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i depaletizaciju, za kontrolu i mjerenje,...),
- dodatna oprema (protupožarna, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema za održavanje čistoće).

Ključni dio opreme u svakom skladištu predstavljaju regali. Vertikalni okviri s horizontalnim policama omogućuju organiziranje i pohranu raznih materijala, proizvoda i roba na način koji olakšava pristup, preglednost i učinkovitost rukovanja zalihama. Regali su neizostavan element u optimizaciji skladišnog prostora i pružaju brojne prednosti za učinkovito upravljanje zalihama.

Postoji nekoliko vrsta regala:

- klasični paletni regali
- Paletni regali dvostruke dubine
- Polični regali
- Ladičari
- Prolazni regali
- (Paletni) protočni regali
- Protočni regali s guranjem
- Paletni shuttle sustav
- Protočni regali za kutije
- Konzolni regali
- Prijevozni regali
- Okretni regali – karuseli
- AS/RS sustav regala

a) Klasični paletni regali

Kada je riječ o paletnim regalima, ključna je primjena posebne opreme - paleta, uz obavezno korištenje odgovarajućeg transportnog sredstva poput viličara. Ovi regali, zajedno s policama, često su organizirani u redove, s odlaganjem paleta u jednoj dubini. Ovakvo postavljanje omogućuje izravan pristup svakoj jedinici skladištenja. Kod paletnih regala, postoji dvije uobičajene varijante za odlaganje paleta: poprečno i podužno odlaganje. Iskoristivost skladišne površine varira od 30% do 40%, uz moguću iskoristivost skladišnih lokacija do 100%. Paletni regali su posebno korisni kada treba pohraniti velike količine paletizirane robe te omogućavaju učinkovito rukovanje paletama. Jedna od prednosti paletnih regala je ta što svaka razina regala ima neovisnu potporu, što olakšava pristup teretu te omogućava skladištenje većih količina jedinica koje se slažu u visinu. Ovi regali prilagođeni su standardiziranim dimenzijama paleta, tako da se svaka paleta može smjestiti u odgovarajući otvor na regalu. Visina otvora na regalu može se prilagoditi prema potrebama i vrstama artikala koji se skladište na paletama.

Osim što omogućavaju organiziranu pohranu, paletni regali olakšavaju identifikaciju, pristup i manipulaciju zalihama. Njihova sposobnost skladištenja većih količina robe na minimalnom

prostoru čini ih nezamjenjivim alatom za efikasno upravljanje zalihama u različitim industrijskim okruženjima. (Đukić, 2019.)

Slika 10: Klasični paletni regali



Izvor: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisna-oprema/paletni-regali/standardni-paletni-regali>

b) Paletni regali dvostruke dubine

Dvostruki regali, za razliku od klasičnih paletnih regala, omogućuju postavljanje dvije palete jedna iza druge. Ova metoda omogućuje uštedu prostora, jer se na gotovo istoj površini skladišta dobiva veći broj pozicija za palete. Ključni nedostatak ovakvog regalnog sustava leži u pitanju dostupnosti, odnosno nedostupnosti određene palete u određenom trenutku. Kako bi se izbjeglo dvostruko manipuliranje, praksa je popuniti svaki red identičnim artiklima (paletama koje sadrže iste proizvode), što može rezultirati praznim lokacijama u regalu ako se neki artikl nalazi na neparnom broju paleta. Još jedan nedostatak je potreba za specijaliziranim viličarima prilagođenim ovakvoj vrsti regala. (Đukić, 2019.)

Slika 11: Paletni regali dvostruke dubine



Izvor: Đukić, G.: Predavanja iz kolegija „Gospodarska logistika 2“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2019.

Paletni regali dvostrukih dubina su odlična opcija za tvrtke koje žele maksimalno iskoristiti dostupan skladišni prostor i skladištiti velike količine robe. Međutim, prilikom implementacije ove tehnike, važno je pažljivo planirati i uzeti u obzir specifične potrebe i zahtjeve svakog skladišta.

c) Polični regali

Polični regali jesu osnovni i ekonomični model skladištenja koji se koristi za pohranu nepaletizirane robe kao što su kartonske kutije ili pojedinačni proizvodi. Ovi regali su idealni za organizaciju manjih skladišta ili onih koja skladište raznovrsne artikle. Dubina poličnih regala varira ovisno o namjeni, no budući da su police obično plitke, veće količine robe se često postavljaju uz prolaz kako bi se omogućilo lakše komisioniranje. Statični polični regali su pristupačni u nabavi i jednostavni za korištenje, no imaju nekoliko ograničenja. Najveći izazov s ovim regalima je gubitak vremena koji nastaje tijekom hodanja komisionera i traženja artikala. Istraživanja su pokazala da u skladištima opremljenim statičnim poličnim regalima čak do 85% vremena može biti utrošeno na pretragu i putovanje do traženih artikala, dok se preostali dio troši na samu izmjenu robe. (Rogić, 2018.)

Slika 12: Polični regali



Izvor: <https://www.ohra.hr/proizvodi/policni-regal>

Unatoč tim izazovima, ovakvi regali su i dalje popularni u situacijama gdje se skladišti širok spektar artikala i kada se želi postići osnovno, ekonomično rješenje za skladištenje robe. Planiranje rasporeda artikala, organizacija skladišta i učestalo praćenje zaliha mogu pomoći u ublažavanju negativnih aspekata povezanih s ovom vrstom regala.

d) Prolazni regali

Prolazni regali, poznati i kao drive-in / drive-through regali, su posebno dizajnirani regali koji omogućuju skladištenje artikala u blokovima bez prolaza. Ova konstrukcija je prilagođena za upotrebu viličara unutar same strukture regala kako bi se izvršile radnje pohrane ili komisioniranja skladišnih jedinica. Kod prolaznih regala, postoji dvije osnovne varijante prema konceptu punjenja:⁸

1. **Drive-in regali:** Ovi regali se pune i prazne sa iste strane, poznato kao LIFO princip (Last in, First out). To znači da se posljednje uskladištene jedinice prve izuzimaju, stoga se roba koja je posljednja stigla u skladište prvo izuzima za distribuciju ili prodaju.

⁸ <https://www.ar-racking.com/en/blog/differences-between-drive-in-and-drive-through-racking/>

Slika 13: Drive-in regali



Izvor: <https://fayco.ie/mecalux-drive-in-pallet-racking-or-drive-through-pallet-racking-system/>

2. **Drive-through regali:** Ovi regali se pune s jedne strane, dok se s druge strane vrši pražnjenje, poznato kao FIFO princip (First in, First out). Prva roba koja je uskladištena također se prva izuzima za distribuciju ili prodaju.

Slika 14: Drive-through regali



Izvor: <https://fayco.ie/mecalux-drive-in-pallet-racking-or-drive-through-pallet-racking-system/>

Drive-in i drive-through regali su posebno korisni za skladištenje veće količine iste vrste proizvoda s obzirom na njihovu konceptualnu strukturu i princip punjenja i pražnjenja. Prednosti prolaznih regala (Drive-in i Drive-through) su sljedeća: (Đukić, 2019.)

- Visoka gustoća skladištenja omogućuje pohranu većeg broja paleta po kubičnom metru nego kod drugih sustava skladištenja;
- Idealno za grupe paleta;
- Pogodno za sezonsku robu;
- Idealno za hladnjače i rashladne prostore;
- Pogodno za lomljive terete koji se ne mogu slagati u blokove;
- Niski kapitalni troškovi i nema potrebe za posebnom opremom za rukovanje;
- Neprekidno postavljanje regala visine do 10 metara bez prolaza između.

Nedostaci ovakvih regala jesu što se svaka paleta drži samo na rubovima regala, i time vuče za sobom potrebu kvalitetnijih paleta jer će opterećenje tereta stvarati dodatni pregib palete. Uz to, da bi se koristila ovakva vrsta regala nužna je visoka razina osposobljenosti vozača viličara.

e) Protočni regali

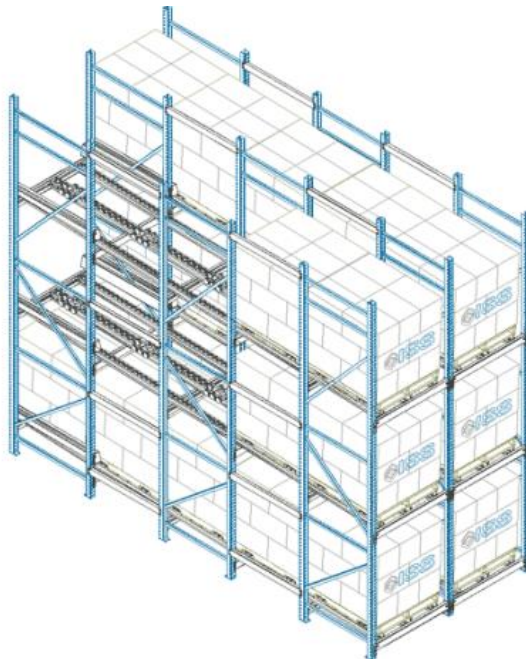
Protočni regali (eng. pallet flow-rack) omogućuju dinamičko skladištenje pojedinačnih materijala kao što su komadi, tereti na paletama, sanduci, kutije itd. Ova vrsta regala je posebno prikladna za pohranu većih količina istovrsnog pojedinačnog materijala. Tipično, duljina ovih regala je oko 20 metara s mogućnošću smještanja do 20 jedinica duboko i visinom do 12 metara. Rukovanje materijalom u protočnim regalima temelji se na principu FIFO (First in, First out). Ova dinamička vrsta skladištenja dobila je ime zbog kretanja materijala unutar regala. Postoje dvije osnovne izvedbe protočnih regala (Đukić, 2019.):

a) Gravitacijski regali (voznom stazom bez pogona korištenjem sile teže): regali su obično nagibno postavljeni, omogućujući materijalu da se samostalno kreće prema dolje po gravitaciji.

b) Voznom stazom s pogonom: u ovom slučaju, staze su vodoravno postavljene, a materijal se pomiče brzinom od oko 0,3 m/s uz pomoć raznih transportnih staza ili pruga (kao što su

valjčane, lančane ili trakaste staze). Materijal se također može premještati putem posebnih vozila koja se kreću ispod svake jedinice tereta.

Slika 15: Protočni regali



Izvor: Đukić, G.: Predavanja iz kolegija „Gospodarska logistika 2“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2019.

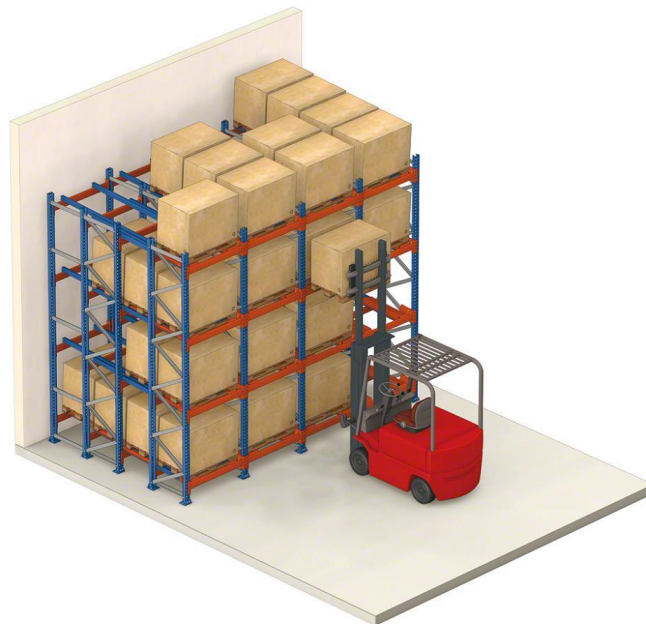
Iskoristivost površine ovakvih skladišta je otprilike 75%, a popunjenost skladišnih lokacija doseže oko 70%. Ovaj sustav skladištenja omogućuje brži pristup materijalima i poboljšava rotaciju zaliha, što je posebno važno kod materijala s rokovima trajanja ili kod potrebe za kontinuiranim ažuriranjem zaliha.

f) Protočni regali s guranjem

Protočni regali s guranjem (eng. push-back rack) su posebna vrsta regala s više klizača koji omogućuju skladištenje obično dviju do pet paleta u dubokoj liniji. Sustavi funkcioniraju tako da se tereti na paletama stavljaju na niz preklapajućih kolica koja se pod gravitacijom pomiču prema naprijed po nakošenim čeličnim tračnicama. Kada se paleta stavi s prednje strane, potiskuje paletu iza sebe unatrag za jedno mjesto. Prilikom istovara, prednja paleta se uklanja i stražnje palete automatski dolaze prema naprijed na prednje mjesto za preuzimanje. Budući da tereti slobodno teku prema prednjem redu regala, vozač viličara mora kontrolirati brzinu

uklanjanja kako bi spriječio da se slijedeći tereti slobodno kreću prema prednjoj strani sustava. Regali s guranjem nude višenamjensko skladištenje u usporedbi s provoznim regalima jer svaki prolaz funkcionira neovisno, a vertikalno skladištenje odvija se zasebno od prolaza ispod. Kod protočnih regala s guranjem, princip skladištenja temelji se na LIFO principu (Last in, First out). Što znači da materijali koji su prvi postavljeni na stazu dolaze na zadnji kraj, dok se novi materijali dodaju na prednji kraj. Ovakav pristup omogućuje brzu rotaciju zaliha i pristup najnovijim materijalima. (Vujanac, et al., 2016.)

Slika 16: Protočni regali s guranjem



Izvor: <https://fayco.ie/warehouse-pallet-racking/push-back-pallet-racking/>

Jedna od ključnih prednosti protočnih regala s guranjem je dobra iskoristivost površine skladišta. Zahvaljujući njihovoj specifičnoj konstrukciji i organizaciji, mogu se pohraniti velike količine materijala na relativno maloj površini skladišta. Ovi regali su posebno korisni za materijale koji zahtijevaju brzu rotaciju i praćenje datuma isteka ili za proizvode koji se često nadopunjuju novim zalihama. (Vujanac et al., 2016.)

g) Paletni shuttle sustav

Paletni shuttle sustav predstavlja dobru alternativu klasičnim drive-in, push-back i protočnim skladišnim sustavima, nudeći veliki kapacitet skladištenja robe na malom prostoru (volumenu). Ovaj inovativni pristup koristi regalne shuttle uređaje koji se upravljaju putem radijske veze, a služe za transportiranje paleta s robom duž regalnih kanala. Svaki kanal regala opremljen je nosačima po kojima shuttle vozi brzinom do 1 m/s. Prijenos shuttle uređaja iz jednog kanala u drugi obavlja se pomoću viličara.

Slika 17: Paletni shuttle sustav



Izvor: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisna-oprema/paletni-regali/paletni-shuttle-regali-multi-deep>

Sustav može funkcionirati prema principima FIFO (First in, First out) ili LIFO (Last in, First out). Ovaj sustav posebno je prikladan za primjenu u hladnjačama te za skladištenje robe

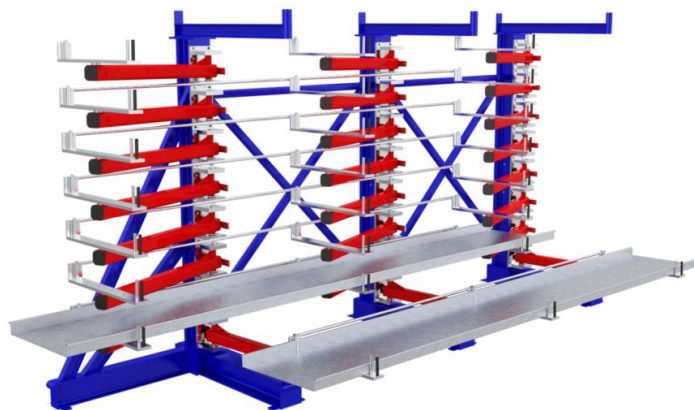
niskog i srednjeg obrtaja. Ugradnjom shuttle regala postojeći prostor se može koristiti i do 90% učinkovitije nego sa klasičnim paletnim regalnim sustavom za skladištenje paleta.⁹

h) Konzolni regali

Konzolni regali su česti izbor u industrijskim poduzećima za skladištenje komadnog materijala koji ima jednu ili dvije karakteristične dimenzije, poput šipki, cijevi, profila, paketa limova i slično. Ovi regali obično dosežu visinu do 8 metara.

Konzolni regal sastoji se od nekoliko elemenata: stupova regala, konzolnih nosača, veznika stupova, dijagonalnih veznika te temeljnih nosača. Ovisno o duljini materijala, konzolni regali se mogu sastaviti od više jedinica regala. Oni se često postavljaju u redove te mogu biti jednostruki ili dvostruki. (Đukić, 2019.)

Slika 18: Konzolni regali



Izvor: <https://storemaster.shop/en/product/armstrong-swingout/>

⁹ <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisna-oprema/paletni-regali/paletni-shuttle-regali-multi-deep>

Za rukovanje komadnim materijalom u konzolnim regalima najčešće se koriste podni viličari i granici-viličari. Ovi regali pružaju praktično i organizirano rješenje za skladištenje materijala nepravilnih oblika i dimenzija.

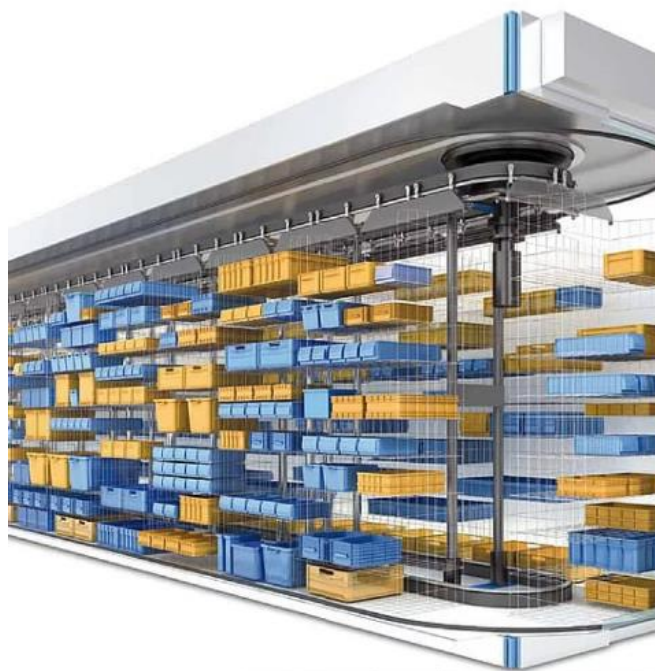
i) Okretni regali – karuseli

Okretni regali, poznati i kao karuseli, predstavljaju skladišne sustave koji se sastoje od polica kao osnovnih elemenata za odlaganje materijala, a koji se kreću u kružnom smjeru. Karuseli se često koriste za skladištenje materijala manje težine i dimenzija. Njihova glavna karakteristika, koja istovremeno predstavlja i prednost, leži u činjenici da zahtijevaju minimalnu površinu na podu. Danas se često koriste automatizirani postupci za skladištenje uz ovakav tip sustava, što ga čini sve popularnijim za pohranu i pripremu materijala manje težine i dimenzija. Okretni regali, odnosno karuseli mogu se razlikovati kao vertikalni i horizontalni karuseli. (Rogić, 2018.)

Horizontalni karuseli predstavljaju sustave koji omogućavaju rotaciju i pohranu proizvoda u horizontalnoj ravnini, usklađujući se s konceptom "roba k čovjeku". Ovi sustavi pružaju mogućnost ručnog upravljanja od strane radnika, no ostvaruju najbolje rezultate u kombinaciji s dodatnim elementima: (Rogić, 2018.)

- Računalni programi i uređaji koji upravljaju kretanjem karusela.
- Komisionirajući programi koji automatski pronalaze traženi proizvod te istovremeno identificiraju sljedeći proizvod koji će biti dostavljen na lokaciju radnika.
- Zaslone koji prikazuju radnicima informacije o količini potrebnih komada određenog proizvoda.

Slika 19: Horizontalni karuseli



Izvor: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/automatizirani-skladisni-uredaji-kardex/horizontalni-karusel-kardex>

Prednosti ovog sustava jesu da: omogućava maksimalnu efikasnost u procesu skladištenja i pripreme materijala, povećavajući brzinu, preciznost i učinkovitost rada. Uz pomoć računalne kontrole, karuseli se precizno pozicioniraju radi bržeg i lakšeg pristupa proizvodima. Komisionirajući programi automatski lociraju proizvode i omogućavaju ravnomjerno raspoređivanje rada između radnika i sustava. Zaslone s informacijama olakšavaju radnicima praćenje količine proizvoda koje trebaju pripremiti ili izvaditi. (Đukić, 2019.)

Vertikalni karuseli su potpuno zatvoreni sustavi za skladištenje robe, s policama koje se okreću vertikalno u oba smjera (prema gore ili prema dolje) duž vodilica. Ovim mehanizmom omogućuje se radnicima izuzimanje robe. Proizvod se izuzima s policom koja je postavljena na ergonomski oblikovanom prozoru. Uz to, mnogi vertikalni karuseli imaju ugrađen program za praćenje inventara koji kontinuirano prati stanje zaliha, čime se unaprjeđuje produktivnost i kontrola zaliha. (Rogić, 2018.)

Slika 20: Vertikalni karuseli



Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/vertical-carousel-storage-system-22893088688.html>

Prednosti upotrebe vertikalnih karusela obuhvaćaju oslobodjenje podnog prostora, povećanu produktivnost, poboljšanu ergonomiju, pojačanu sigurnost i kontrolu sadržaja. Ovi sustavi omogućuju bolju organizaciju materijala, olakšavajući pristup i brzo izuzimanje potrebnih predmeta, te time pridonose ukupnoj učinkovitosti i funkcionalnosti radnih okruženja.

j) AS/RS sustav

Pojam AS/RS obuhvaća razne izvedbe (metode) računalom upravljanoj automatiziranoj odlaganja i izuzimanja iz skladišnih lokacija. AS/RS je sustav regala, svaki red ima svoju jedinicu za odlaganje/izuzimanje koja se kreće vertikalno i horizontalno uzduž regala odlažući i izuzimajući terete. Tri su primarne funkcije sustava: skladištenje, ulaz/izlaz i komisioniranje.¹⁰

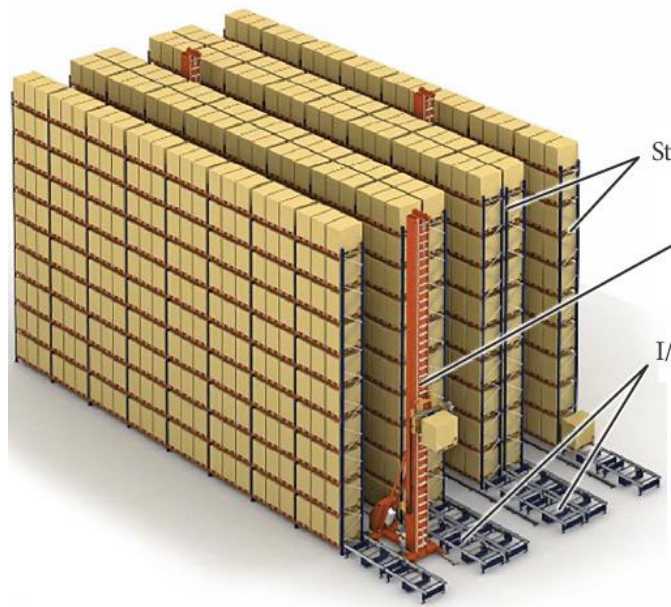
¹⁰Autorizirana predavanja (nepoznat autor), <https://www.fsb.unizg.hr>

Podjela AS/RS sustava:

- unit-load AS/RS
- mini-load AS/RS
- person-on-board AS/RS

Unit-load automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje (AS/RS) predstavlja specifičan tip skladišnih rješenja namijenjen za teže i veće terete, često u rasponu od 250 do 500 kg i više. Ovaj sustav je prilagođen za pohranu tereta na paletama ili unutar različitih sanduka od plastike, drva ili metala, s dimenzijama koje odgovaraju paletama. Značajno je da se ovim sustavom može rukovati čak i s velikim teretima koji ne zahtijevaju oblikovanje jedinstvenih paketa, kao što su kolutovi limova, papira ili kablovi. ¹¹

Slika 21: Unit-load AS/RS



Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Unit-load-AS-RS-illustration_fig1_332957483

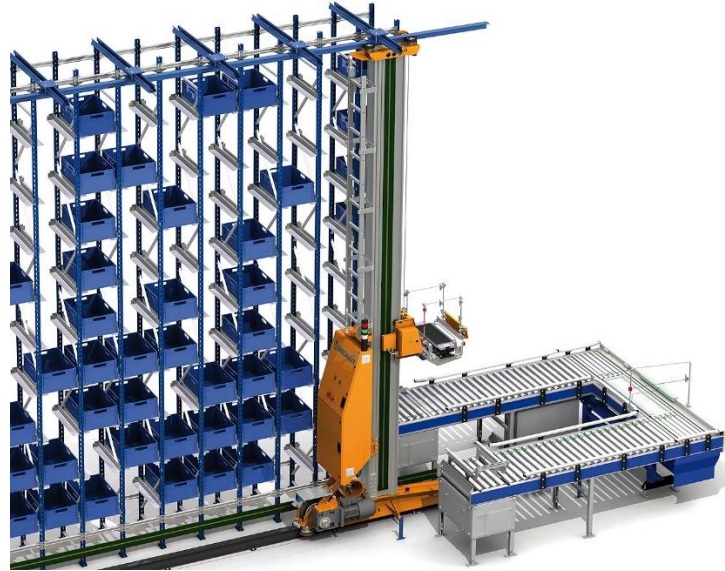
Jedan od ključnih parametara ovog tipa AS/RS sustava je visina skladišnih regala, koja može doseći impresivnih 10 do 50 metara. Osim toga, duljina prolaza unutar skladišta može biti iznimno dugačka, dosežući vrijednosti čak do 290 metara.

Mini-load automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje (AS/RS) predstavlja posebnu kategoriju skladišnih rješenja koja su optimizirana za terete koji se obično nalaze u malim

¹¹ Autorizirana predavanja (nepoznat autor), <https://www.fsb.unizg.hr>

spremnica ili kutijama. Ovaj sustav je idealan za rukovanje teretima čija ukupna težina varira između 50 i 250 kg, a povremeno se može proširiti čak do 500 kg.¹²

Slika 22: Mini-load AS/RS



Izvor: <https://www.interlakemecalux.com/automated-storage-retrieval-systems-asrs/arsr-boxes-miniload>

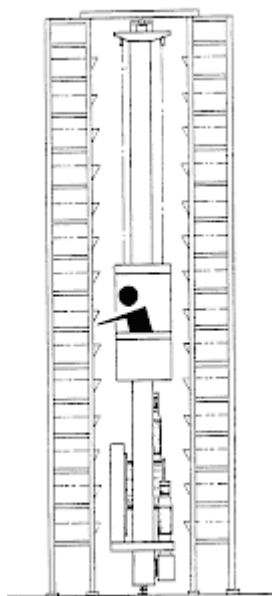
Osnovni koncept ovog tipa AS/RS sustava usredotočuje se na učinkovito rukovanje manjim teretima pomoću malih spremnika ili kutija, čime se postiže visoka preciznost i brzina u procesima odlaganja i izuzimanja.

Person-on-board AS/RS predstavlja inovativan pristup skladišnom komisioniranju, koji kombinira ljudsku interakciju s automatiziranim sustavom. Ovaj (polu)automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje temelji se na konceptu "čovjek robi", gdje je osoba smještena na posebnoj dizalici koja omogućuje ručno uskladištenje i izuzimanje robe unutar prolaza između visokih poličnih i paletnih regala.¹³

¹² Autorizirana predavanja (nepoznat autor), <https://www.fsb.unizg.hr>

¹³ Autorizirana predavanja (nepoznat autor), <https://www.fsb.unizg.hr>

Slika 23: Person-on-bord AS/RS



Izvor: <https://www.mhi.org/learning/cicmhe/resources/taxonomy/StorEq/index.htm>

Ovaj pristup spaja prednosti automatizacije i ljudskog sudjelovanja kako bi se postigla optimalna efikasnost u procesima skladištenja i komisioniranja. Dizalica omogućuje brz i precizan pristup artiklima na visokim policama i paletama, dok osoba na dizalici može efikasno izuzimati i uskladištavati robu prema potrebama.

3.1.2. Primjena tehnologije u skladištenju

U sklopu sustava skladištenja, tehnologije koje se koriste u različitim skladišnim aktivnostima i procesima predstavljaju ključan faktor. Suvremeno doba donosi sve veći tehnološki napredak, stoga je izuzetno važno iskoristiti te mogućnosti unutar poslovanja. Kvalitetna i pravilno primijenjena tehnologija može značajno doprinijeti povećanju produktivnosti i maksimizaciji učinkovitosti svih aspekata skladištenja. Ova tehnološka rješenja igraju ključnu ulogu u postizanju veće točnosti u procesima kao što su upravljanje zalihama i komisioniranje narudžbi. Bez njih bi operativni procesi unutar skladišta bili znatno

otežani, što bi moglo rezultirati neefikasnim i nepreciznim radom. Zbog toga je od iznimne važnosti razumjeti i primjenjivati različite tehnologije koje su danas dostupne.¹⁴

Tehnologije koje su najšire korištene u mnogim skladištima diljem svijeta jesu:

- barkod tehnologija
- RFID
- Pick-to-Light
- Pick-to-Voice
- Sustav za upravljanje skladištem (WMS)

To su tehnologije koje imaju potencijal transformirati način na koji se roba pohranjuje, upravlja, i kreće unutar skladišta, pridonoseći tako boljoj organizaciji, preciznosti te optimizaciji svih procesa.

a) Barkod tehnologija

Barkod tehnologija predstavlja automatiziranu metodu identifikacije temeljenu na računalnoj tehnologiji, čija je svrha brzo i precizno skeniranje informacija. Ova tehnologija omogućava brzo prikupljanje velikog broja informacija, te se stoga idealno uklapa u zahtjevne logističke sustave koji zahtijevaju brzo i masovno prikupljanje informacija. Upravljanje skladištem uz pomoć barkod tehnologije podrazumijeva sustav u kojem se koristi automatski generirani barkod za praćenje, upravljanje i identifikaciju materijala za tiskanje i pakiranje. S obzirom na kompleksnost logističkih procesa i potrebu za brzim i točnim informacijama, upotreba barkod tehnologije omogućuje znatno unaprjeđenje učinkovitosti i točnosti upravljanja skladištem. Ova tehnologija omogućuje brzu identifikaciju i praćenje materijala, čime se smanjuje mogućnost pogrešaka i olakšava proces upravljanja inventarom. (Kubánová et al., 2022.)

Tehnologija barkoda djeluje na sličan način kao i tipkovnica, gdje pritiskom na tipku šaljemo signal koji nosi određeni znakovni kod za računalo. Slično tome, prilikom čitanja barkoda, signal se koristi za slanje informacija procesoru. Možemo zamisliti da barkod djeluje kao svojevrsni jedinstveni kontrolni broj koji je povezan s određenim zapisom, pružajući

¹⁴ <https://www.interlakemecalux.com/blog/warehouse-technology>

detaljne informacije o pojedinom predmetu ili proizvodu. Kad se barkod skenira, svjetlost se reflektira s površine barkoda, a optički uređaj prima manje svjetla od tamnih traka nego iz svjetlijih dijelova između njih. Ovaj proces omogućuje optičkom uređaju da pretvori primljene signale u oblik koji računalo može razumjeti i iščitati informacije. Kroz ovaj proces skeniranja, dobivaju se različite informacije, poput naziva proizvoda, težine, dimenzija i točne lokacije unutar skladišta. (Chanda, 2019.)

Slika 24: Barkod tehnologija



Izvor: <https://www.wisys.com/how-barcode-scanning-system-inventory-management-benefits-warehouse/>

Skeniranjem barkoda, lako se može dobiti relevantna informacija o traženom artiklu. Ova tehnologija omogućuje brzo i precizno identificiranje proizvoda, što olakšava proces praćenja, upravljanja i prepoznavanja stavki unutar skladišta ili logističkog sustava.

b) RFID tehnologija

Radio-frekvencijska identifikacija (eng. Radio-Frequency Identification) koristi se za identifikaciju i spremanje informacija o različitim predmetima. Važno je napomenuti da je ova tehnologija skuplja u usporedbi s barkod tehnologijom. Unatoč tome, RFID tehnologija pruža bolju kontrolu zaliha i povećava učinkovitost rada. Njena primjena omogućuje automatizirano upravljanje skladištem te čvrstu integraciju s trenutnim sustavom upravljanja skladištem

(WMS). RFID oznake su postavljene na paletama i policama unutar skladišta. U takvom okruženju, viličari su opremljeni pametnim terminalima, RFID čitačima i antenama kako bi podržali automatsko skeniranje podataka. Bežična lokalna mreža (LAN) omogućava komunikaciju između WMS-a, prijenosnih terminala i viličara. RFID tehnologija se smatra iznimno perspektivnom jer zadovoljava dva ključna zahtjeva: povećanje učinkovitosti i isplativosti. Prednosti ove tehnologije uključuju kompaktnu veličinu uređaja, snažnu prodornost signala i sposobnost bežičnog čitanja. (Chung et al., 2011.)

Osnovni sastavnici RFID sustava su RFID oznaka (tag), RFID čitač i računalo. RFID oznaka sadrži podatke o proizvodu, slično kao što je to slučaj s barkodom. Sastoji se od memorijskog čipa i odašiljača koji omogućuje komunikaciju s RFID čitačem.

Slika 25: RFID tehnologija



Izvor: <https://blog.labtag.com/everything-you-need-to-know-about-rfid-technology/>

Prednosti upotrebe RFID tehnologije: (Vaniotis, 2018.)

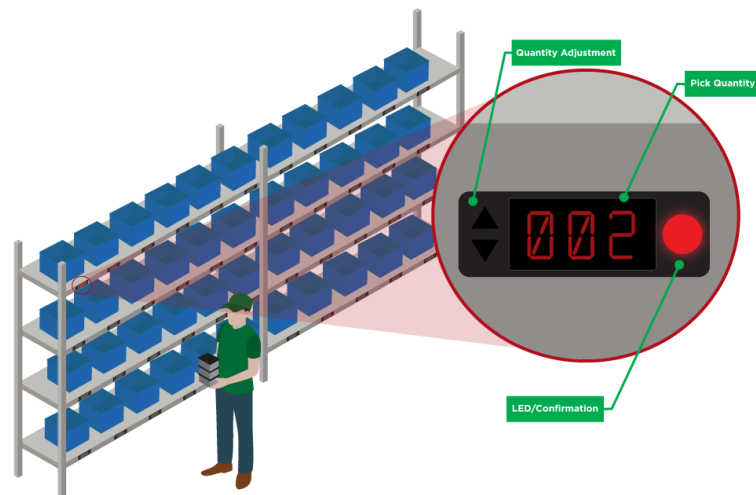
- **Ne zahtijeva izravnu vidljivost:** za razliku od tradicionalnih 1D i 2D barkodova koji zahtijevaju potpunu vidljivost i visoku kvalitetu slike za skeniranje, RFID oznake mogu emitirati svoj signal čak i kad su prekrivene ili ugrađene unutar predmeta.
- **Pohranjuje više podataka:** RFID čipovi pohranjuju svoje informacije u obliku elektroničkog koda proizvoda (EPC) i korisničke memorije. EPC memorija koristi se za pohranu specifičnog EPC broja koji je povezan isključivo s tim čipom i obično sadrži 96-128 bitova, dok neki imaju više.

- **Mogućnost istovremenog skeniranja više predmeta:** RFID oznake omogućuju skeniranje iz širokog raspona kutova i mogu primati više reflektiranih signala odjednom.
- **Bolja zaštita podataka i privatnosti:** prvotno je sigurnost bila zabrinutost kod ovih uređaja. Iako su oznake vrlo teške za repliciranje, njihov signal emitira se kao odgovor na svaki skener s odgovarajućim izlaznim signalom. Međutim, napreci su omogućili šifriranje i zaštitu ovih podataka, osiguravajući da osjetljive informacije budu povjerljive.

c) Pick-to-Light

Pick-to-light tehnologija predstavlja revolucionaran pristup skladišnom upravljanju koji omogućava preciznije, brže i učinkovitije ispunjavanje narudžbi. Osnovna svrha pick-to-light tehnologije je omogućiti operaterima da brže i preciznije pronađu i odaberu proizvode koji su potrebni za ispunjenje narudžbi. Umjesto tradicionalnog traženja proizvoda po skladištu, operateri koriste svjetlosne indikacije i zaslone postavljene na policama i regalima kako bi bili vođeni do traženih artikala. Svaki proizvod ima svoju svjetlosnu oznaku koja se uključuje kada je taj proizvod potreban za određenu narudžbu. Princip rada ove tehnologije je jednostavan. Kada je narudžba zaprimljena, sustav aktivira odgovarajuće svjetlo ili zaslon na mjestu gdje se nalazi traženi proizvod. Operater slijedi svjetlosne signale do traženog artikla, uzima ga i potvrđuje izbor pritiskom na gumb ili skeniranjem barkoda. Sustav prepoznaje taj odabir i prelazi na sljedeći korak narudžbe. (Hercog et al., 2022.)

Slika 26: Pick-to-light sustav



Izvor: <https://www.lucasware.com/what-is-a-pick-to-light-system-and-how-does-voice-compare/>

Prednosti pick-to-light tehnologije su mnogobrojne. Prvo, ovaj pristup značajno smanjuje vrijeme potrebno za prikupljanje artikala, čime se povećava produktivnost i ubrzava proces isporuke narudžbi. To također minimizira mogućnost grešaka, jer je svjetlosno vođenje jasno i precizno. Operateri ne moraju se oslanjati na papirologiju ili ručno pretraživanje skladišta. Osim toga, pick-to-light tehnologija omogućava fleksibilnost i skalabilnost. Sustav se može prilagoditi različitim vrstama proizvoda i narudžbi, a također se može integrirati s drugim tehnologijama kao što su RFID i automatizirani sustavi.¹⁵

d) Pick-to-Voice

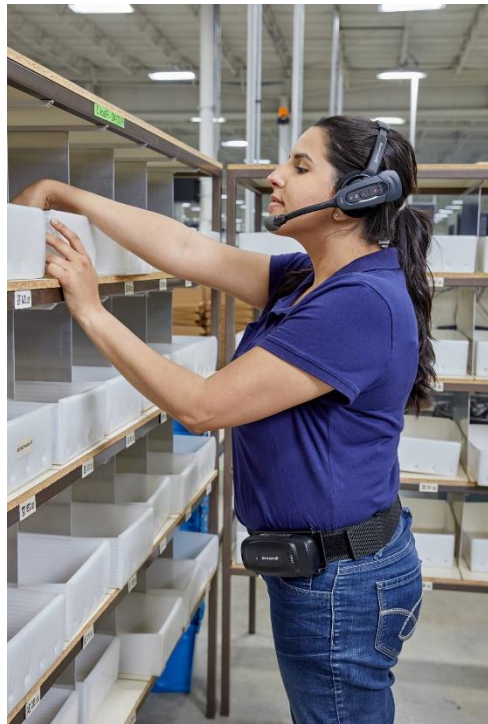
Pick-to-Voice tehnologija, također poznata kao Voice Picking, predstavlja inovativan pristup skladišnom upravljanju i ispunjavanju narudžbi koji se oslanja na glasovne naredbe i komunikaciju između operatera i računalnog sustava. U Pick-to-Voice sustavima, operateri koriste slušalice i mikrofone kako bi komunicirali s računalom koje im nudi upute za ispunjavanje narudžbi. Operateri jednostavno govore naredbe i potvrde na glas, a računalni sustav prepoznaje njihove glasovne inpute i reagira u skladu s tim. Ova tehnologija eliminira

¹⁵ <https://6river.com/what-is-a-pick-to-light-system/>

potrebu za ručno pretraživanje papirnatih lista narudžbi ili ekrana, čime se smanjuje potencijal za greške i povećava produktivnost. (Dujmešić et al., 2018.)

Jedna od ključnih karakteristika Pick-to-Voice tehnologije je prilagodljivost. Sustav može biti konfiguriran prema specifičnim potrebama i zahtjevima skladišta ili distribucijskog centra. Također, ovaj pristup može se lako integrirati s drugim tehnologijama kao što su RFID, skeniranje barkoda ili automatizirani sustavi. (Dujmešić et al., 2018.)

Slika 27: Pick-to-Voice sustav



Izvor: <https://tsp-gis.de/en/pick-by-voice/>

Ključna prednost Pick-to-Voice tehnologije jesu slobodne ruke. Operateri mogu slobodno koristiti obje ruke za manipuliranje proizvodima, što dodatno povećava brzinu i efikasnost procesa. Pick-to-Voice tehnologija posebno je učinkovita u situacijama s visokom raznolikošću proizvoda, velikim brojem narudžbi i kratkim vremenima ispunjavanja. Kroz glasovne upute, operateri mogu brzo identificirati proizvode, njihove lokacije i količine.

e) Sustav za upravljanje skladištem (WMS)

Sustav za upravljanje skladištem (eng. Warehouse Management System) je cjelovito rješenje za praćenje i kontrolu svih skladišnih procesa. Ključan je dio lanca opskrbe i prvenstveno ima za cilj kontrolirati kretanje i skladištenje materijala unutar skladišta te obraditi povezane transakcije, uključujući otpremu, primanje, pohranu i preuzimanje. Sustavi također usmjeravaju i optimiziraju pohranu zaliha temeljem informacija u stvarnom vremenu o statusu iskorištenosti spremnika. WMS prati napredak proizvoda kroz skladište. Uključuje fizičku infrastrukturu skladišta, praćenje sustava i komunikaciju između stanica za proizvod.¹⁶

Slika 28: Sustav za upravljanje skladištem



Izvor: <https://www.consafelogistics.com/knowledge-center/blog/what-is-a-warehouse-management-system-wms/>

Sustavi za upravljanje skladištem često koriste tehnologiju automatske identifikacije i prikupljanja podataka, poput čitača barkoda, mobilnih računala, bežičnih LAN mreža i potencijalno radio-frekvencijske identifikacije (RFID) kako bi učinkovito pratili protok proizvoda. Nakon što se podaci prikupe, dolazi do sinkronizacije u serijama s centralnom bazom podataka ili do bežičnog prijenosa u stvarnom vremenu. Baza podataka tada može pružiti korisne izvještaje o statusu robe u skladištu.¹⁷

¹⁶ <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/skladisni-software-wms/software>

¹⁷ <https://www.linkedin.com/pulse/warehouse-management-system-m-k-bhardwaj>

Mogućnost praćenja svakog artikla tijekom njegove manipulacije unutar skladišta - od ulaza do izlaza - predstavlja ključnu prednost sustava za upravljanje skladištem (WMS). Svako premještanje artikla s jednog mjesta na drugo pažljivo se provodi i bilježi putem WMS-a. Prilikom komisioniranja sustav precizno bilježi svaku količinu artikla koja se uzima s točno određene lokacije. Ovaj sustav omogućuje značajno smanjenje vremena potrebnog za procese skladištenja i komisioniranja, istovremeno povećavajući točnost komisioniranja i inventure. Također, olakšava detekciju i ispravak pogrešaka. WMS omogućava brzo i jednostavno pronalaženje artikala na temelju njihovih pozicija u skladištu, kao i informacija o tome gdje se koji artikli nalaze. Ovo značajno ubrzava procese i povećava iskoristivost skladišnog prostora.¹⁸

Sustav za upravljanje skladištem pruža skladištarima mobilnost i fleksibilnost putem upotrebe skenera, ručnih računala i čitača barkodova. Ova tehnologija omogućava skladištarima da se slobodno kreću unutar skladišta, brzo skeniraju artikle i unose podatke, čime se procesi postaju učinkovitiji i manje podložni pogreškama.

Cilj sustava za upravljanje skladištem je pružiti skup računaliziranih postupaka za upravljanje zalihama, prostorom, opremom i osobljem skladišta s ciljem minimiziranja troškova i vremena isporuke.

¹⁸ <https://logiko.hr/logisticki-akcelerator/208-sustav-za-upravljanje-skladistem-wms>

4. PROMJENE U RUKOVANJU PREDMETIMA U SKLADIŠTU

Kroz povijest, razvijali su se različiti pristupi kako bi se skladišni procesi poboljšali i prilagodili rastućim zahtjevima tržišta. Od ručne manipulacije, automatizacije pa sve do robotizacije, ovi sustavi su prošli značajne promjene kako bi se osigurala maksimalna produktivnost, točnost i iskoristivost prostora. Za premještanje tereta unutar logističkog procesa koriste se različite vrste manipulacije, a neki od ključnih aspekata promjena u rukovanju predmetima u skladištu:

- a) ručna manipulacija
- b) poluautomatizirana manipulacija
- c) automatizirana manipulacija

Skladište se često suočava s različitim izazovima ukoliko nema dobar sustav upravljanja. Ovi izazovi mogu uključivati neiskorištenost ili nedostatak skladišnog prostora, poteškoće u pronalaženju specifičnih artikala, spor protok robe, nedostatak ključnih informacija o količinama, vremenu i stanju robe i slično. Radi prevladavanja ovih poteškoća, koriste se posebni sustavi čija je svrha unaprijediti radne procese u skladištu. Zahvaljujući tim sustavima, danas je moguće gotovo potpuno eliminirati papirnate dokumente i obaviti cijeli operativni posao u skladištu uz minimalnu uporabu papira.¹⁹

U postizanju uspješnog rukovanja robom ne postoji univerzalna formula, ali postavljen je niz načela koja mogu značajno pridonijeti smanjenju troškova i povećanju efikasnosti u procesima rukovanja. Ova načela, poznata kao načela rukovanja robom, imaju pozitivan utjecaj na profitabilnost, razinu korisničke usluge i ukupnu produktivnost poduzeća: (Murphy, Knemeyer, 2018.)

- Načelo planiranja: aktivno planiranje umjesto reaktivnosti omogućava učinkovitije rukovanje robom.
- Načelo standardizacije: gdje god je moguće, treba standardizirati procese, aktivnosti i opremu za rukovanje robom.

¹⁹ <https://logiko.hr/logisticki-akcelerator/208-sustav-za-upravljanje-skladistem-wms>

- Načelo rada: mudro planiranje smanjuje napor i povećava produktivnost i zadovoljstvo kupaca.
- Načelo ergonomije: prilagodba radnih površina, alata i opreme uzima u obzir ljudske fizičke i psihičke karakteristike.
- Načelo jedinice tereta: maksimizacija vrijednosti svake pojedinačne jedinice tereta.
- Načelo iskorištenja prostora: učinkovito korištenje raspoloživog prostora za optimizaciju skladišta.
- Načelo sustavnog pristupa: razmatranje kako funkcija rukovanja robom utječe na ostale logističke aspekte.
- Načelo automatizacije: primjena automatizacije tamo gdje je moguće povećava efikasnost i pouzdanost.
- Načelo okoliša: u obzir se uzimaju ekološki utjecaji i potrošnja energije prilikom odabira opreme i sustava.
- Načelo troška životnog ciklusa: analiza cijelog životnog ciklusa opreme za rukovanje pomaže u donošenju ekonomski održivih odluka.

Implementacija ovih načela može transformirati način na koji se upravlja robom, olakšavajući postizanje veće efikasnosti, preciznosti i održivosti u logističkim aktivnostima. U nastavku će biti objašnjen povijesni razvoj rukovanja predmetima skladištenja.

4.1. Ručna manipulacija

Ručna manipulacija u skladištu predstavlja tradicionalni pristup u upravljanju robom unutar skladišnih prostora. Ova metoda se temelji na fizičkom angažmanu radnika koji izvode zadatke poput prijema, izdavanja, sortiranja i raspoređivanja proizvoda ručno, bez znatnije automatizacije ili tehnološke podrške. Iako je ručna manipulacija najstariji pristup skladišnom poslovanju, i dalje se koristi u mnogim manjim i srednje velikim poduzećima, kao i u situacijama gdje posebni uvjeti, veličina i oblik robe čine automatizaciju izazovnom ili financijski neopravdanom.

Ručna transportna sredstva često se ističu svojom pristupačnom cijenom, jednostavnom nabavkom te nenametljivim zahtjevima za obukom operatera. Ova sredstva uključuju raznovrsne tipove ručnih kolica. (Dundović i Hess, 2007.)

Slika 29: Ručna kolica



Izvor: <https://webgradnja.hr/katalog/12759/kolica-za-skladiste-tvrda-guma-200-x-50-mm>

Prijenos tereta se izvodi putem ljudske snage. Njihova funkcionalnost je posebno prilagođena za prenošenje lakih tereta (masa do 1 tona) i transport na kraće udaljenosti (do 50 metara). Ova sredstva omogućuju praktičan i ekonomičan način transporta koji se često koristi u različitim industrijskim i komercijalnim okruženjima.

4.2. Poluautomatska manipulacija

Poluautomatska skladišta predstavljaju značajan korak prema automatizaciji logističkih procesa unutar skladišta. Ova vrsta skladišta kombinira prednosti ljudske interakcije i tehnološke podrške kako bi postigla učinkovitost i točnost u radu. Za razliku od potpuno automatiziranih skladišta koja se oslanjaju na visok stupanj automatizacije bez direktnog ljudskog nadzora, poluautomatska skladišta zadržavaju ljudski element u određenim fazama rada.

Ključna karakteristika poluautomatskih skladišta je kombinacija ručne manipulacije i tehnološke podrške. Ova skladišta koriste napredne tehnološke uređaje poput sustava za upravljanje skladištem (WMS), sustava za identifikaciju, kao što su RFID ili barkodovi (opisani u poglavlju 3), Person-on-board AS/RS poluautomatizirani sustav te mehaniziranih sustava za prijenos robe, kao što su viličari, transportne trake ili dizalice. Međutim, ljudski radnici još uvijek igraju ključnu ulogu u procesima rukovanja i nadzora.

Viličari su najčešće korišteno sredstvo za unutarnji transport, opremljeno specijalnim vilicama koje se ubacuju ispod paleta. Njihova svrha obuhvaća istovar, podizanje, transport, prenošenje, spuštanje, odlaganje i utovar tereta. Ovisno o svojstvima, viličari se mogu podijeliti prema različitim kriterijima: (Suice, 2022.)

Pogonski uređaj:

- Ručni viličari: koriste se za podni transport, pogodni su za prenošenje paletizirane i komadne robe, te za operacije istovara i utovara kontejnera.
- Motorno-ručni viličari: omogućuju sve operacije prenošenja i transporta, pružajući olakšanje jer radnik upravlja kretanjem viličara.
- Motorni viličari: razlikuju se po vrsti goriva. Elektro viličari se koriste unutar zatvorenih prostora, dok su oni s unutarnjim izgaranjem (diesel, benzin, plin) prikladni za vanjske radne prostore.

Slika 30: Ručni, motorno-ručni i motorni viličari



Izvor: <https://mlakar-vilicari.hr/proizvod/efg-316k316318k318320/>

Konstrukcija:

- Čeoni viličari: vilice za podizanje i spuštanje tereta su smještene na prednjem dijelu viličara, u smjeru gledanja vozača.
- Bočni viličari: vilice za podizanje i spuštanje tereta nalaze se sa strane. Karakterizirani su velikom stabilnošću i koriste se za teret s nepravilnim dimenzijama.
- Regalni viličari: ovi viličari su dio automatiziranih sustava, koriste se za rukovanje teretom u visoko automatiziranim skladištima, često se kreću po tračnicama koje se nalaze na podu ili iznad stupova konstrukcije regala.

Slika 31: Čeoni, bočni i regalni viličari



Izvor: <https://mlakar-vilicari.hr/proizvod/efg-316k316318k318320/>

Namjena:

- Transportni viličari: služe za jednostavne transportne operacije unutar skladišta.
- Skladišni viličari: namijenjeni su podizanju i premještanju tereta unutar skladišta.
- Viličari za komisioniranje: ovi viličari su posebno prilagođeni za proces komisioniranja, omogućuju brzo pronalaženje i skupljanje artikala iz skladišta za narudžbu.

Svaka kategorija viličara ima svoje prednosti i primjenu prema specifičnim potrebama skladišta i logističkih operacija.

4.3. Automatska manipulacija

Za razliku od poluautomatiziranog skladišta, u potpuno automatiziranom skladištu sve operacije i procesi su kontrolirani i izvršavani putem softverskog upravljanja. Sve naredbe se automatski prenose na upravljačku jedinicu uređaja za pohranu i pronalaženje. Ovdje se svi koraci, kao što je pristup regalnoj jedinici, precizno pozicioniranje pred određenim položajem, dizanje i spuštanje tereta te vožnja do prijenosne stanice, odvijaju potpuno automatski, bez intervencije ljudskog osoblja u skladištu. Ovaj potpuno automatizirani pristup omogućava maksimalnu učinkovitost, preciznost i optimalno iskorištavanje resursa skladišta.

Sustavi u skladištima rade na temelju principa poznatog kao "roba k čovjeku." Ovo znači da se skladišne jedinice automatski lociraju na policama, bez potrebe za ručnim premještanjem. Upravljanje ovim sustavom, kao i vođenje transakcija ulaza i izlaza robe, obavlja se putem računalnog sustava poznatog kao sustav za upravljanje skladištem (WMS). Ovaj računalni sustav omogućuje precizno praćenje inventara, optimizaciju rasporeda artikala te brzo i pouzdano vođenje svih skladišnih operacija. Sve ovo zajedno čini skladišta učinkovitijima i preciznijima u svojim operacijama.

Automatizacija unutarnjeg transporta transformira ulogu radnika u kontrolu funkcionalnosti strojeva i opreme iz jednog centralnog mjesta. Automatizirana sredstva za unutarnji transport obuhvaćaju različite uređaje kao što su prijenosne trake, dizalice i dizala. (Suice, 2022.)

Prijenosne trake (konvejeri), čine najznačajniju skupinu uređaja za kontinuirani transport. Njihova jednostavna konstrukcija omogućuje neprekidan prijevoz tereta te lakši utovar i istovar. Konvejeri se koriste za transport komadnih materijala putem traka s valjcima, kotačićima ili kuglicama kao nosivim elementima. (Suice, 2022.)

Slika 32: Valjčani konvejer



Izvor:

https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/24_04_2013__18782_TRANSPORTNI_SUSTAVI_2.pdf

Dizalice i drugi transportni uređaji primjenjuju se za proces prekrcaja i prijenosa većih tereta. Dizalice obuhvaćaju sve uređaje koji služe za vertikalno podizanje i spuštanje tereta, kao i za horizontalni prijenos..(Suice, 2022.)

Slika 33: Dizalica



Izvor: <https://www.ohra.hr/proizvodi/automatski-sustavi-skladistenja>

Današnja stvarnost razlikuje se od vremena kada su samo velike tvrtke ulagale u automatizirane skladišne uređaje. Sada su mala i srednja poduzeća također prepoznala potencijal i prednosti ovih naprednih skladišnih tehnologija. Taj pomak u shvaćanju vodi do značajnog porasta potražnje za visokokvalitetnim rješenjima za skladištenje robe. Ovaj trend ukazuje na to da se automatizacija više ne smatra ekskluzivnim alatom velikih igrača na tržištu, već je postala dostupna i pristupačna opcija za širok spektar poduzeća. Ovim se povećava konkurentnost, povećava učinkovitost i otvaraju nove mogućnosti za optimizaciju logističkih procesa unutar svih razina industrije.

4.4. Primjena umjetne inteligencije i Internet of Things u skladišnom poslovanju

Primjena najnovijih tehnologija, kao što su umjetna inteligencija (AI) i Internet of Things (IoT) u skladišnom poslovanju revolucionarno je promijenila način na koji se upravlja i optimizira skladišnim operacijama. AI i IoT omogućuju skladištima da postanu pametna skladišta.

Umjetna inteligencija (eng. Artificial Intelligence) brzorastuće je područje s potencijalom da revolucionira mnoge industrije, a iznimka nisu niti skladišna poslovanja. U posljednjih nekoliko godina, AI je počela ulaziti u svijet logistike i upravljanja lancem opskrbe, donoseći sa sobom širok spektar prednosti koje mogu pomoći tvrtkama da optimiziraju svoje operacije, povećaju učinkovitost, smanje troškove i poboljšaju zadovoljstvo kupaca. S porastom tehnologija, skladišta postaju sve više automatizirana, smanjujući potrebu za ručnim radom i oslobađajući radnike da se usmjere na strateške zadatke. Ovo ne samo da smanjuje troškove rada, već također pomaže u poboljšanju sigurnosti i smanjenju rizika od nesreća na radnom mjestu. (Griffus, 2023.)

Skladišni roboti jesu jedna od AI tehnologija u koju se intenzivno ulaže kako bi se poboljšalo upravljanje lancem opskrbe. Tržište skladišnih robota vrijedilo je 4,7 milijardi USD

u 2021. godini i očekuje se da će rasti po godišnjoj stopi rasta od 14% između 2021. i 2026. godine. Primjerice, Amazon u svojim skladištima ima 200.000 robota. U 26 od 175 distribucijskih centara Amazona, roboti pomažu ljudima u odabiru, sortiranju, transportu i pohrani paketa.²⁰

Slika 34: Skladišni robot u Amazonu



Izvor: <https://www.linkedin.com/pulse/ai-logistics-15-transformative-ways-1c>

Tvrtke mogu koristiti robotske ruke za automatizaciju procesa odabira i pakiranja, što je često jedan od zahtjevnijih zadataka u skladištu. Robotske ruke mogu raditi puno brže od ljudskih radnika, smanjujući vrijeme potrebno za završetak zadatka i oslobađajući zaposlenike da se usmjere na druge dijelove skladišta. Ovi roboti se mogu programirati da rade 24/7, dodatno smanjujući potrebu za ručnim radom i povećavajući ukupnu učinkovitost. (Griffus, 2023.)

²⁰ <https://www.linkedin.com/pulse/ai-logistics-15-transformative-ways-1c>

Slika 35: Robotska ruka



Izvor: <https://www.mecalux.hr/blog/skladisna-robotika>

Prednosti primjene umjetne inteligencije u skladištima su mnogobrojne, a neke od njih su da: smanjuje potrebu za ručnim radom, poboljšava učinkovitost, sigurnost i smanjuje rizik od nesreća na radnom mjestu putem automatizacije zadataka poput odabira i pakiranja. Umjetna inteligencija može pomoći upraviteljima skladišta da poboljšaju upravljanje inventarom korištenjem naprednih algoritama za predviđanje buduće potražnje i optimizaciju razina zaliha, što dovodi do učinkovitijeg upravljanja inventarom i smanjenja rizika od nestašica i viška zaliha. Umjetna inteligencija optimizira vrijeme i rute dostave analizom podataka o otpremi i dostavi kako bi predvidjela vrijeme isporuke i preporučila najučinkovitije rute, smanjujući vrijeme dostave, poboljšavajući zadovoljstvo kupaca i povećavajući učinkovitost lanca opskrbe. Umjetna inteligencija predviđa i optimizira održavanje analizirajući podatke senzora, smanjujući troškove i vrijeme neproduktivnosti, istovremeno poboljšavajući performanse i trajnost opreme u skladišnim operacijama. (Griffus, 2023.)

U današnjem digitalnom dobu, Internet of Things (IoT) revolucionira način na koji tvrtke upravljaju svojim skladištima. S usponom pametnih tehnologija, upravljanje skladištima sada je učinkovitije i ekonomičnije nego ikada prije.

Internet of Things je mreža fizičkih uređaja povezanih na internet, omogućujući im da prikupljaju i prenose podatke. Pomoću senzora i pametnih uređaja, IoT omogućuje skladištima

da neprestano prikupljaju podatke o inventaru, temperaturi, vlažnosti i drugim uvjetima. Ovi podaci se zatim šalju u stvarnom vremenu na centralnu platformu za analizu. AI analizira ove podatke i pruža duboke uvide u operacije skladišta. IoT uređaji mijenjaju način na koji skladišta rade, pružajući nevjerojatnu razinu analize podataka u stvarnom vremenu. Tvrtke za elektroničku trgovinu i pružatelji usluga logistike mogu koristiti ove podatke u stvarnom vremenu za praćenje kretanja inventara, praćenje uvjeta okoline i informiranje poslovnih odluka. Kao takvi, IoT uređaji predstavljaju značajan razvoj za upravljanje skladištima, što dovodi do povećane točnosti, učinkovitosti i poboljšanih ukupnih operacija.²¹

Četiri osnovne komponente sustava Internet of Things (IoT) su:²²

- Pametni uređaji i senzori - IoT uređaji su ključna komponenta pametnog skladišta. Pametni senzori i uređaji za IoT prikupljaju podatke i šalju ih procesorskim jedinicama.
- Mrežna povezanost - žičane ili bežične mreže koriste se za povezivanje uređaja za IoT u jedan sustav. Mrežna povezanost pomaže u prijenosu svih podataka prikupljenih uređajima za IoT na poslužitelj.
- Obrada i pohrana podataka - procesorska jedinica ili poslužitelj koristi se za analizu svih primljenih podataka. Također, može pohraniti podatke za daljnju upotrebu.
- Korisničko sučelje - aplikacija koja pomaže korisnicima pristupiti sirovim podacima ili dobiti korisne uvide. Obično, sloj ima oblik nadzorne ploče koja prikazuje potrebne informacije na praktičan način. Također, korisničko sučelje trebalo bi pružiti mogućnost slanja naredbi za uspostavu centraliziranog upravljanja skladištem putem IoT-a. Sustav za Internet stvari predviđa mogućnost automatskog prikupljanja podataka i slanja zahtjeva pametnim uređajima.

²¹ <https://shiphero.com/blog/iot-warehouse-management/>

²² <https://codeit.us/blog/iot-in-warehouse-management>

Koristi primjene Internet of Things (IoT) u upravljanju skladištem jesu:

- smanjenje operativnih troškova
- praćenje u stvarnom vremenu
- poboljšano upravljanje inventarom
- povećana učinkovitost
- smanjeni rizici od ljudske pogreške
- detaljna analitika

Sve ove prednosti dovode do smanjenja troškova, povećane učinkovitosti i bolje upravljanje skladištem. S primjenom AI-a i IoT-a, skladišta su spremna za budućnost i zahtjeve brze i konkurentne trgovine.

5. RAZVOJ SKLADIŠNOG POSLOVANJA TOYOTE CENTAR HRVATSKA

Toyota, japanski gigant u automobilskoj industriji, ime je koje je postalo sinonim za kvalitetu, inovaciju i pouzdanost. Ova automobilska tvrtka ima bogatu povijest koja seže unatrag više od osam desetljeća i igra ključnu ulogu u globalnoj autoindustriji. U nastavku će biti objašnjeno skladišno poslovanje Toyote globalno i Toyote Hrvatska, prikazat će se oprema i tehnologija koju koriste u svojem poslovanju, te kako je ona utjecala na poboljšanje procesa.

5.1. Općenito o Toyoti globalno i Toyoti Hrvatska

Toyota Motor Corporation osnovana je 1937. godine, a od tada je postala jedna od najvećih i najutjecajnijih automobilskih tvrtki na svijetu. Glavno sjedište Toyota Motor Corporation nalazi se u Toyota Cityju, Aichi, Japan. Toyota također ima mnoge podružnice i uredske lokacije diljem svijeta. Njihova misija je stvoriti kvalitetne, pristupačne i inovativne automobile koji će poboljšati svakodnevni život ljudi. Toyota je jedan od najvećih automobilskih proizvođača na svijetu i trenutno je zaposleno više od 300.000 ljudi širom svijeta. To uključuje inženjere, radnike u proizvodnji, stručnjake za prodaju i marketing te mnoge druge.²³

Jedan od ključnih koncepta koji je Toyota unijela u autoindustriju je "Toyota Production System" (TPS), poznat i kao Lean proizvodnja. Ovaj revolucionarni pristup proizvodnji temelji se na smanjenju otpada, kontinuiranom poboljšanju i efikasnosti proizvodnje. TPS je postao standard u industriji i postavio temelje za mnoge moderne proizvodne sustave. Toyota je poznata po svojoj floti hibridnih vozila, SUV-ova, terenaca i kamiona koji su dizajnirani za različite tržišne potrebe. Njihov model Prius, lansiran 1997. godine, bio je prvi masovno proizvedeni hibridni automobil na svijetu. Ovaj inovativni pristup automobilskoj tehnologiji označio je početak ekološki svjesnijeg pristupa prijevozu.

²³ <https://www.toyota-europe.com/about-us/toyota-in-the-world>

Toyota centar Zagreb poduzeće je u stranom vlasništvu, osnovano u Zagrebu listopada 2004. godine. Glavni razlog osnivanja poduzeća bio je stvaranje novog ovlaštenog prodavatelja i servisera marke Toyota, a sve kroz otvaranje modernog prodajno-servisnog centra u Zagrebu.

Slijedom takve politike dana 16. svibnja 2005. godine počela su s radom dva prodajna salona i servis na dvije različite lokacije, te su i službeno postali ovlašteni prodavatelj i serviser vozila marke Toyota u Zagrebu.

Slika 36: Toyota centar Hrvatska



Izvor: Fotografija autorice

Toyota centar Hrvatska nudi slijedeće usluge:²⁴

Prodaja vozila marke Toyota:

²⁴ <https://www.toyota-centar.hr/more-about/about-retailer/>

- Pregled i statička prezentacija svih modela marke Toyota
- Testne vožnje i dinamička prezentacija svih modela Toyota
- Savjetovanje pri kupnji vozila (usporedbe, troškovi, usluge...)
- Savjetovanje pri financiranju (leasing, kredit...) kupnje vozila
- Rabljena vozila
- Zamjena starog vozila za novo

Post prodaja – servis:

- Redovito održavanje vozila i razni servisni popravci
- Originalni rezervni dijelovi
- Popravci karoserije i laka vozila
- Kupnja paketa održavanja s vozilom
- Pranje i poliranje vozila
- Podešavanje geometrije kotača
- Periodičke zamjene guma i čuvanje u periodu nekorisćenja
- Zamjensko vozilo za vrijeme servisa i popravaka

Ključan aspekt u stvaranju povjerenja među korisnicima vozila je učinkovit sustav opskrbe rezervnim dijelovima. Ovo ne obuhvaća samo očekivanu odgovornost proizvođača za pružanje zamjenskih dijelova, već također zahtijeva pravovremenu dostavu tih dijelova kako bi se pokrili redoviti zamjenski ciklusi potrošnih materijala, kao i situacije poput zamjene dijelova nakon nesreća korisnika ili drugih neplaniranih događaja.

Izvođenje popravaka i zamjene dijelova s minimalnim kašnjenjem igra ključnu ulogu u izgradnji povjerenja među korisnicima vozila. U Japanu, razvijena je nacionalna mreža distributera dijelova koja omogućuje brzu i efikasnu vezu između Toyota Motor Corporation (TMC) i trgovaca. TMC zajedno s tim distributerima osigurava brzu i efikasnu opskrbu trgovaca rezervnim dijelovima, pri tome držeći troškove na minimumu.

5.2. Skladišno poslovanje Toyote – centralno skladište

Skladištenje dijelova za automobile za Toyota vozila igra ključnu ulogu u osiguravanju neprekidne opskrbe dijelova potrebnih za proizvodnju i održavanje automobila visoke kvalitete. Toyota, kao jedan od vodećih svjetskih proizvođača automobila, postavlja visoke standarde za upravljanje dijelovima u svojim skladištima kako bi osigurala učinkovitu i pouzdanu opskrbu svojih vozila.

Toyota skladišta uključuju veliku raznolikost dijelova za automobile. Toyota proizvodi širok spektar vozila, od malih gradskih automobila do terenskih vozila i hibridnih modela. To zahtijeva skladištenje tisuća različitih dijelova kako bi se osigurala dostupnost za različite modele i verzije. Prema tome, bitno je precizno praćenje zaliha. Skladišni sustavi za praćenje zaliha koriste se za praćenje svakog dijela u skladištu. To omogućava brzo pronalaženje i isporuku dijelova kada su potrebni. Toyota je poznata po svojoj Just-In-Time proizvodnoj filozofiji, koja se odnosi i na isporuku dijelova. Dijelovi se isporučuju u proizvodne pogone točno kada su potrebni, smanjujući potrebu za velikim zalihama. Toyota strogo kontrolira kvalitetu dijelova koji ulaze u njihove skladišne sustave kako bi osigurala da svaki dio ispunjava visoke standarde kvalitete i pouzdanosti. Također nastoji smanjiti ekološki utjecaj svog skladišta. To uključuje smanjenje otpada, učinkovitu uporabu energije i smanjenje emisija stakleničkih plinova. Toyota ima distribucijske centre i skladišta diljem svijeta kako bi osigurala globalnu opskrbu dijelova za svoja vozila.

U lipnju 2023. godine Toyota je otvorila novo centralno skladište u Beču (Austrija). Iz ovog skladišta isporučuju se servisni dijelovi i dodaci za više od 300 trgovaca rasprostranjenih po Austriji, kao i Adria regiji, Rumunjskoj, Mađarskoj i Slovačkoj. Toyotino novo skladište u Austriji dizajnirano je kako bi bilo 100% sigurno za sve, neutralno po pitanju emisije ugljikovog dioksida od samog početka i uključuje inovacije koje osiguravaju da se operacije provode na najučinkovitiji način. Također postavlja visok standard za ostale Toyota skladišta diljem Europe.

Centralno skladište Toyote u Austriji koristi niz suvremenih tehnoloških i logističkih rješenja kako bi osiguralo učinkovito skladištenje i opskrbu rezervnim dijelovima za vozila Toyota. Toyotino novo skladište je prvo regionalno skladište koje nije u vlasništvu, već je

iznajmljeno, a od samog početka je ugljično neutralno. Potrošnja energije se minimizirala putem 100% LED osvjetljenja i sustava za upravljanje energijom, te korištenjem obnovljive energije iz toplinskih pumpi. Ugrađeno je visoko učinkovito podno grijanje, i kao rezultat svih ovih mjera, zgrada je dobila energetske certifikate EPC i BREEAM za energetske učinkovitost i održivost. Do kraja 2023. godine bit će instalirani solarni paneli na krovu, što će biti osnova za postizanje ugljične nule za ovo skladište. Skladište je dizajnirano da bude 100% sigurno za sve, također i implementirani su najoptimalniji ergonomski uvjeti. Jasno označena područja pokazuju gdje strojevi mogu operirati, osiguravajući potpuno odvajanje članova od strojeva. Tijekom standardnih operacija nema potrebe da netko hoda na području gdje se stroj upravlja. Na primjer, skladištari neće morati sići s uređaja za prikupljanje narudžbi kako bi odložili ili izabrali predmete. Ovo značajno smanjuje rizik od ozbiljnih nesreća. Svi novi procesi postavljeni su tako da svaki član može obavljati bilo koji proces, bez obzira na raznolikost grupe članova.²⁵

Slika 37: Prikaz odvojene zone

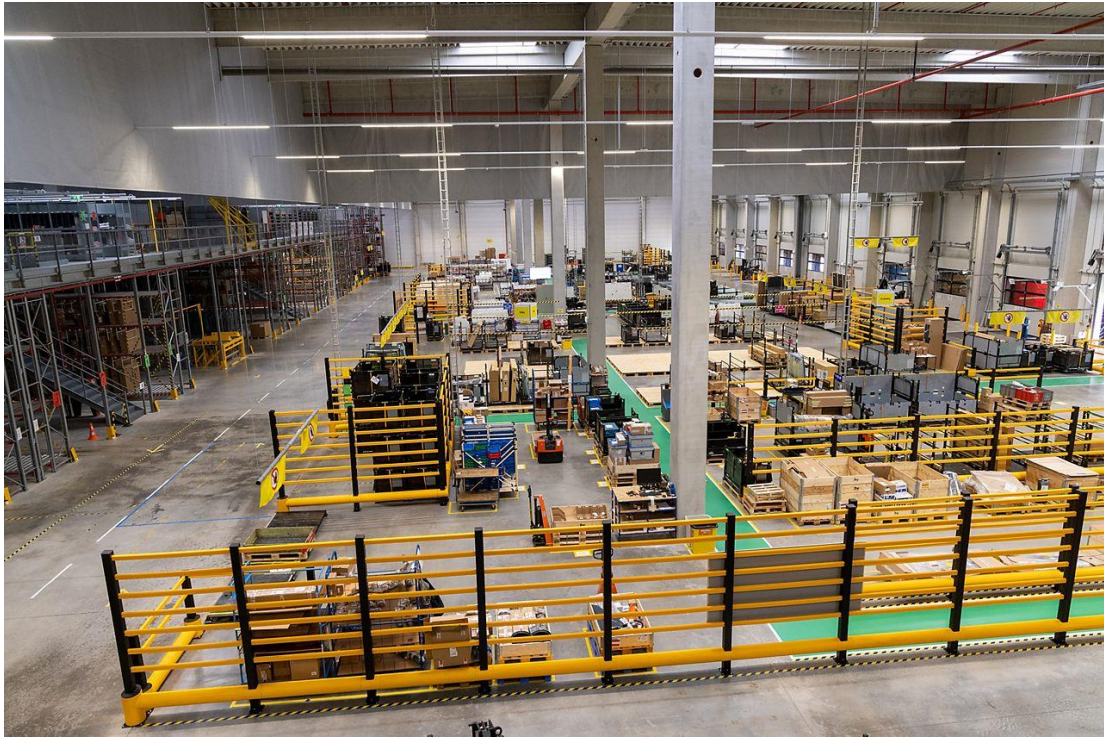


Izvor: <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot>

²⁵ <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot>

Također, uveli su i "zlatnu zonu" u skladištu. To je novi koncept u kojem čuvaju najbrže pokretne dijelove blizu dokova između područja prijema i otpreme te u kojem pripremaju/nabavljaju narudžbe izravno za trgovca.

Slika 38. Prikaz "zlatne zone" u skladištu



Izvor: <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot>

Ovo sprječava unutarnja kretanja tih dijelova prema skladišnom području, omogućava brzo i učinkovito izdvajanje dijelova od strane trgovca, čime se također izbjegava sortiranje za otpremu i eliminira ponovno rukovanje dijelovima. Nova "zlatna zona" značajan je korak u smanjenju vremena isporuke za kupce i obavljanju operacija na visoko učinkovit način.

Od opreme koja se primjenjuje u centralnom skladištu jesu polični regali. Polični regali su vrsta skladišnih regala dizajniranih za pohranu manjih i lakših predmeta na policama (kao što su dijelovi za automobile) pomoću kartonskih kutija, spremnika ili pojedinačnih proizvoda.

Slika 39: Polični regali u centralnom skladištu Toyote



Izvor: <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot>

Roba se na poličnim regalima skladišti prema vrsti robe, pa je tako svaka roba podijeljena u posebnu zonu. Podjela robe u skladištu po zonama česta je praksa koja pomaže u organizaciji skladišnog prostora, povećava učinkovitost i olakšava praćenje zaliha.

Slika 40: Podjela robe prema zonama



Izvor: <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot>

Što se tiče tehnologije, centralno skladište koristi napredne sustave praćenja zaliha koji omogućavaju stvarno vrijeme praćenja svakog dijela u skladištu. Točni podaci o zalihama ključni su za brzo ispunjavanje narudžbi. Sustavi za praćenje zaliha su neizostavan alat za suvremeno poslovanje. Omogućuju organizacijama bolju kontrolu nad svojim zalihama, smanjuju troškove i poboljšavaju uslugu klijentima. Bez obzira na vrstu poslovanja, praćenje zaliha je ključno za uspjeh i konkurentske prednosti.

5.3. Skladišno poslovanje i tehnološki razvoj Toyote centar Hrvatska

Toyota centar Hrvatska igra važnu ulogu u osiguravanju da Toyota vozila budu dostupna, servisirana i opremljena originalnim rezervnim dijelovima kako bi zadovoljila potrebe svojih kupaca u Hrvatskoj. Toyota centar Hrvatska ima skladište koje sadrži širok asortiman originalnih rezervnih dijelova za Toyota vozila. Ovo skladište je ključno za podršku Toyota vlasnicima u Hrvatskoj jer omogućuje brzu i pouzdanu isporuku dijelova kada su potrebni za servisiranje ili popravak vozila. Centar vodi efikasnu distribucijsku mrežu koja omogućuje isporuku dijelova i opreme Toyota trgovcima i servisima diljem Hrvatske. To osigurava da se dijelovi brzo dostavljaju na odredišta i smanjuje vrijeme zastoja vozila. Toyota centar Hrvatska postavlja visoke standarde kvalitete za svoje rezervne dijelove kako bi osigurao da su dijelovi autentični. To je ključno za očuvanje sigurnosti i pouzdanosti Toyota vozila.

Toyota centar Hrvatska prilikom skladištenja vodi se prema sedam tehnika skladištenja, a to su:

1. Dijelovi se pohranjuju prema proizvodu (slični tipovi i veličine dijelova zajedno),
2. Dijelovi se pohranjuju prema klasi kretanja (brzo pokretni dijelovi pohranjuju se blizu početne pozicije i glavnog prolaza).
3. Dugi i tanki dijelovi (kao što su dijelovi karoserije i ispušni sustavi) pohranjuju se vertikalno.

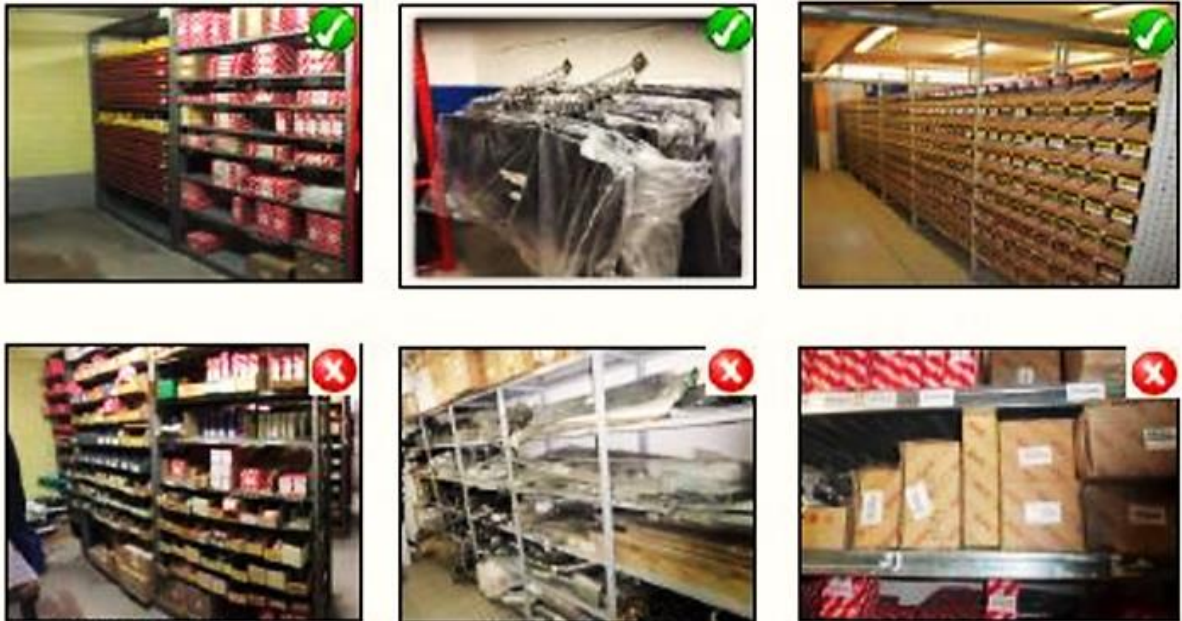
4. Dijelovi se pohranjuju tako da su lako dostupni (za sigurno i učinkovito pohranjivanje i uzimanje).
5. Teški dijelovi pohranjuju se na srednjim do nižim policama na razini struka.
6. Jedno mjesto dodijeljeno je za jedan broj dijela i dijelovi se pohranjuju s brojem lokacije.
7. Lako je vizualno uočiti bilo kakve nepravilnosti u zalihama (npr. višak zaliha).

Toyota centar počela je primjenjivati Kaizen metodu za rješavanje problema unutar skladišnog poslovanja. Kaizen je jedno od temeljnih načela Toyota proizvodnog sustava. U prijevodu s japanskog jezika, općenito govoreći, znači kontinuirano poboljšanje. Sastoji se od dvije riječi: "Kai," što znači "promjena," i "Zen," što znači "na bolje." Ova filozofija usmjerena je na postizanje maksimalne kvalitete, eliminaciju otpada i poboljšanje učinkovitosti, kako u pogledu opreme tako i radnih postupaka. Kaizen se primjenjuje u standardiziranom radu kako bi se postigla maksimalna produktivnost na svakom radnom mjestu. Standardizirani rad podrazumijeva dosljedno praćenje postupaka, što omogućava zaposlenicima da brzo uoče probleme.²⁶

Prije Kaizen metode bilo je puno potrošenog prostora te su se teški i krhki proizvodi skladištili zajedno. Uvođenje Kaizen metode utjecalo je na smanjenje nepotrebnog prostora, sprječavanje oštećenja dijelova razdvajanjem po proizvodu. Brze pokretne dijelove i sporo pokretne dijelove čuvali su na istoj lokaciji. Nakon toga, uvela se posebna zona za brze pokretne dijelove. Prije vertikalnog pohranjivanja dugih i tankih dijelova (kao što su dijelovi karoserije i ispušni sustavi) teško su se podizali dijelovi, te je prijetila opasnost od oštećenja uslijed slaganja dijelova. Uvođenje vertikalnog pohranjivanja dovelo je do jednostavnog odabira i skladištenja, smanjenja izgubljenog prostora, sprječavanja oštećenja dijelova.

²⁶ <https://mag.toyota.co.uk/kaizen-toyota-production-system/>

Slika 41: Prije i poslije uvođenja Kaizen metode



Izvor: arhiva Toyota Centar Hrvatska

Toyota Centar Hrvatska koristi odgovarajuću opremu i tehnologiju u svom skladištu kako bi osigurala učinkovito i pouzdano upravljanje dijelovima za svoja vozila. Ključni elementi u njihovoj opremi i tehnologiji uključuju:

- Polični regali
- Ručni viličari
- Barkod tehnologija
- Sustav za upravljanje skladištem
- Sigurnosna oprema

Iako ne koriste najsuvremeniju tehnologiju, ova oprema i tehnologija omogućuje Toyota Centru Hrvatska učinkovito i precizno upravljanje dijelovima za svoja vozila, što rezultira brzom i pouzdanom uslugom za svoje kupce. Što se tiče skladištenja dijelova automobila, ona se slaže na polične regale, pomoću malih sanduka, kutija ili skladištenje pojedinačnih proizvoda.

Slika 42. Polični regali u skladištu Toyota Centra Hrvatska



Izvor: fotografija autorice

Ključne značajke poličnih regala uključuju:

- **Vertikalnu organizaciju:** polični regali omogućuju vertikalnu organizaciju prostora, što znači da se predmeti mogu pohraniti na različite razine ili police. To štedi prostor na podu i omogućuje bolju iskorištenost dostupnog prostora.
- **Laka dostupnost:** zbog horizontalnih polica, predmeti su lako dostupni i vidljivi. To olakšava brzu identifikaciju i preuzimanje predmeta.
- **Raznolikost veličina i težina:** polični regali su dostupni u različitim veličinama i kapacitetima nosivosti, što ih čini prilagodljivima za različite potrebe skladištenja.
- **Jednostavna montaža:** većina poličnih regala jednostavno se sastavlja i može se prilagoditi različitim konfiguracijama ovisno o potrebama.
- **Organizacija i red:** upotrebom poličnih regala, predmeti se mogu organizirati i postaviti tako da olakšavaju inventuru i upravljanje zalihama.

Skladištenje unutar Toyota Centra Hrvatska obavlja se ručnom manipulacijom, odnosno rukovanje i premještanje se obavlja ručnim viličarem i ljudskom snagom. Ručna manipulacija može biti učinkovita za manje terete, što je i slučaj u ovom primjeru. Od tehnologije koju koriste za praćenje zaliha i upravljanje narudžbama jesu barkod tehnologija i sustav za upravljanje skladištem (WMS). Barkod tehnologija je sustav za spremanje i brzu identifikaciju podataka koji se mogu lako čitati pomoću optičkih uređaja kao što su barkod skeneri, a prednosti barkod tehnologije uključuju brzu i preciznu identifikaciju, smanjenje ljudske pogreške, ubrzanje procesa, poboljšanje praćenja i upravljanja zalihama, i povećanje učinkovitosti u različitim industrijama.

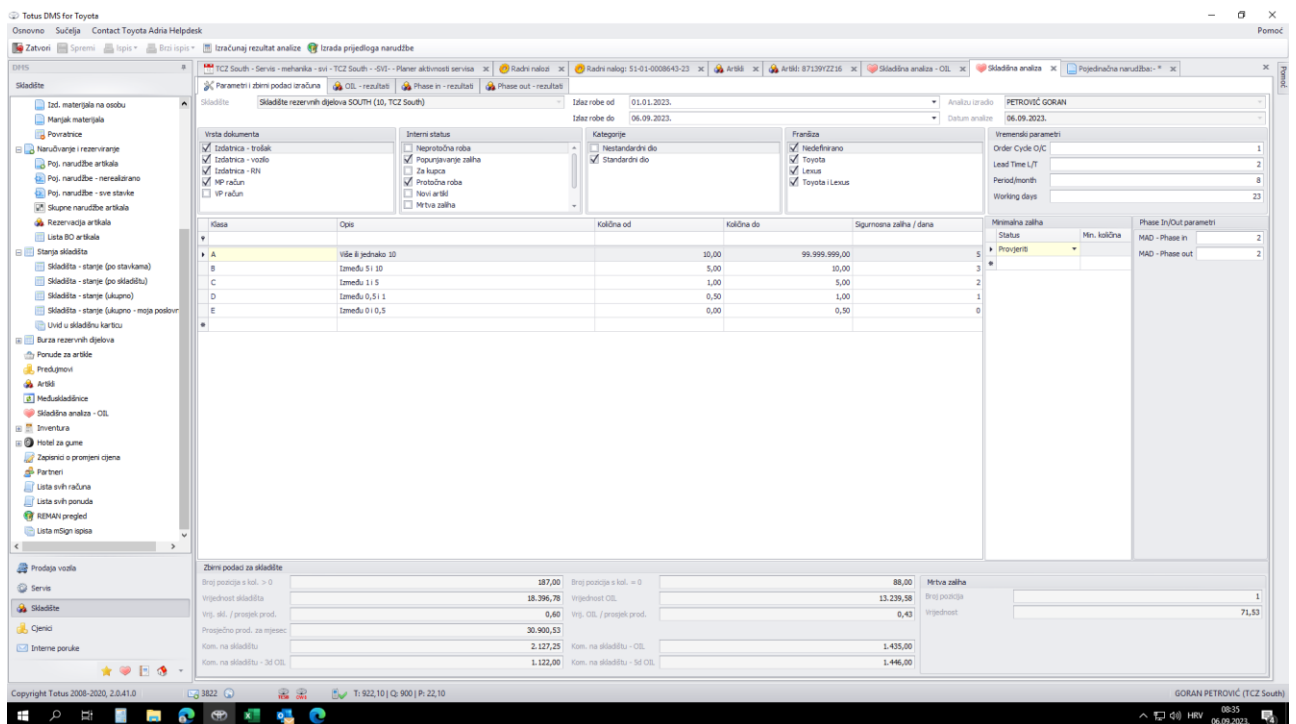
Slika 43: Barkod tehnologija u skladištu Toyota Centra Hrvatska



Izvor: fotografija autorice

Osim toga, koriste i pametno softversko upravljanje skladištem, odnosno sustav za upravljanje skladištem (WMS), objašnjeno u poglavlju 3. Sustav za upravljanje skladištem (WMS) je sustav za automatizaciju i poboljšanje učinkovitosti svih aspekata upravljanja skladištem. WMS omogućuje precizno praćenje i upravljanje svim procesima i resursima u skladištu, uključujući prijem, pohranu, izdavanje, inventuru, praćenje zaliha i više.

Slika 44: Primjer sustava za upravljanje skladištem u Toyoti



Izvor: Interni dokumenti Toyota Centra Hrvatska

Ovaj sustav im omogućuje pregled svih artikala, inventuru, praćenje stanja zaliha, izradu prijedloga narudžbe, skladišnu analizu i mnogo drugo.

5.4. Rezultati istraživanja

Toyota Centar Hrvatska poduzeo je niz koraka kako bi poboljšao svoje skladišno poslovanje i osigurao učinkovitu i pouzdanu opskrbu dijelovima za svoja vozila. Evo nekoliko ključnih mjera koje su poduzeli:

- **Uvođenje sustava za upravljanje skladištem (WMS):** Toyota Centar Hrvatska implementirao je moderni sustav za upravljanje skladištem (WMS) koji omogućava brže i preciznije praćenje zaliha, raspored skladišta te optimizaciju isporuka dijelova.
- **Primjena barkod tehnologije:** Za poboljšanje praćenja zaliha i brže pronalaženje dijelova, uveli su barkod tehnologiju.
- **Optimizacija rasporeda skladišta:** Organizirali su skladište kako bi dijelove lakše pronalazili i brže izdavali, posebno brzo rotirajuće dijelove koji su smješteni blizu radnih zona.
- **Poboljšana obuka zaposlenika:** Investirali su u obuku svojih zaposlenika kako bi osigurali da su upoznati s najnovijim tehnologijama i najboljim praksama u skladišnom poslovanju.
- **Održive prakse:** Toyota Centar Hrvatska usvojio je održive prakse u svojem skladištu, uključujući korištenje energetski učinkovite LED rasvjete i smanjenje otpada.
- **Redoviti pregledi i revizije:** Provode redovite revizije i analize skladišnog poslovanja kako bi identificirali moguće prilike za poboljšanje i osigurali da se implementirane promjene održavaju.
- **Primjena Kaizen filozofije:** Potiču Kaizen filozofiju kontinuiranog poboljšanja među svojim zaposlenicima, potičući ih da aktivno sudjeluju u pronalaženju načina za optimizaciju procesa.
- **Redoviti kontakt s dobavljačima:** Uspostavili su bližu suradnju s dobavljačima kako bi osigurali bržu i precizniju isporuku dijelova.
- **Praćenje performansi:** Uveli su sustav za praćenje performansi skladišta kako bi identificirali moguće probleme ili uske grlo i brzo reagirali na njih.

- **Pouzdanost i kvaliteta:** Toyota Centar Hrvatska strogo kontrolira kvalitetu dijelova koji ulaze u njihovu opskrbu kako bi osigurali da svaki dio ispunjava visoke standarde pouzdanosti.

Toyota Centar Hrvatska poduzeo je niz koraka kako bi poboljšao svoje skladišno poslovanje i osigurao učinkovitu i pouzdanu opskrbu dijelovima za svoje vozile, uključujući uvođenje sustava za upravljanje skladištem (WMS), primjena barkod tehnologije, optimizacija rasporeda skladištenja, poboljšana obuka zaposlenika kako bi osigurali da su upoznati s najnovijom tehnologijom, uvođenje energetski učinkovite LED rasvjete i smanjenje otpada, primjena Kaizen filozofije kontinuiranog poboljšanja i mnogo drugo. Iako Toyota ne primjenjuje najnoviju tehnologiju i opremu u skladištenju, primjenjuju puno drugih načina koji im pomažu u poboljšanju poslovanja. Osim toga, Toyota Centar Hrvatska nema potrebu za skladištenjem velikih količina zaliha, zbog toga što naručuju onoliku količinu robe koliko im je najpotrebnije i najnužnije. Sve ove mjere zajedno čine Toyota Centar Hrvatska učinkovitim i pouzdanim dobavljačem dijelova za svoja vozila, osiguravajući brzu i preciznu opskrbu za svoje partnere i kupce. Primjenjujući Kaizen metodu u svojoj proizvodnji, kao i u skladištenju dijelova, Toyota je postigla brojne prednosti, uključujući smanjenje troškova, povećanje produktivnosti i poboljšanje kvalitete svojih vozila.

Sve ove mjere zajedno čine Toyota Centar Hrvatska učinkovitim i pouzdanim. Primjenjujući Kaizen metodu u svojoj proizvodnji, kao i u skladištenju dijelova, Toyota je postigla brojne prednosti, uključujući smanjenje troškova, povećanje produktivnosti i poboljšanje kvalitete svojih vozila. Ova filozofija neprestanog poboljšanja postala je ključni dio Toyotinog uspjeha i inspiracija za mnoge druge kompanije diljem svijeta.

6. ZAKLJUČAK

Skladišno poslovanje ima ključnu ulogu u lancu opskrbe i operativnoj učinkovitosti tvrtki. Kroz povijest, razvoj tehnologije i promjene u poslovnim modelima doveli su do značajnih promjena u načinu na koji se roba skladišti, upravlja i distribuira. Načini upravljanja skladištem drastično su se promijenili kroz godine. Od pojave prvog viličara, barkod i RFID tehnologije, sustava za upravljanje skladištem pa sve do automatizacije, robotike i umjetne inteligencije.

Važan dio u fazi izrade tehničkog rješenja skladišne opreme je pravilno pozicionirati opremu unutar skladišnog prostora, kako bi se iskoristio puni kapacitet skladišta, ali i omogućio manipulativni prostor kao i komunikacijske rute prema zonama utovara i istovara. Ključni dio opreme u svakom skladištu predstavljaju regali. Regali su neizostavan element u optimizaciji skladišnog prostora i pružaju brojne prednosti za učinkovito upravljanje zalihama, pa tako postoje klasični paletni regali, paletni regali dvostruke dubine, polični regali, protočni regali, konzolni regali, AS/RS sustav regala i mnogi drugi. Osim regala, bitan element opreme jesu i transportna sredstva unutar skladišta, a to su razni viličari koji pomažu prilikom manipulacije robom. U sklopu sustava skladištenja, tehnologije koje se koriste u različitim skladišnim aktivnostima i procesima predstavljaju ključan faktor. Suvremeno doba donosi sve veći tehnološki napredak, stoga je izuzetno važno iskoristiti te mogućnosti unutar poslovanja. Suvremeno skladišno poslovanje se oslanja na napredne tehnologije poput automatizacije, robotike, Internet of Things (IoT), umjetne inteligencije (AI) i sustava za upravljanje skladištem (WMS) kako bi se postigla veća učinkovitost, točnost i sigurnost. Ovi napredni alati omogućuju brže ispunjavanje narudžbi, smanjenje operativnih troškova i optimizaciju upravljanja zalihama.

Toyota Centar Hrvatska poduzela je niz koraka kako bi poboljšala svoje skladišno poslovanje i osigurala učinkovitu i pouzdanu opskrbu dijelovima za svoja vozila, uključujući uvođenje sustava za upravljanje skladištem (WMS), primjena barkod tehnologije, optimizacija rasporeda skladištenja, poboljšana obuka zaposlenika, uvođenje energetski učinkovite LED rasvjete i smanjenje otpada, primjena Kaizen filozofije kontinuiranog poboljšanja i mnogo drugo. Primjenjujući sve ove mjere u svom skladišnom poslovanju, Toyota je postigla brojne prednosti, uključujući smanjenje troškova, povećanje produktivnosti i poboljšanje kvalitete svojih vozila.



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MAJA REBERNIŠAK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica ~~završnog/diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom (UJETA) TEHNOLOŠKIH PROMJENA NA SKLADISNO (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Rebernišak

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MAJA REBERNIŠAK (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom ~~završnog/diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom (UJETA) TEHNOLOŠKIH PROMJENA NA SKLADISNO (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Rebernišak

(vlastoručni potpis)

Literatura

Knjige:

1. Ackerman K. B.: Practical Handbook of Warehousing, Springer New York, NY, 2013.
2. Belak V.: Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, RRiF-plus d.o.o., Zagreb, 2002.
3. Dundović Č, Hess S.: Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet Sveučilište u Rijeci, 2007.
4. Ferišak V.: Nabava: Politika – Strategija – Organizacija – Management, 2. aktualizirano i dopunjeno izdanje, Zagreb, 2006.
5. Krpan Lj., Maršanić R., Jedvaj V.: Upravljanje zalihama materijalnih dobara i skladišno poslovanje u logističkoj industriji, 2014.
6. Oluić, Č: Skladištenje u industriji, FSB, Zagreb, 1997.
7. Rogić K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 2018.
8. Suice S.: Poslovna logistika, Informator, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2022.
9. Šamanović J: Prodaja, distribucija, logistika : teorija i praksa, Ekonomski fakultet Sveučilišta, Split, 2009.
10. Štrumberger, N.: Tehnologija materijala II., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
11. Zelenika R.: Logistički sustavi, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2005.

Stručni članci:

12. AI in Logistics: 15 Transformative Ways Businesses Are Using It in 2023, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/ai-logistics-15-transformative-ways-1c> [20.8.2023.]
13. Chung H. Y., Jamaludin Z., Abdullah L.: Radio Frequency Identification Based System Design for Logistics Application, Faculty of Manufacturing Engineering, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Hang Tuah Jaya, 2011.
14. Dr. Chanda A.: Barcode Technology and its Application in Libraries, 2019.
15. Dujmešić N., Bajor I., Rožić T.: Warehouse Processes Improvement by Pick by Voice Technology, Tehnički vjesnik 25, 4, 2018.

16. Griffus D.:How Artificial Intelligence is Changing Warehouse Operations, 2023.
17. Hercog D.,Bencak P., Vincetič U., Lerher T.:Product Assembly Assistance System Based on Pick-To-Light and Computer Vision Technology, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, University of Maribor, Maribor, 2022.
18. Karasek J.: An Overview of Warehouse Optimization, 2009.
19. Kubánová J., Kubasáková I, Culik K, Štítik L: Implementation of Barcode Technology to Logistics Processes of a Company, Department of Road and Urban Transport, University of Žilina, 2022.
20. Murphy, P.R., Knemeyer, A.M.: Contemporary Logistics, Pearson Education Limited, Harlow, UK, 2018.
- 21.. Vujanac R., Miloradovic N., Vulovic S. :Dynamic storage systems, University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Kragujevac, 2016.
22. Vaniotis G. Ph.D.: Everything you need to know about RFID technology, 2018.

Autorizirana predavanja:

23. Autorizirana predavanja (nepoznat autor), <https://www.fsb.unizg.hr>
24. Đukić, G.: Predavanja iz kolegija „Gospodarska logistika 2“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2019.

Internetski izvori:

25. Applying IoT in Warehouse Management, dostupno na: <https://shiphero.com/blog/iot-warehouse-management/> [27.8.2023.]
- 26.Dedhia P., Logistics Warehousing History and Changing Trends, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/warehousing-history-present-trends-prashant-dedhia> [1.8.2023.]
27. Differences between Drive In and Drive Through racking, dostupno na: <https://www.ar-racking.com/en/blog/differences-between-drive-in-and-drive-through-racking/> [12.8.2023]
28. Evolution of Warehousing Systems: History and Timelines, dostupno na: <https://www.hopstack.io/blog/evolution-warehousing-systems-history-timelines> [27.8.2023.]

29. How a Barcode Scanning System for Inventory Management Benefits Your Warehouse, dostupno na: <https://www.wisys.com/how-barcode-scanning-system-inventory-management-benefits-warehouse/> [15.8.2023.]
30. IoT in warehouse management — extensive guide, dostupno na: <https://codeit.us/blog/iot-in-warehouse-management> [27.8.2023.]
31. Logistički i informatički sustav (WMS), dostupno na: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/skladisni-software-wms/software> [17.8.2023]
32. Push Back Pallet Racking, dostupno na: <https://fayco.ie/warehouse-pallet-racking/push-back-pallet-racking/> [12.8.2023]
33. Paletni shuttle regali (multi deep), dostupno na: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisna-oprema/paletni-regali/paletni-shuttle-regali-multi-deep> [12.8.2023.]
34. Pick by Voice - hands free, dostupno na: <https://tsp-gis.de/en/pick-by-voice/> [16.8.2023.]
35. SJK Innovations, How Warehouse Management Enhances Productivity, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/how-warehouse-management-enhances-productivity> [1.8.2023.]
36. Sunol H., Choosing a Warehouse Location: 7 Critical Criteria to Consider, dostupno na: <https://articles.cyzerg.com/choosing-a-warehouse-location-7-critical-criteria-to-consider> [10.8.2023.]
37. Senora T., The Evolution of Warehouse Management: From Ancient Times to Modern Practices, dostupno na: <https://medium.com/@anthonyzenora24/the-evolution-of-warehouse-management-from-ancient-times-to-modern-practices-6a9211216e0> [1.8.2023.]
38. Sustav za upravljanje skladištem (WMS), dostupno na: <https://logiko.hr/logisticki-akcelerator/208-sustav-za-upravljanje-skladistem-wms> [17.8.2023.]
39. What is warehousing? A guide to logistics, dostupno na: <https://business.adobe.com/blog/basics/what-warehousing-guide-logistics#what-is-warehousing> [1.8.2023]
40. <https://storemaster.shop/en/product/armstrong-swingout/> [12.8.2023.]
41. <https://www.indiamart.com/proddetail/vertical-carousel-storage-system-22893088688.html> [12.8.2023.]
42. What is a Pick to Light System?, dostupno na: <https://6river.com/what-is-a-pick-to-light-system/> [15.8.2023.]

43. What is a Pick to Light System and How Does Voice Compare? dostupno na: <https://www.lucasware.com/what-is-a-pick-to-light-system-and-how-does-voice-compare/> [15.8.2023.]
44. Warehouse Management System, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/warehouse-management-system-m-k-bhardwaj> [17.8.2023.]
45. The History of Warehousing, dostupno na: <https://www.newcastlesys.com/blog/the-history-of-warehousing> [27.8.2023.]
46. The History of the Warehouse, dostupno na: <https://advanced-handling.co.uk/blog/2017/08/24/the-history-of-the-warehouse/> [27.8.2023.]
47. <https://www.toyota-europe.com/about-us/toyota-in-the-world> [2.9.2023]
48. <https://www.toyota-centar.hr/more-about/about-retailer/>, [2.9.2023.]
49. <https://www.toyota-europe.com/news/2023/new-parts-depot> [4.9.2023.]

Popis slika

Slika 1. Tijek logističkih procesa u skladištu	5
Slika 2: Ulazna zona za prijem robe	8
Slika 3: Komisioniranje	10
Slika 4. Zona za prijem i izdavanje robe	11
Slika 5: Grafički prikaz rezultata ABC analize	18
Slika 6: Horrea Galbae	20
Slika 7: Prva industrijska revolucija i izum parnog stroja.....	21
Slika 8: Prikaz starog sustava skladištenja	22
Slika 9: Pojava transportnih traka.....	23
Slika 10: Klasični paletni regali.....	28
Slika 11: Paletni regali dvostruke dubine	29
Slika 12: Polični regali	30
Slika 13: Drive-in regali	31
Slika 14: Drive-through regali.....	31
Slika 15: Protočni regali	33
Slika 16: Protočni regali s guranjem.....	34
Slika 17: Paletni shuttle sustav	35
Slika 18: Konzolni regali.....	36
Slika 19: Horizontalni karuseli	38
Slika 20: Vertikalni karuseli	39
Slika 21: Unit-load AS/RS	40
Slika 22: Mini-load AS/RS.....	41
Slika 23: Person-on-bord AS/RS.....	42
Slika 24: Barkod tehnologija	44
Slika 25: RFID tehnologija.....	45
Slika 26: Pick-to-light sustav.....	47
Slika 27: Pick-to-Voice sustav	48
Slika 28: Sustav za upravljanje skladištem.....	49
Slika 29: Ručna kolica.....	53
Slika 30: Ručni, motorno-ručni i motorni viličari	54
Slika 31: Čeon, bočni i regalni viličari	55
Slika 32: Valjčani konvejer	57

Slika 33: Dizalica.....	57
Slika 34: Skladišni robot u Amazonu	59
Slika 35: Robotska ruka.....	60
Slika 36: Toyota centar Hrvatska	64
Slika 37: Prikaz odvojene zone	67
Slika 38. Prikaz "zlatne zone" u skladištu	68
Slika 39: Polični regali u centralnom skladištu Toyote	69
Slika 40: Podjela robe prema zonama	69
Slika 41: Prije i poslije uvođenja Kaizen metode.....	72
Slika 42. Polični regali u skladištu Toyota Centra Hrvatska	73
Slika 43: Barkod tehnologija u skladištu Toyota Centra Hrvatska	74
Slika 44: Primjer sustava za upravljanje skladištem u Toyoti.....	75

Popis tablica

Tablica 1: Odnos vrijednosti i broja vrsta materijala u pojedinim skupinama..... 17