

Paletni shuttle regalni sustavi

Čalušić, Božidar

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:602472>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Završni rad br 499/TGL/2021

Paletni shuttle regalni sustavi

Božidar, 2951/336

Varaždin, rujan 2021. godine



Odjel za logistiku i održivu mobilnost

Završni rad br 499/TGL/2021

Paletni shuttle regalni sustavi

Student

Božidar Čalušić, 2951/336

Mentor

Goran Đukić, dr.sc.

Varaždin, rujan 2021. godine

PREDGOVOR

Ovaj završni rad izradio sam samostalno služeći se vlastitim znanjem, stručnom literaturom te internet izvorima. Na odabir date teme potaknuo me mentor, a na izbor mentora te kolegija „Gospodarska logistika 2“ koja se bavi pregledom skladištenja, skladišnih komponenti i sustava ponukala me činjenica da kolegiji daje pregled i znanja o jednoj iznimno važnoj logističkoj aktivnosti, a tema „Paletni shuttle regalni sustavi“ proučava sustave koji su inovativni i koji će se sve više koristiti u budućnosti.

ZAHVALA

Zahvaljujem se Sveučilištu Sjever, mentoru dr. sc. Goranu Đukiću, pročelniku odjela Logistike i mobilnosti dr. sc. Krešimiru Buntaku te svim nastavnicima koji su sudjelovali u mom preddiplomskom obrazovanju. Zahvaljujem se roditeljima i prijateljima koji su mi bili podrška.

SAŽETAK

Logistika je jedno od najbrže rastućih i razvijajućih djelatnosti u Svijetu. Logistika kao podrška i temelj glavnim procesima neophodna je u današnjim tržišnim uvjetima pod utjecajem sveprisutnije pojave globalizacije. Skladištenje jest jedno od glavnih logističkih aktivnosti te predstavlja iznimno važan faktor u zadovoljavanju potražnje i osiguravanju nesmetanog toka proizvodnog procesa.

U prvom djelu ovog završnog rada napravljen je kratki uvod u temu logistike, logističkih sustava te skladištenja kao jedne od glavnih logističkih aktivnosti. U glavnom dijelu završnog rada napravljen je preged skladišnih komponenti kao dijela skladišnog sustava sa naglaskom na sredstva za skladištenje. Jedno od sredstava za skladištenje su paletni shuttle regalni sustavi za uskladištenje/iskladištenje jedinica skladištenja. Fokus završnog rada stavljen je upravo na paletni shuttle regalni sustav, njegov opis, princip rada, primjenu, prednosti i nedostatke te proizvođače i providere u Hrvatskoj i inozemstvu.

Ključne riječi: logistika, skladištenje, skladišne komponente, sredstva za skladištenje, WMS i paletni shuttle regalni sustavi.

SUMMARY

Logistics are one of the fastest growing and developing domain in the world. Logistics, acting as support and solid ground for the main process are absolutely necessary in today's market under influence of everpresent trend of globalization. Warehousing is one of the main logistics activities as it represents very important factor when it comes to satisfying the demand on the market and ensuring undisturbed flow of production process.

In the first part of this final assignment there is a short introduction of logistics and its system as a whole, and warehousing as one of the main logistics activities. In the main part of the assignment, review is made on the topic of warehousing components as a part of the logistics system with focus put on means and facilities of warehousing. One of those warehousing facilities are the Pallet Shuttle Systems, which are the title and the focus point of this assignment, as well as their description, way they operate, where and how they are being used, advantages and disadvantages of their implementation and their providers in Croatia and abroad.

Key words: logistics, warehousing, warehousing components, means of warehousing, WMS and Pallet shuttle systems

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-----------------------------|---|--------------|-------------------------|
| ODJEL | Odjel za logistiku i održivu mobilnost | | |
| STUDIJ | preddiplomski stručni studij Tehnička i gospodarska logistika | | |
| PRISTUPNIK | Božidar Čalušić | MATIČNI BROJ | |
| DATUM | 21.04.2021. | KOLEBIJ | Gospodarska logistika 2 |
| NASLOV RADA | Paletni shuttle regalni sustavi | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Pallet Shuttle Racking Systems | | |
| MENTOR | Goran Đukić | ZVANJE | redoviti profesor |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. Doc.dr.sc. Predrag Brlek, predsjednik | | |
| | 2. Prof. dr.sc. Goran Đukić, mentor | | |
| | 3. Doc.dr.sc. Saša Petar, član | | |
| | 4. Ivan Cvitković, pred., zamjenski član | | |
| | 5. _____ | | |

Zadatak završnog rada

| | |
|------|---|
| BROJ | 499/TGL/2021 |
| OPIS | Jedna od novijih izvedbi regalnih sustava za paletizirani materijal su polu-automatizirani paletni shuttle regalni sustavi. U radu je potrebno, nakon kraćeg teorijskog uvoda o skladištima (komponentama i potprocesima) dati prikaz paletnih shuttle regalnih sustava. Prikaz temeljiti na opisu sustava, objašnjenju prednosti i nedostataka u usporedbi s drugim paletnim regalnim sustavima, pregledu proizvođača te ilustracijama i opisima primjera primjene iz prakse. |

ZADATAK URMČEN 13.05.2021.



PODPIS MENTORA *Đukić*

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. TEORIJSKE OSNOVE SKLADIŠTENJA | 2 |
| 2.1. Skladištenje kao logistička funkcija | 2 |
| 2.1.1. Logistički sustav | 2 |
| 2.2. Skladišne zone i potprocesii..... | 4 |
| 2.3. Vrste skladišta | 5 |
| 2.4. Prednosti i nedostaci skladištenja | 8 |
| 2.5. Skladišne komponente | 9 |
| 2.5.1. Sredstva za odlaganje..... | 9 |
| 2.5.2. Transportna sredstva | 10 |
| 2.6. Sredstva za skladištenje | 13 |
| 2.6.1. Sustav sa podnim skladištenjem | 13 |
| 2.6.2. Regalna skladišta | 14 |
| 2.7. WMS – Warehouse management system | 18 |
| 3. PALETNI SHUTTLE REGALNI SUSTAVI..... | 20 |
| 3.1. Princip rada | 21 |
| 3.2. Prednosti i nedostaci Shuttle regalnih sustava | 22 |
| 3.3. Pregled proizvođača Shuttle sustava | 24 |
| 3.4. Zastupnici u Hrvatskoj..... | 28 |
| 3.5. Primjeri primjene..... | 29 |
| 4. ZAKLJUČAK | 31 |

1. UVOD

Posljedna tri desetljeća intenzivna je pojava procesa globalizacije, odnosno gospodarskog i trgovinskog trenda povezivanja svih dijelova svijeta te proširenja tržišta odnosno dostupnosti gotovo svih proizvoda u svim djelovima svijeta u svakom datom trenutku. Logistika kao jedna od najbrže rastućih i razvijajućih djelatnosti u svijetu jedan je od glavnih nositelja procesa globalizacije. Logističke aktivnosti poput nabave, skladištenja te transporta ključne su za opskrbu prodavatelja i kupaca svugdje u svijetu.

Skladištenje jest jedna od načelnih logističkih aktivnosti koja se razvija i unaprjeđuje velikom brzinom. Primjena skladištenja često je neophodna uzevši u obzir uvijete koji vladaju na svijetskom tržištu dobara. Principi organizacije i upravljanja skladišta konstanto se unaprjeđuju te se donose nova, inovativna i bolja rješenja. Primjer inovativnosti u području skladišnih djelatnosti jest primjena automatiziranih skladišnih sustava u sklopu kojih se kao sredstva za skladištenje nalaze paletni shuttle regalni sustavi. Navedeni sustavi moderna su i učinkovita izvedba skladištenja koja posljednjih godina doživljava sve veću upotrebu u skladištima diljem svijeta. Paletni shuttle sustavi sastoje se od nekoliko komponenti od koji su i Shuttle vozila. Shuttle vozila su automatizirana vozila za prijevoz paleta. Shuttle vozilima može se upravljati koristeći daljinski upravljač ili WMS, kao glavni alat za upravljanje cijelim sustavom. Unošenjem podataka o robi, njezinoj lokaciji te poželjnoj lokaciji odlaganja ili izuzimanja u WMS, omogućuje se potpuno automatizirano obavljanje skladištenja koristeći Shuttle vozila kojima WMS upravlja.

2. TEORIJSKE OSNOVE SKLADIŠTENJA

Pojam skladištenja odnosi se na čuvanje i sigurno odlaganje robe koja čeka daljnju upotrebu. U širem smislu proces skladištenja obuhvaća sve aktivnosti vezane za čuvanje robe unutar skladišta – odlaganje i izuzimanje robe, manipulacija te evidencija robe, komisioniranje i pakiranje, zaprimanje, otpremanje te konsolidacija robe.

Skladišta su prilagođeni objekti čija namjena je čuvanje robe. Skladišta služe za privremeno odlaganje robe koja čeka na daljnju distribuciju, prodaju ili vraćanje u proizvodni lanac radi dorade. Skladište, promatrano iz šire perspektive odnosno sa aspekta cijelog logističkog sustava u poduzeću predstavlja čvorište u kojem se javlja doticaj nabave, proizvodnje i distribucije. Skladištenje se kao stalna pojava u gospodarstvu javlja tokom industrijske revolucije pojavom masovne serijske proizvodnje koja iziskuje skladištenje sirovina i gotovih proizvoda.

2.1. Skladištenje kao logistička funkcija

Skladištenje jest jedna od glavnih logističkih funkcija. Promatrano kao dio logističkog sustava, skladištenje predstavlja čvorište i točku doticaja nekolicine logističkih funkcija, poput nabave, transporta i distribucije.

Logistika je multidisciplinarna djelatnost koja se bavi vrlo opširnim spektrom aktivnosti u gospodarskom lancu čiji je cilj osigurati dostupnost robe, sirovina, poluproizvoda te gotovih proizvoda proizvodnom poduzeću, prodajnom sektoru te u konačnici krajnjem korisniku, uzimajući u obzir optimalne rute i načine transporta te skladištenja koje će osigurati da potrebna roba dođe na odabrano mjestu u odabrano vrijeme u odgovarajućoj količini i stanju, uz najmanje moguće troškove. Logističke se aktivnosti uglavnom odnose na aktivnosti podrške glavnoj djelatnosti. [2]

Industrijalizacija, globalizacija, nastajanje „svjetskog tržišta“ te pojava sve intenzivnijeg razvoja vozila i prometa, neki su od čimbenika koji dovode do ubrzanog razvoja logistike kao zasebne djelatnosti koja se kao takva počinje i izučavati. Početkom 20. stoljeća logistika postaje jasno definirana djelatnost, a ubrzo i priznata interdisciplinarna znanstvena disciplina.

2.1.1. Logistički sustav

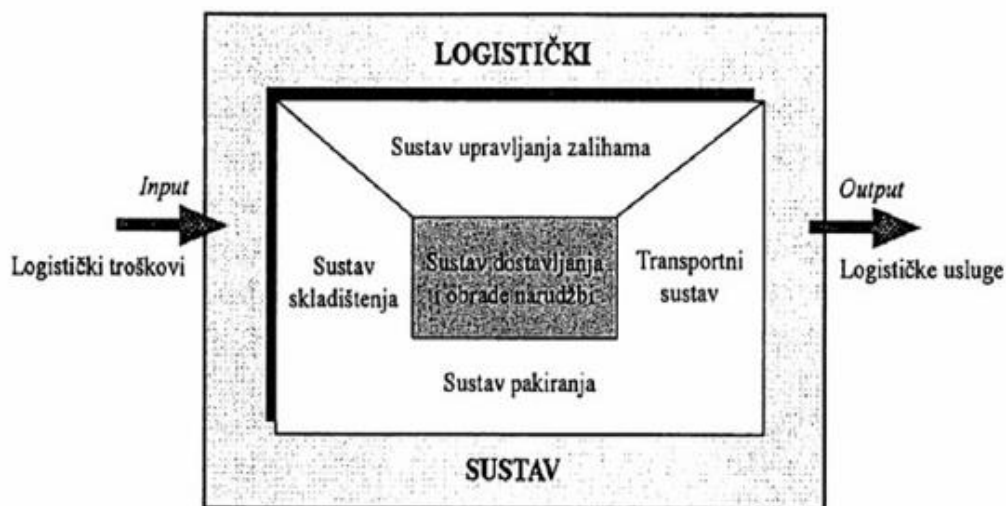
Logistički sustav jest skup svih aktivnosti usmjerenih na podršku glavnom procesu. Sastoji se od podsustava logistike nabave, intralogistike, logistike distribucije, posljeprodajne te rasterećujuće logistike. Uz nabrojane podsustave, logistički sustav objedinjuje i principe rada i obavljanja logističkih aktivnosti unutar određene djelatnosti. U širem smislu logistički sustav jest sustav upravljanja logističkim aktivnostima, podsustavima te procesima.

Logistički procesi/čimbenici

Logistički procesi odnose se na obavljanje temeljnih logističkih aktivnosti u svrhu pružanja podrške glavnoj djelatnosti. Dakle, u logističke procese i čimbenike ubrajaju se aktivnosti prostorno-vremenske transformacije dobara te nositelji procesa u koje spadaju:

1. Transport
2. Skladištenje
3. Komisioniranje
4. Upravljanje zalihama
5. Distribucija
6. Nabava
7. Manipulacija robom
8. Komunikacija
9. Upravljanje informacijama
10. Kontrola
11. Integracija
12. Čimbenik – čovjek

Logistički sustav jednog poduzeća u svojoj cjelosti proteže se kroz svaki korak proizvodnje glavnog proizvoda te upravljanja opskrbnim lancem kao temeljem uspješnog proizvodnog procesa. Od logistike nabave sirovina, upravljanjem zalihama repormaterijala, poluproizvoda te gotovih proizvoda, do organizacije distribucije i dopreme kupcu, logisitika nosi neke od glavnih zadaća u poslovanju modernog poduzeća. [2]

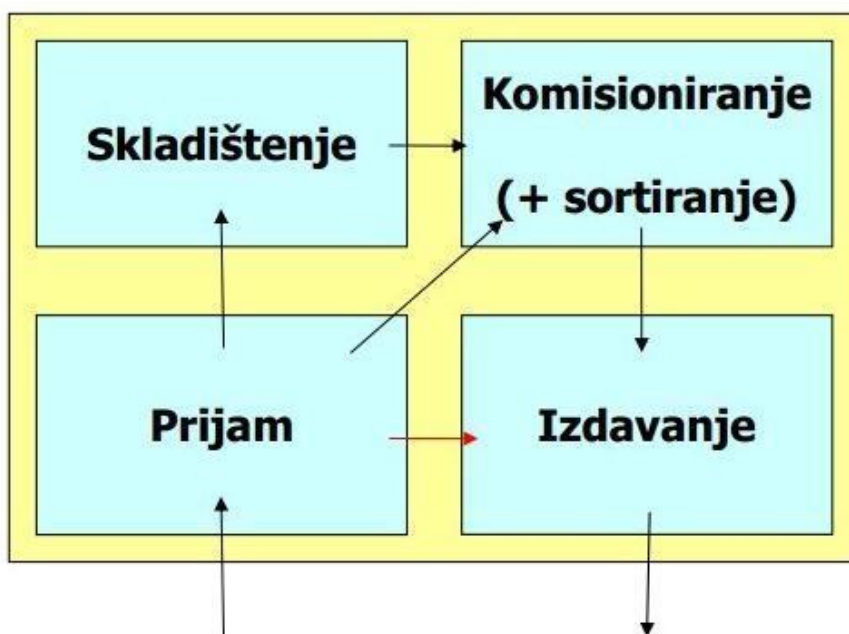


Slika 2.1. – Shematski prikaz logističkog sustava

2.2. Skladišne zone i potprocesi

Radi učinkovite realizacije skladišnih aktivnosti važno je kvalitetno organizirati te podjeliti segmente skladišnog poslovanja. Iz navedenog razloga, skladišta se dijele na zone ovisno o aktivnostima i procesima koje se u njima odvijaju radi jasnog definiranja slijeda koraka obavljanja skladištenja robe.

1. **Prijemna zona** – prijemna zona jest prva zona u koju roba ulazi odmah po istovaru, nakon čega se obavlja kontrola robe te usmjeravanja u skladišnu zonu
 2. **Skladišna zona** – centralna zona skladišta u kojoj se odvija uskladištenje te čuvanje robe. Skladišna zona ima ulaze i izlaze između kojih se nalaze prolazi za kretanje te sredstava za skladištenje.
 3. **Zona komisioniranja** – zona komisioniranja služi za konsolidaciju te raspodjelu robe koja je izuzeta iz skladišne zone. Po prikupljanju robe, ona se raspoređuje u razdvojene cijeline ovisno o uvjetima otpreme.
 4. **Zona sortiranja i pakiranja** – po preuzimanju robe iz zone komisioniranja roba se sortira prema pošiljkama te se pakira i priprema za otpremu.
 5. **Predajna zona** – u predajnoj zoni nalaze se ukrajne rampe preko kojih se, nakon evidentiranja izuzeta roba predaje u transport.
 6. **Cross-docking zona** – pretovarni terminal u kojem se roba ne zadržava te koji služi za grupiranje ili razbijanje tereta u veće ili manje jedinice nakon čega sljedi preusmjeravanje robe na prijevoz ili u neku drugu skladišnu zonu.
- [1]



Slika 2.2. – Skladišni potprocesi po zonama [14]

Skladišni potprocesi

Sagledavajući kompletnu djelatnost upravljanja skladištem uočavaju se mnogi procesi od kojih postoje četiri glavna potprocesa koji su nositelji skladišnog poslovanja. Nasljedno na glavne skladišne zone

1. **Prijem** - skladišni proces prijema robe odnosi se na postupak zaprimanja robe, konsolidacijom te kontrolom zaprimljene robe te njenim daljnim prosljeđivanjem na određene skladišne lokacije.
2. **Uskladištenje** – postupak uskladištenja obuhvaća preuzimanje robe nakon njenog zaprimanja te odlaganje na skladišne lokacije. Uskladištenje se obavlja ručno ili pomoću transportnih sredstava.
3. **Komisioniranje** – postupak lociranja te izuzimanja robe sa njenih skladišnih lokacija. Komisioniranje je skladišni potproces koji „konzumira“ najviše vremena te ljudskog rada u skladištu te ga je iznimno važno dobro organizirati kako bi se maksimalno smanjilo potrebno vrijeme za njegovo obavljanje. Komisioniranje se prema načinu obavljanja dijeli na dva načela: „čovjek robi“ te „roba čovjeku“. Princip komisioniranja „čovjek robi“ odnosi se na način komisioniranja u kojem komisioner odlazi ka skladišnoj lokaciji robe te ju izuzima dok se po principu „roba čovjeku“ komisioniranje organizira na način da se roba „dopremi“ ka komisioneru pomoću vozila ili trakastih konvejera. Prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima sa skladišnih lokacija komisioniranje se dijeli na komisioniranje pojedinačnih jedinica robe, kutija te paleta.
4. **Izdavanje** – izdavanje robe obavlja se u predajnoj zoni. U proces izdavanja spadaju aktivnosti grupiranja ili razdvajanja jedinica robe ovisno o zaprimljenim zahtjevima kupca, nakon čega sljedi kontrola kvantitete i kvalitete robe po čemu se ona pakira te izdaje kupcu ili distributeru. [1]

2.3. Vrste skladišta

Uzevši u obzir raspon vrsta djelatnosti koje se obavljaju u gospodarstvu i industriji, lako se zamjećuje kako se na tržištu nalazi veliki broj raznih vrsta proizvoda i uluga. Logistika kao podrška glavnom procesu ima za zadatak osigurati nesmetano poslovanje, kako nabavom, transportom tako i skladištenjem.

Skladištenje se, kao i svi ostali segmenti logistike kao djelatnosti, razvija velikom brzinom te se, ovisno o potrebi razvijaju i izrađuju razni skladišni objekti te principi obavljanja skladišnih aktivnosti. Mnogi su kriteriji po kojima se može izvršiti podjela skladišnih objekata i načina izvođenja skladišnih procesa.

Skladišta se mogu podijeliti prema:

1. **Vrsti i značajkama materijala koji se skладиšte** – s obzirom na vrstu materijala postoje skladišta alata, sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda. Prema kemijskim, fizikalnim i ostalim svojstvima robe skladišta se mogu podijeliti na pokvarljive i nepokvarljive robe, te na skladišta zapaljive, eksplozivne te radioaktivne robe. Također, prema vrsti i značajkama materijala postoji podjela na skladišta za komadni, rasuti, tekući ili plinoviti materijal.
2. **Stupnju razvoja skladišta** – podjela prema stupnju razvoja skladišta temelji se na razini modernizacije skladišne opreme i načina obavljanja skladištenja. Stupanj razvijenosti skladišta često ovisi o obujmu i zahtjevnosti, te isplativosti obavljanja skladištenja s obzirom na visoke financijske zahtjeve koje razvoj i unaprijeđivanje skladišta zahtjeva. Prema stupnju razvoja, skladišta se dijele na ručna, polumehanizirana, mehanizirana, dijelomično te potpuno automatizirana i na koncu, skladišta mogu biti robotizirana.
3. **Strategiji odlaganja materijala** – način odlaganja materijala u skladištu ovisi o načinu organizacije skladišnog posla (first in-first out ili first in-last out), značajkama materijala te razini dinamičnosti kojom se odvija tok robe kroz skladište. S obzirom na strategiju odlaganja robe, skladišta se dijele na ona sa unaprijed određenim strogo definiranim rasporedom odlaganja i skladišta sa slobodnim rasporedom odlaganja u kojima se roba odlaže na bilo koje skladišne lokacije koje su u datom trenutku slobodne. Osim odabira lokacija za odlaganje, podjela se vrši i prema načinu slaganja robe na odlaganje u redove i odlaganje u blokove.
4. **Značajkama građevinskog objekta** – postoje otvorena, zatvorena, natkrivena, podozemna, prizemna te katna skladišta.
5. **Tehnologiji i sredstvima skladištenja** – prema tehnologiji skladištenja, skladišta se dijele na podna, regalna i visokoregalna. Odabir tehnologije skladištenja uvelike ovisi o količini te masivnosti robe koja se u skladištu čuva. Roba manjih dimenzija koja se javlja u velikim količinama, ukoliko se pravilno pakira i skladišti pogodna je za regalna i visokoregalna skladišta koja omogućuju iskorištavanje skladišnog prostora u visinu, dok se glomazna roba, kojom je zahtjevno manipulirati uglavnom odlaže na pod. [1]



Slika 2.3 – podno skladište Volvo automobila [19]



Slika 2.4.– visokoregalno skladište [5]

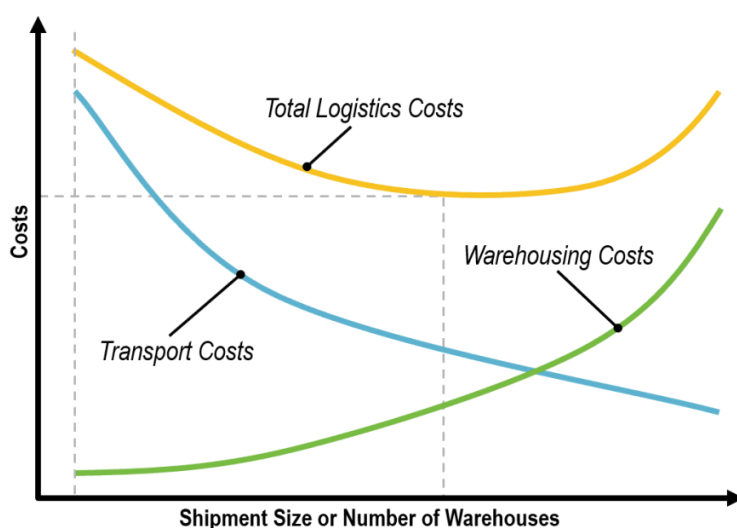
2.4. Prednosti i nedostaci skladištenja

Prednosti primjene skladištenja u poslovanju

Prednost skladištenja jest to što ono omogućuje odgovaranje na kompleksne zahtjeve globalnog tržišta. Pretpostavku da je poduzeće spremno količinom gotovih proizvoda u svojoj ponudi zadovoljiti potražnju na tržištu, gotovo da nije moguće ispuniti bez kvalitetnog organiziranog skladištenja gotovih proizvoda. Skladištenje omogućava poduzeću odlaganje i čuvanje gotovih proizvoda kako bi ono moglo u datom trenutku odgovoriti na povećan ili smanjen opseg prodaje, dok skladištenje sirovina i repromaterijala daje sigurnost u slučaju kašnjenja dobavljača ili eventualnog nedostatka sirovine. Osim osiguravanja od nestanka sirovine, poduzeća sa velikim skladišnim kapacitetima imaju mogućnost nabavke većih količina sirovine što u praksi znači ostvarivanje niže jedinične cijene robe. Skladištenjem alata te rezervnih dijelova strojeva poduzeće može osigurati kontinuiran rad svojih pogona u slučaju kvarova koji, ukoliko se pojave se mogu lako sanirati s obzirom na dostupnost alata i dijelova.

Nedostaci primjene skladištenja u poslovanju

Svako mirovanje robe ne dodaje nikakvu novu vrijednost. Skladištenje, usprkos mnogim benefitima koje donosi, sagledano iz kuta dodavanja novih vrijednosti proizvodu, nije ništa nego trošak. Ukoliko se dogodi da proizvodu istekne rok ili dođe do zasićenja tržišta sa istovrsnim proizvodima, svaki dan kojeg je taj proizvod proveo u skladištu postaje čisti trošak koji se zbraja sa troškom sirovine i izrade. [1]



Graf 3.1. – pregled logističkih troškova prema veličini isporuke ili broju skladišta [14]

Iščitavanjem priloženog grafa dolazi se do zaključka kako transportni troškovi koji u praksi obuhvaćaju najveći postotak ukupnih logističkih troškova, padaju rastom veličine pošiljke i broja skladišta, dok skladišni troškovi koji u praksi iznose 20 – 30% ukupnih logističkih troškova uz isti preduvjet rastu. U modernim pristupima poslovanju nastoji se eliminirati potreba za skladištenjem te se pokušava implementirati Just-in time princip proizvodnje po zaprimanju narudžbe kako bi proizvod odmah nakon napuštanja proizvodnje bio predan kupcu bez stvaranja troškova skladištenja i propadanja proizvoda.

2.5. Skladišne komponente

Skladišni sustav osim samih objekata odnosno skladišnih zgrada, sastoji se i od mnogih komponenata. Osim samih skladišnih objekata, skladišni sustav sastoji se od sredstava za skladištenje, sredstava za odlaganje te transportnih sredstava i pomoćne opreme.

2.5.1. Sredstva za odlaganje

Sredstva za odlaganje tereta služe za olikovanje jediničnih tereta koji čine cijelinu kojom se rukuje jednim zahtavom i olakša je se na jedno skladišnu lokaciju. Oblikovanje jediničnih tereta smanjuje troškove te olakšava rukovanje teretom i omogućava automatizaciju tokova materijala. Sredstva za odlaganja koja se najčešće pojavljuju u praksi su palete, kavezi, sanduci, košare te kutije. [1]

Palete

Palete su se pojavile krajem prve polovice dvadesetog stoljeće te su danas najzastupljenije sredstvo za odlaganje. U široj upotrebi više je vrsta paleta, razlikuju se uglavnom prema dimenzijama te vrsti materijala od kojih su izrađene. Najzastupljeniji materijal od kojega se palete proizvode jest drvo koje omogućuje popravak, tiskanje te jednostavno uklanjanje naljepnica sa i na palete te je trošak izrade drvene palete jeftiniji nego trošak izrade plastične ili metalne palete. Plastične i metalne palete, za razliku od drvenih pružaju veću nosivost, lakše održavanje, dugotrajnije su i lakše se čiste te ne apsorbiraju vlagu ali su skuplje te za njih ne postoje univerzalni standardi i prilagodbe. [1]



Slika 2.5.1. euro paleta [22]

„Slika 4.1.“ prikazuje EURO paletu standardiziranu od strane Europske asocijacije paleta – European Pallet Association (EPAL). Standardizirane EURO palete dimenzija su 1200 mm x 800 mm x 144 mm, teške su 25 kilograma te preporučene nosivosti do 1500 kilograma.

2.5.2. Transportna sredstva

Transportna sredstva iznimno su važna komponenta skaldišnog sustava s obzirom na mjeru u kojoj ubrzavaju i olakšavaju skaldišno poslovanje. Bez upotrebe transportnih sredstava velika skladišta bila bi gotovo nefunkcionalna i zasigurno neisplativa. Podjela transportnih sredstava za rad u skladištu vrši se prema vrsti materijala koju prevoze (sipki i komadni materijal), postojanosti toka materijala (prekidini i neprekidni tok materijala), tehnologiji skaldištenja (podno i regalno), zadaći u skladišnom procesu (izravno skaldištenje, ulazno-izlazne operacije i komisioniranje) te prema vrsti pogona i stupnju automatizacije.

Transportna sredstva za rad u skladištu najčešće se nalaze u sljedećim izvedbama: vozila, granici, transportna sredstva za neprekidan tok materijala i automatizirana transportna sredstva.

Vozila

Glavna podjela vozila u skladištu jest ona na ručna i motorna. Ručna vozila nisu opremljena motorima za samostalno kretanje već zahtjevaju ljudsku energiju. U ručna vozila spadaju kolica te ručni viličari.

Motorna vozila najrasprostranjenija su transportna sredstva za rad u skladištu. Viličari prednjače u stupnju upotrebe u skladištima diljem svijeta kao najzastupljenija transportna vozila u široj upotrebi, pripadaju grupi podnih vozila i koriste se za uskladištenje/iskladištenje, prijevoz te pretovar tereta. Viličari se dijele prema vrsti pogona, broju kotača, potrebnoj širini za prolaz, izvedbi jarbola i položaju vilica, težištu tereta te izvedbi.

Prema izvedbi viličari se dijele na čeone, bočne, viličare sa zakretnim vilicama, skaldišne, portalne,regalne i visokoregalne, niskopodizne te viličare za komisioniranje. [1]

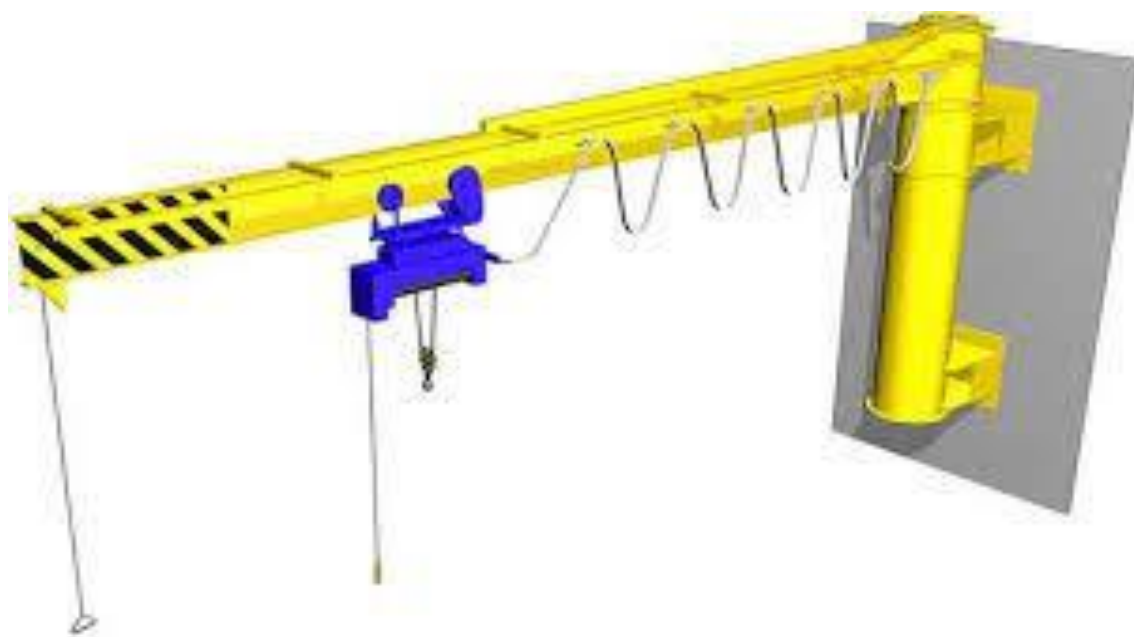


Slika 2.5.2. – čeoni viličar [16]

Na „Slika 4.2.“ je prikazan čeoni viličar. Također nazivan i standardni, čeoni viličar ima četiri kotača sa zakretnom zadnjom osovinom, uglavnom posjeduje motor sa unutarnjim izgaranjem te vilice prilagođene za rukovanje EURO paletama.

Granici

Granici predstavljaju posebna skaldišna transportna sredstva koja se javljaju u skladištima višeg stupnja automatizacije, sadrže dio nepokretne konstrukcije sa pokretnim djelovima za prijevoz tereta. Portalni, mosni te konzolni granici koriste se za manipulaciju robom dok se granik slagač može koristiti i za ostale aktivnosti poput komisioniranja. [1]



Slika 2.5.3. – konzolni granik [1]

Transportna sredstva za neprekidan tok materijala

Transportna sredstva za neprekidan tok materijala su konvejeri odnosno pokretne trake, koriste se u velikim skladištima za prijevoz manjeg, sitnog tereta i omogućuju kontinuiran protok materijala u skladištu bez potrebe za zaustavljanjem. Pogodna su za implementaciju u skladištima sa visokim obrtajem robe koja brzo napušta skladišni objekt. Najčešće se koriste u distribucijskim skladištima za prijevoz pošiljaka no primjenu imaju i u proizvodnim skladištima za prijevoz manjih dijelova proizvoda u izradi. Najpoznatije izvedbe transportnih sredstava za neprekidan tok materijala su trakasti, valjčani, lančani, ovjesni te pužni konvejer. [1]



Slika 2.5.4. Valjčani konvejer u sklađištu Amazona [17]



Slika 2.5.5. Pokretna traka u sabirnom centru Hrvatske Pošte [18]

2.6. Sredstva za skladištenje

Sredstva za skladište jedna su od ključnih komponenti skladišnog sustava. Podjela skladišta s obzirom na sredstva za skladištenje jest podjela na podna i regalna skladišta. Svrha investiranja u sredstva za skladištenje je maksimalizacija iskoristivosti dostupnog skladišnog kapaciteta.

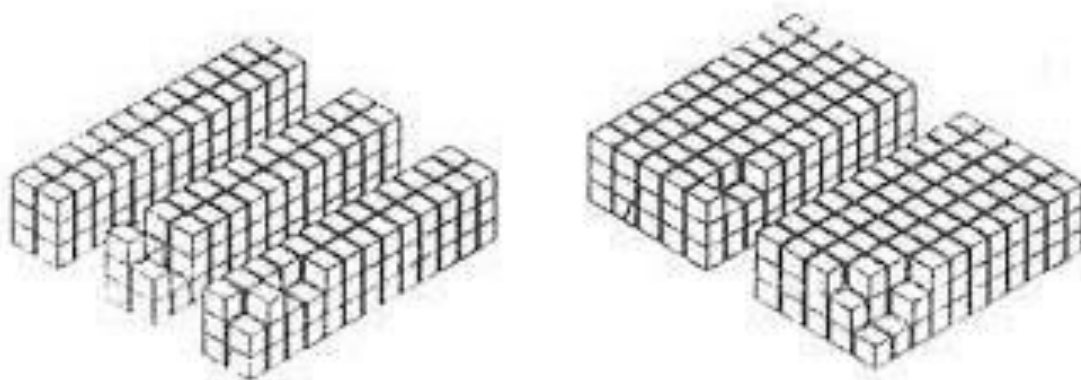
2.6.1. Sustav sa podnim skladištenjem

Sustav sa podnim skladištenjem oslanja se na odlaganje materijala na pod, bez primjene regala. Podna skladišta pogodna su za odlaganje sipkog te glomaznog materijala. Glavna prednost podnog skladištenja jest smanjena investicija s obzirom na nedostatak regala i ostalog dijela opreme koja je u regalnim i visokoregalnim skladištima neophodna, dok je nedostatak podnih skladišta neiskorištenost skladišnih kapaciteta, poglavito u visinu.

Sipki materijal se može slobodno nasipavati ili gomilati ukoliko se unutar jednog objekta skladišti više različitih sipkih materijala. Komadni materijal može se odlagati u slobodnom rasporedu, u blokove ili u redove. Iznimno je važno osigurati izravan zahvat jedinice tereta sa transportnim sredstvima kako bi se izbjegao gubitak vremena na dodatno podizanje i manipulaciju robom koja je odložena na pod.

Obilježje podnog skladištenja u blokove jest naslagivanje materijala i jediničnih tereta jednih na druge, obično dvije do tri palete u visinu. Odlaganje jediničnih tereta u blokove pogodno je kod skladištenja materijala sa visokim koeficijentom obrtaja, te kod skladištenja istovrsnih materijala.

Podno skladištenje u redove pogono je u slučaju odlaganja veće količine različitog asortimana. Odlaganjem robe u redove omogućen je pristup svakoj jedinici skladištenja no iziskuje više skladišnog prostora predviđenog za kretanje kroz redove. [1]



Slika 2.6.1. – shematski prikaz podnog skladištenja u redove i blokove [1]

2.6.2. Regalna skladišta

Najčešća izvedba skladišta s obzirom na sredstva za skladištenje su regalna skladišta. Glavno njihovo obilježje jest opremljenost paletnim regalima za uskladištenje jediničnih tereta odloženih na paletama. Paletni regali mogu biti različiti, ovisno o namjeni, dimenzijama, principu skladištenja i stupnju automatizacije. U najširoj upotrebi danas su klasični paletni regali.

Klasični paletni regali

Klasični paletni regali infrastrukturni su dio skladišnog sustava koji služi za odlaganje tereta na paletama i najčešća su korištena izvedba kod skladištenja raznovrsnog asortimana. Za odlaganje materijala u klasične paletne regale neophodna je upotreba palete kao sredstva za odlaganje te viličara ili specializirane regalne opreme. Klasični paletni regal sastoji se od vertikalnih nosača koji predstavljaju regalne stranice te od nosača paleta odnosno horizontalne grede. Uobičajno, paletni regali postavljaju se u redove sa odlaganjem jedne palete po dubini. [1]



Slika 2.6.2. – Klasični paletni regali [19]

„Slika 5.2.“ prikazuje klasične paletne regale koji se mogu primijeniti u gotovo svim izvedbama i veličinama skladišta te je njihova primjena moguća u svim industrijama. Najveće prednosti paletnih regala su dostupnost svim skladišnim jedinicama, mogućnost prilagodbe širokom spektru težina i oblika jedinica skladištenja, lako se nadograđuju ili skraćuju dodavanjem te skidanjem redova, visoka razina fleksibilnosti te standardizacije i ustaljenosti u idnustriji. Nosivost prosječnog paletnog regala je između 2500 kg i 4500 kg.

Paletni regali dvostruke dubine

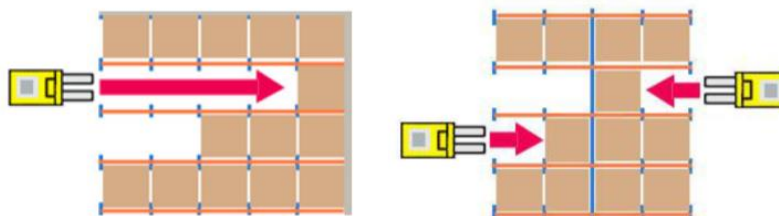
Paletni regali dvostruke dubine predstavljaju nadograđenu izvedbu klasičnih paletnih regala s obzirom na kapacitet uskladištenja sa mogućnosti odlaganja dvije jedinice skladištenja po dubini. Ovakva izvedba neomogućava FI-FO (first in-first out) princip skladištenja ali je pogodna za uskladištenje istovrsne robe s obzirom da nije moguć pristup svakoj skladišnoj lokaciji ukoliko je regal napunjen. Prednost paletnih regala dvostruke dubine jest bolja iskoristivost skladišnog kapaciteta u odnosu na klasične paletne regale. Odlaganje paleta po dubini zahtjeva regalni viličar dvostruke dubine. [1]



Slika 2.6.3. paletni regali dvostruke dubine [20]

Prolazni regali

Prolazni regali sastoje se od lokacija za odlaganje tereta postavljenim po dubini sa razmakom između stranica dovoljnim za ulaz viličara. Obično se u jednom regalu nalazi 8-10 lokacija za odlaganje EURO paleta, sa iskoristivosti skladišne površine od 75%. Prolazni regali izvrstan su izbor u duguljastim skladištima velike količine istovrsne robe odložene na palete i te u sanduke, u kojima se radi po principu LIFO (last in-first out), s obzirom da jedinice skladištenja koje se nalaze iza prva skladišne jedinice ukoliko su regali sa jednim ulazom nisu dostupne tako dugo dok se prva paleta u nizu ne pomakne. Dakle, da bi prolazni regali bili učinkviti u njih je potrebno odlagati istovrsnu robu. Prolazni regali sastoje se od jednostavne konstrukcije sa međusobno povezanim vertikalnim stupovima na kojima se nalaze nosači za odlaganje paleta i sanduka. [1]



Slika 2.6.4. – izvedbe prolaznih regali [1]

„Slika 5.4.“ prikazuje dvije izvedbe prolaznih regala – regali sa ulazom sa jedne (eng. drive in) te dviju strana (eng. drive through). Prolazni regali sa ulazom sa jedne strane, ukoliko se u njih odlaže istovrsna roba omogućuju bolju iskoristivost skaldišnog prostora po dubini s obzirom da ne zahtjevaju prolaze za viličare među regalima i iza regala. Navedena izvedba jedna je od najučinkovitijih izvedbi skaldišta istovrsne robe kada je u pitanju iskorištenost skladišnog kapaciteta uzevši u obzir kako investicija nabavke ovih sustava nije velika u usporedbi sa ostalim, sofisticiranijim sustavima. Prolazni regali sa ulazom sa dvije strane omogućuju lakši pristup i dohvaćanje robe robe. Ulazom sa stražnje strane regala otvara se mogućnost dohvaćanje robe bez izuzimanja jedinica skaldištenja sa početka regala. Najznačajnija prednost prolaznog regala sa ulazom na obje u odnosu na onaj sa ulazom jednu stranu jest mogućnost neometanog skaldištanja minimalno dvije vrste robe.

Protočni regali

Protočni regali mehanizirana su inačica klasičnih i prolaznih regala. Postoje dvije izvedbe, sa voznom stazom bez pogona koja koristi silu težu kao silu pokretanja te sa voznom stazom sa pogonom. Izvedba sa voznom stazom zahtjeva kut nagiba od 1% do 5%, dok se vozna staza sa pogonom može postaviti vodoravno i u prosjeku postiže brzinu od 0,3 m/s. Implementacijom protočnih regala sa voznom stazom ostvaruje se dinamično skladištenje jedinica skladištenja, dakle obilježava ga kretanje materijala bez manipulacije vozilom ili od strane čovjeka. Ukladištenje robe u protočne regale obavlja se po FIFO (first in-first out) principu te je pogodno za odlaganje istovrsnog komadnog tereta u velikim količinama. Prosječna iskoristivost skaldišne površine koja se ostvaruje upotrebom protočnih regala jest 75% a popunjenost skaldišnih lokacija oko 70%.

Jedna od izvedbi protočnih regala su protočni regali s guranjem. Opremljeni su voznim stazama na konvejerima ili kotačićima nagnutima pod određenim kutem kako bi sila teža privukla jedinice skaldištenja ka početku staze. Protočni regali s guranjem omogućuju skladištenje isključivo po principu LIFO (last in – first out) s obzirom da odlaganje palete onemogućuje pristup onoj koja se nalazi iza nje. Protočni regali s guranjem občno sadrže dvije do pet lokacija za odlaganje te omogućuju dobru iskoristivost skaldišne površine s obzirom da ne zahtjevaju prolaze između i iza regala. [1]



Slika 2.6.5. – Protočni paletni regal s guranjem [1]

Prijevozni regali

Prijevozni regali predstavljaju izvedbu paletnih regala u kojoj se regali postavljaju na pokretna posotolja koja se kreću po fiksno postavljenim tračnicama na podu. Ova izvedba regala oprema se sa elektromotorom te elementima za guranje i povlačenje. Dakle, prijevozni regali kreću se po tračnicama te tako zatvaraju ili otvaraju prolaze za viličar. Zbijajući regale zatvaraju se prolazi te se na taj način iskorištava skaldišni prostor, protočni regali smatraju se sredstvom za skladištenje visoke gustoće. Uglavnom se koriste za odlaganje raznovrsnog komadnog materijala koji nema visok stupanj protočnosti uzevši u obzir kako je potrebno više vremena za pristup skladišnim lokacijama. Prijevozni regali javljau se u dvije varijante. U prvoj varijanti regali se pomiču paralelno dok se u drugoj varijanti pomiču poprečno na glavni prolaz. [1]

AS/RS – Automated storage/retrieval system

Automatizirani sustavi za odlaganje/izuzimanje jedinica skaldištenja naziv je za računalno upravljane sustave opremljene sa mehanizmom koji zamjenjuje ljudski rad. AS/RS je regalni sustav u kojem svaki red posjeduje jedinicu za obavljanje uskladištenja/iskladištenja koja se može kretati horizontalno i vertikalno. Osim obavljanja odlaganja i izuzimanja, AS/RS sustavi obavljaju i zadatke komisioniranja. Navedeni sustavi prvi su se put pojavili ranih šezdesetih godina prošlog stoljeća u Njemčkoj, dok se u široj upotrebi javljaju od devedestih godina. Osnovne komponente AS/RS sustava su dizalica/vozilo, regali, pretovarno mjesto sa konvejerima te protupožarni sustav.

Prednosti implementacije AS/RS sustava su povećana iskoristivost skaldišne površine, povećana kontrola zaliha, povećana efikasnost i točnost uskladištenja/iskladištenja, smanjen trošak ljudskog rada te trošak vozila, povećana sigurnost na radu i zaštita robe. Nedostatci su visoki invessticijski troškovi, skuplje održavanje i nesposobnost prilagodbe na razne zahtjeve.

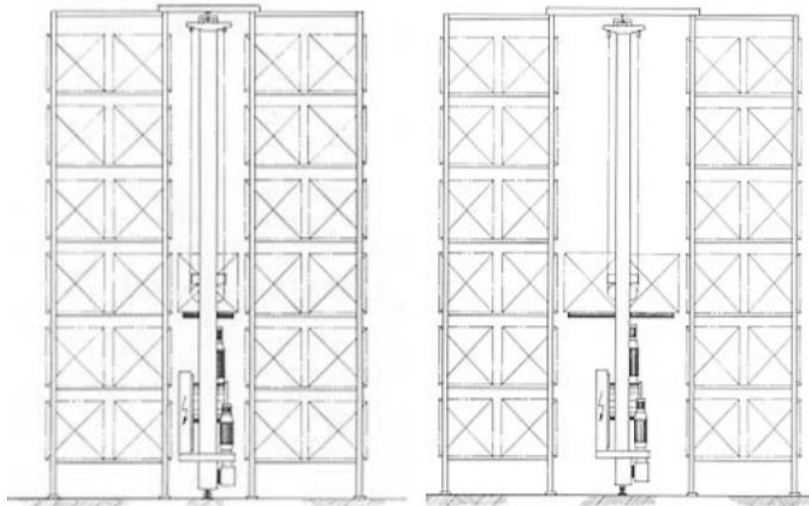
UNIT-LOAD AS/RS

Automatizirana izvedba sustava za rukovanje te odlaganje/izuzimanje težih tereta, težih i od 500 kilograma. Teret se prije manipulacije odlaže na standardizirane palete ili sanduke paletnih dimenzija. Sustavi su također, računalno upravljani opremljeni sa S/R strojem (eng.Storage/Retrieval machine) ili dizalicom. S/R dizalice kreću se horizontalno brzinom 2,5 do 3 m/s i vertikalno brzinom do 1 m/s. [1]



Slika 2.6.6. – UNIT-LOAD AS/RS [10]

Dvije su glavne varijacije postavljanja i organizacije rada UNIT-LOAD AS/RS-a. Postavljanje sustava sa prolazom širine jedne palete sa S/R dizalicom sposobnom za uskladištenje/iskladištenje samo jedne palete te varijacija sa prolazom širine dvije palete i S/R dizalicom koja manipulira sa dvije palete u istom trenutku. Kod potonje varijacije ostvaruje se mogućnost odlaganja/izuzimanja dvije paletne jedinice u datom trenutku, dakle postiže se dvostruko veći broj obavljenih uskladištenja/iskladištenja. Razlika je u izvedbi S/R dizalice, koja osim spomenutih varijacija može biti opremljena i sa jednim ili više shuttle vozila za obavljanje odlaganja/izuzimanja po dubini regala. [1]



Slika 2.6.7. – Varijacije UNIT-LOAD AS/RS

„Slika 6.2.“ prikazuje navedene najčešće varijacije izvedbe UNIT-LOAD AS/RS sustava. Varijacija sa S/R dizalicom koja u jednom trenutku obavlja odlaganje/izuzimanje dvije palete obavlja više zadataka skladištenja no zahtjeva širi prolaz što uskraćuje mogućnost postavljanje još jednog regala i time smanjuje kapacitet skladišta.

2.7. WMS – Warehouse management system

Organizacija skladištenja je, kao i ostale logističke aktivnosti vrlo kompleksan i sveobuhvatan posao. Držanje zaliha ne dodaje vrijednost proizvodu te iz tog razloga predstavlja trošak, koji neučinkovitim skladištenjem raste i opterećuje cjeloukupno poslovanje. Organizacija skladišta može se obavljati i ručno, na papiru, no u svakom datom trenutku mogu se dogoditi neočekivane situacije kojima se teško prilagoditi može sustav koji je složen ručno. Usljed razvoja tehnologije otvorile su se mogućnosti za upotrebom računalnih aplikacija u organizaciji skladištenja.

WMS – sustav za upravljanje skladištem je računalni program koji se koristi za pružanje podrške, optimizaciju i organizaciju skladišnog poslovanja. WMS se može sastojati od više komponenti kao što su software, hardware, identifikacijski podsustav te komunikacijsku podsustav, no software odnosno računalna aplikacija predstavlja glavnu komponentu. Glavne aktivnosti koje WMS obavlja su kontrola zaliha, kontrola uskladištenja te kretanja robe i ljudi. [1]

Istaknute značajke WMS-a: upravljanje odlaganjem/izuzimanjem robe te skladišnim kapacitetom, automatska identifikacija robe i skladišnih lokacija, organizacija komisioniranja, plainranje utovara/istovara, dodjela skladišnih lokacija, optimizacija operacija pomoću algoritma, izrada ABC analize te izvješćivanje, jasnija organizacija skladišnog poslovanja, dodjela zadatka zaposlenicima, slanje upozorenja osoblju u slučaju nastanka propusta, obavješćavanje osoblja o niskim razinama zaliha itd. WMS, ovisno o stupnju razvijenosti i opremljenosti omogućava potpunu automatizaciju skladišnog poslovanja. Dodjeljivanje nazivlja i obilježja robi na skladištu, te identificiranje skladišne lokacije, WMS u svojim raznim izvedbama omogućava automatizirano sukladištenje/iskladištenje robe pomoću autonomnih vozila ili komisioniranje pomoću uređaja poput čitača bar-kodova, pametnih naljepnica i radiofrekvencija te posebnih naočala i slušalica za vizualnu i audio identifikaciju robe i skladišnih lokacija te komunikaciju sa sustavom.

Osim navedenih značajki, kao glavnih funkcija, WMS nudi puno drugih mogućnosti poput izračuna statistike određenih segmenata poslovanja, davanje izvješća o produktivnosti te integracija. Također, WMS nudi mogućnost integracije skladišnih aktivnosti u cijelinu, no omogućava i integraciju i promet informacijama među svim logističkim aktivnosti i segmentima poslovanja.

Mnogo je benefita koje donosi implementacija i upotreba WMS-a poput mogućnosti smanjenja zaliha te smanjenje troškova rukovanja materijala, bolja iskoristivost skladišnog kapaciteta, brža isporuka robe i povećanje točnosti. Osim poboljšanja skladišnog poslovanja, WMS može biti od izrazite koristi i menadžerima skladišta ali i cijelog poduzeća. Isčitavanjem i analizom statistike i izvješća poput obrtaja zaliha i vrijednostima robe na zalihama koja ima najveći ili najmanji koeficijent obrtaja dolazi se do iznimno važnih zaključaka koji u konačnici mogu utjecati na proizvodnju proizvoda pa čak i strategiju poslovanja poduzeća te odrediti način na koje se ono ponaša na tržištu.

Material 1

Inventory Management Form

Thursday, July 02, 2015
3:23:30 PM

Add New Material
 View Material Vendor List
 Add New Material PO

Material ID:

Material Name:

Material Description:

Category ID:

Serial Number:

Unit Price:

Please fill out the yellow area, we will calculate the EOQ for you.

Discontinued:

Lead Time: (Days)

Annual Order Quantity:

Annual Working Day:

EOQ Reorder Point:

Units On Order:

Units Received:

Transfer to Products:

Total Inventory:

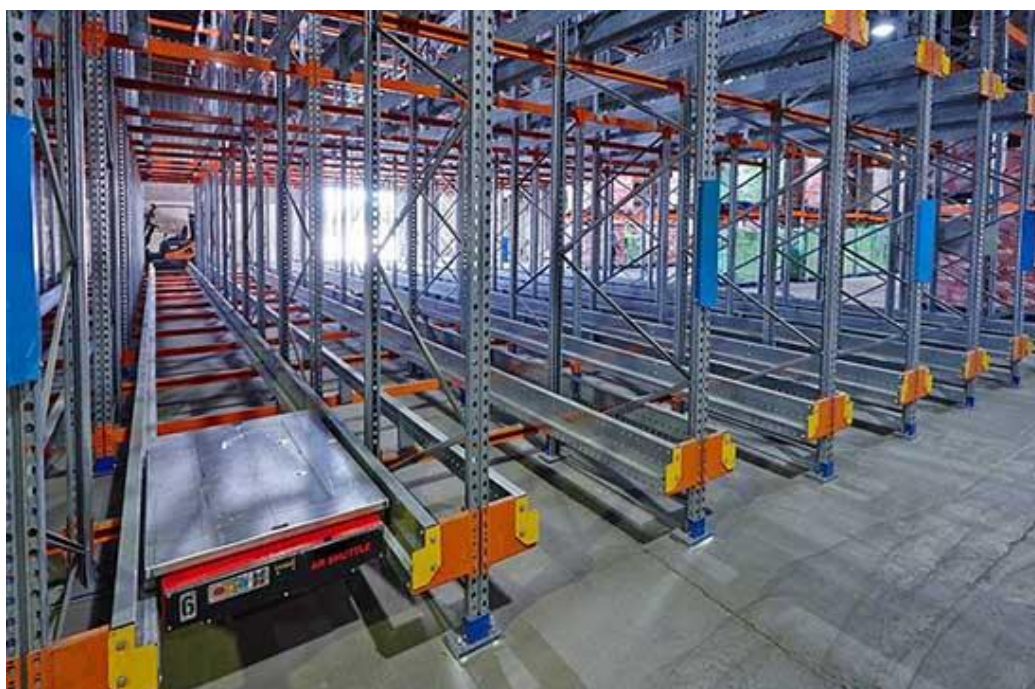
| Transaction | Material ID | Transaction Description | Unit Price | Units Order | Units Transfer | Units Receive |
|-------------|--------------|-------------------------|------------|-------------|----------------|---------------|
| 9/28/2012 | Material 1 | | \$15.00 | 150 | | 150 |
| 9/28/2012 | Material 1 | | | | 60 | |
| * | Material 1 | | | | | |
| | Total | | | 150 | 60 | |

Slika 7.1. – WMS [13]

3. PALETNI SHUTTLE REGALNI SUSTAVI

Paletni Shuttle regalni sustav (eng. Pallet Shuttle Rack System) jest kompaktan poluautomatski sustav za obavljanje odlaganja i izuzimanja jediničnih tereta odloženih na paletama pomoću specijaliziranog automatskog vozila koje se naziva Shuttle. Navedeni sustavi u sve se većoj mjeri koriste u izradama moderniziranih i automatiziranih skladišnih sustava. Osim vozila sustav se sastoji i od specijaliziranih paletnih regala opremljenih sa nosačima za palete te kanalima i tračnicama po kojima se kreće Shuttle vozilo. Sustav se povezuje sa WMS-om koji služi kao upravljač sustava. Pogodan je za implementaciju u skladišnim objektima gotovo svih oblika i veličina. Uzevši u obzir brzinu kojom paletni shuttle sustav obavlja zadatke odlaganja, izuzimanja te komisioniranja robe uviđa se pogodnost za njegovo korištenje u skladištima koje sadrže raznovrstan asortiman robe sa brzim protokom jedinica uskladištenja. Također, sposobnost rada na ekstremnim temperaturama te izuzimanje ljudskog rada iz procesa čini paletne shuttle sustave vrlo pogodnima za korištenje u skladištima prehrambene i lako pokvarljive robe u kojima se moraju zadovoljiti temperaturni i standardi čistoće.

Postoje različite izvedbe paletnih shuttle regalnih sustava. Odabir određene varijante ovisit će o vrsti robe koja se sa njim planira skladištiti, obliku i veličini skladišnog objekta i zahtjevima kupaca. Postupak odabira i imlementacije određene varijante sustava dug je i postepen proces. Prije nabavke sustava poduzeća provode detaljne analize i računalne simulacije kako bi se došlo do optimalnih radnih performansi i ispunjenja očekivanih zahtjeva. [3]



Slika 3.1. Paletni Shuttle regalni sustav [7]

„Slika 8.1.“ prikazuje paletni Shuttle regalni sustav sa svim njegovim komponentama.

3.1. Princip rada

Paletni Shuttle regalni sustavi dizajnirani su za odlaganje/izuzimanje tereta na paleti u specijalizirane regale u koje se roba odlaže po dubini. Shuttle vozilo obavlja uskladištenje/iskladištenje kretajući se po prilagođenim kanalima za pravocrtno horizontalno kretanje. Nakon postavljanja Shuttle vozila u regal, viličarem se regulira razina kojom će se Shuttle vozilo kretati. Potom se na njega pomoću paletnog viličara odlaže paleta sa teretom te od tog trenutka obavljanje uskladištenja postaje potpuno automatizirano. Paletu sa teretom Shuttle prevozi po dubini dok ne dođe do posljednje slobodne lokacije unutar regala ili do posebno određene lokacije na koju ju potom odlaže. Nakon odlaganja tereta na Shuttle vozilo, proces uskladištenja kontrolira operater sa daljinskim upravljačem. Nakon obavljenog odlaganja tereta Shuttle se sam vraća na početnu poziciju na početak regala te je spreman za obavljanje novog uskladištenja. Paletni Shuttle regalni sustavi izvrsna su izvedba regalnog skaldišta kada je u pitanju izuzimanje skladišnih jedinica. Shuttle odlazi do prve palete, podiže ju te prevozi na početak regala gdje se izuzimanje nastavlja sa viličarem. Potupak izuzimanja je vrlo brz u odnosu na ostale izvedbe regalnih sustava te u svakom trenutku osigurava postupak komisioniranja po načelu „roba čovjeku“. Shuttle vozilo zadatke može obavljati u jednostrukom te dvostrukom ciklusu. U jednostrukom ciklusu rada Shuttle se po prikupljanju, prijevozu te odlaganju materijala zaustavlja i čeka novu naredbu. U dvostrukom ciklusu WMS određuje naredni zadataka skupljanja, prijevoza i odlaganaj sljedeće jedinice skladištenja odmah po odlaganju prve. Rad u dvostrukom ciklusu zahtjeva više vremena ali eliminira vrijeme čekanja i praznog hoda. [3]

Shuttle vozilo, kao i cijeli sustav može se upravljati sa daljinskim upravljačem ukoliko operater odluči sam upravljati kretanjem i brzinom Shuttle vozila, ali postoji mogućnost i autonomnog obavljanja uskladištenja radi skraćanja trajanja psotupka. Naprednije izvedbe ovakvih sustava imaju sposobnost povezivanja sa WMS-om, koji nakon što se u njega unesu podaci o robi i skladišnim lokacijama može sam upravljati sa Shuttle vozilom i na taj način autonomno obaviti uskladištenje. WMS šalje informacije o loakciji robe najbližem slobodnom Shuttle vozilu koje dolazi do robe, podiže ju te odvozi do zadane lokacije. Potom, Shuttle se vraća na početak regala ili kreće po novu jedinicu uskladištenja ukoliko WMS pošalje takav nalog. Shuttle vozilo po završetku zadataka šalje povratnu informaciju WMS-u koji bilježi skladišnu transakciju, računa statističku i brojčanu promjenu artikala u skladištu. [3]

Za odlaganje i izuzimanje robe iz regala sustav koristi uređaj za rukovanje teretom (eng. LHD – Load Handling device). Uređaj za rukovanje teretom, po dolasku na biranu skladišnu lokaciju, ovisno o izvedbi podiže ili zahvaća teret te ga potom odlaže sa ili na Shuttle. Takvi uređaji postoje u različitim varijantama ovisno o stupnju sofisticiranosti. U razvijenije izvedbe LHD-a spadaju stezne naprave, uređaji za hvatanje te podizni moduli. Pogon Shuttle vozila obično se oslanja na upotrebu litij-ionskih baterija sa prosječnim radnim ciklusom pune baterija od 12 sati. [3]

Shuttle vozila opremljena su sa brojem senzora za prepoznavanje robe, prepreka i nepravilnosti na putu kojim se kreću. Informacijski i komuniacijski sustavi koje Shuttle vozila posjeduju omogućuju brzu komunikaciju i razmjenu informacija između Shuttle-a i WMS-a u realnom vremenu.

3.2. Prednosti i nedostaci Shuttle regalnih sustava

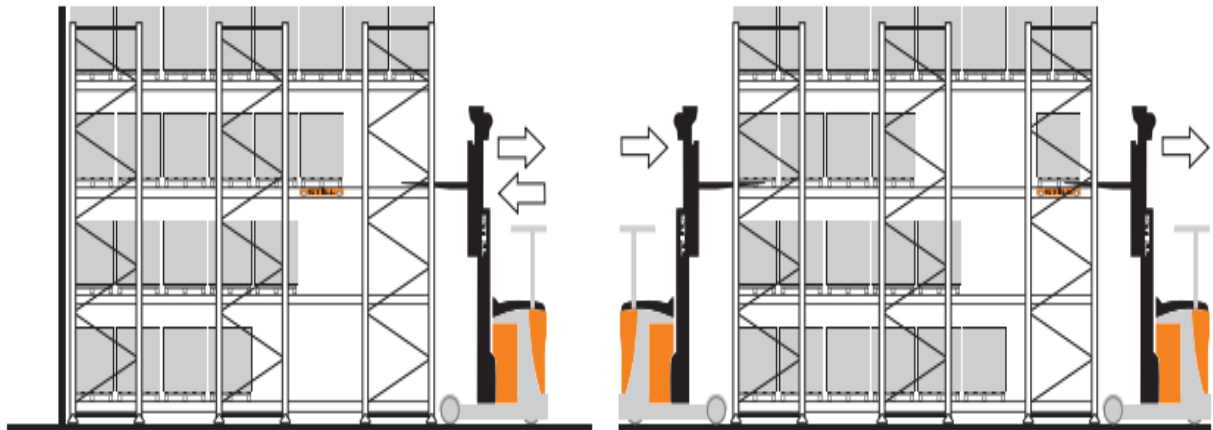
Paletni Shuttle regalni sustavi moderno su polu-automatizirano rješenje za skladištenje materijala. Stupanj razvijenosti ovih sustava osigurava mnoge benefite. S obzirom da se uskladištenje obavlja sa Shuttle vozilima po dubini regala sustav ne zahtjeva ulazak viličara u regal što znatno skraćuje vrijeme potrebno za odlaganje ili izuzimanje jedinice skladištenja. Dok Shuttle vozilo obavlja prijevoz i uskladištenje, viličar je slobodan za obavljanje drugog zadatka. Od trenutka ispuštanja tereta na Shuttle, sustav ne zahtjeva prisutnost i rad čovjeka. Navedeni primjeri pokazuju kako se implementiranjem Shuttle sustava djelomično ili potpuno eliminira potreba za ljudski radom na skladištenju materijala u regale što dovodi do smanjenja troška skladištenja. Shuttle vozila, kretajući se po kanalima u regalu obavljaju zadatke skladištenja u puno kraćem vremenu nego viličari. Jedna od najvećih prednosti paletnih shuttle regalnih sustava jest maksimalizacija iskoristivosti skladišnog kapaciteta. Odlaganje paletnih jedinica po dubini bez viličara omogućuje zbijenost i veliku gustoću regala što eliminira potrebu za prolazima te dodatno pospješuje iskoristivost dostupne skladišne površine. Jednostavnost i fleksibilnost sustava otvaraju mogućnosti ka prilagodbi raznim zahtjevima i neočekivanim situacijama. Kompletan rad sustava nadzire i upravlja WMS, što dovodi do kontinuirane komunikacije između sustava i WMS-a, bilježenja promjena, smanjenja grešaka i povećanja preciznosti u odnosu na čovjeka. Upotrebom lako zamjenjivih litiji-ion baterija eliminira se bučnost i zagađenost zraka u skladištu.

Nedostatak paletnih shuttle sustava jest relativno visoka početna investicija. Shuttle sustavi nisu jeftini te za njihovu nabavu i implementaciju potrebno je puno novaca i vremena za pripremu, analizu i izradu projekta nabave i ugrađivanja. Za upotrebu Shuttle sustava potrebno je posjedovanje WMS-a kao softwera za upravljanje cijelim sustavom. Također, jedan od nedostataka sustava jest upotreba baterija za Shuttle vozila. Baterije koje se uoptrebljavaju su litiji-ionske i ovisno o izvedbi pružaju 8 do 12 sati rada što znači da je neprekidan rad onemogućen. [3]

| | Prolazni regali | Protočni regali | Prijevozni regali | Shuttle sustav |
|----------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| Princip skladištenja | LIFO ili FIFO | LIFO | FIFO | LIFO i FIFO |
| Broj lokacija | Do 8 | Do 6 | Do 20 | Do 40 |
| Viličar | Ulazi u regal | Ne ulazi u regal | Ne ulazi u regal | Ne ulazi u regal |

Tablica 1 – usporedba izvedbi regalnih skladištenja

Iz „Tablice 1.“ uočljive su prednosti Shuttle sustava nad ostalim izvedbama regalnog skladištenja. Za razliku od prolaznih regala ne zahtjeva ulazak viličara u regal, dok u odnosu na sve prikazane izvedbe jedino primjenom Shuttle paletnog sustava moguće je ostaviti i FIFO i LIFO princip odlaganja. Koristeći dugačke regale u koje se roba skladišti po dubini Shuttle sustav ostvaruje veliku prednost nad ostalim izvedbama s obzirom na broj dostupnih skladišnih lokacija i iskoristivost skladišne površine.



Slika 3.2. – Shematski prikaz LIFO i FIFO principa uskladištenja [8]

„Slika 8.2.“ prikazuje shemu obavljanja odlaganja i izuzimanja paleta u Shuttle sustavu po principima LIFO i FIFO.

Kod LIFO varijante palete se odlažu i izuzimaju na istoj strani, odnosno na početku regala. Koristeći LIFO varijante smanjena je dostupnost prilaza svim paletama odloženim iza posljednje odložene što u slučaju dospjeća naloga za iskladištenje neke od tih paleta znači izuzimanje te ponovno vraćanje svih paleta ispred paleta koju treba izuzeti. Prednost primjene LIFO principa jest što ne postoji potreba za dodatnim prostorom na drugoj strani regala s obzirom da se odlaganje i izuzimanje obavlja samo na jednoj strani. LIFO varijanta pogodna je kod skladištenja robe sa dugim životnim vijekom te sa manjim protokom. Ukoliko se skladištenje obavlja po FIFO principu, odlaganje robe odvija se na jednoj a izuzimanje na drugoj strani regala. Takva je izvedba izrazito pogodna kod skladištenja robe manjih dimenzija i sa visokim koeficijentom obrtaja. Često ovakva izvedba služi kao čvorište dviju ili više skladišnih zona i potprocesa. Regal sa Shuttleom može biti postavljen iza zone prijema te ispred zone komisioniranja. [3]

3.3. Pregled proizvođača Shuttle sustava

Modernizacijom procesa skladištenja kao jedne od logističkih aktivnosti dolazi do ubrzanog razvoja svih skladišnih komponenti. Paletni Shuttle regalni sustav jedan su od primjera razvijanja i implementiranja novih ideja i rješenja u skladišnom poslovanju. Iako se upotrebljavaju već 15-ak godina, Shuttle sustavi relativno su „novija“ izvedba regalnih sustava. Proizvođači konstanto, u suradnji sa potencijalnim kupcima i logističkim stručnjacima razvijaju i unaprijeđuju svoje izvedbe Shuttle regalnih sustava. Iako svaki proizvođač nudi unikatan sustav, gotove sve izvedbe proizvođača baziraju se na istom principu rada Shuttle sustava. U narednom dijelu ovog poglavlja obavljen je pregled nekolicine proizvođača i njihove ponude Shuttle sustava.

SSI Schäfer

Jedan od najpoznatijih proizvođača paletnih Shuttle sustava jest njemački SSI Schäfer, čija izvedba Shuttle sustava nosi naziv Orbiter®. Shuttle vozilo njemačkog proizvođača pokreće se baterijom kapaciteta 16 sati rada ili Power Cap tehnologijom. Power Cap napajanje Shuttle vozila odvija se električnim kontaktom blokova unutar regala koji u dodiru sa Shuttle vozilom pune bateriju te napajaju Shuttle. Orbiter® Shuttle sustav, kao i većina izvedbi Shuttle sustava sastoji se od regala sa stazom, Shuttle vozila te pretovarnog mjesta. Na „Slika 9.1.“ prikazano je Shuttle vozilo SSI Orbiter®. [3]



Slika 3.3. – SSI Orbiter Shuttle [5]

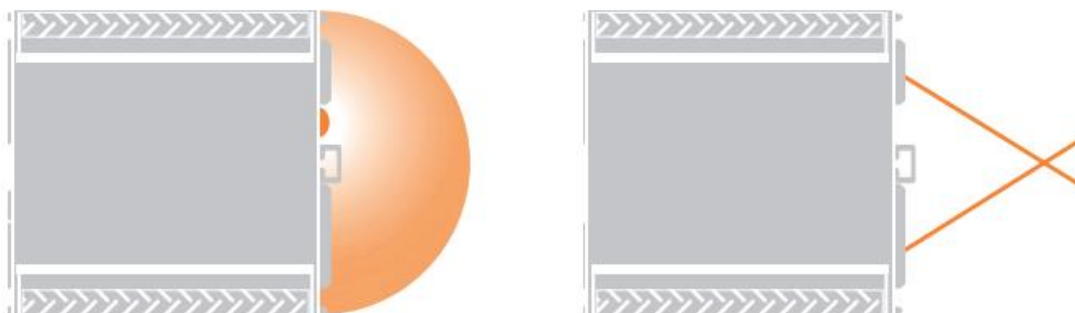
STILL

Također, dobro poznati proizvođač kvalitetnih visokosofisticiranih Shuttle sustava je i STILL. Njemački proizvođač skaldišne opreme, vozila i modernih sustava za uskladištenje u ponudi ima Shuttle sustav naziva STILL Pallet Shuttle Rack System koji sadrži jednu od najrazvijenijih izvedbi Shuttle vozila. STILL-ov Shuttle opremljen je baterijom kapaciteta za 16 sati neprekidnog rada koja se do punog kapaciteta napuni za tri sata, uz koju se pri kupovini Shuttlea dobija i zamjenska.



Slika 3.3.1. – STILL paletni shuttle regalni sustav [8]

Shuttle vozilo njemačkog proizvođača opremljeno je sa jednim od najsofisticiranijih sustava za prepoznavanje osoba, objekata i ostalih prepreka. Spomenuti sustav senzora nosi naziv SICK Scanner System. Ukupno su tri senzora smješteni na prednjoj strani vozila. Jedan od senzora pozicioniran je u sredini sa svrhom skeniranja u širinu, pokriva kratak polukrug prostora ispred vozila. Ukoliko senzor u sredini prepozna prepreku automatski će zaustaviti vozilo. Druga dva senzora postavljena su uz rubove prednje strane Shuttle-a. Zadatak navedenih senzora jest skenirati u daljinu ispred vozila. [8]



Slika 3.3.2. – STILL SICK senzori [8]

Dambach

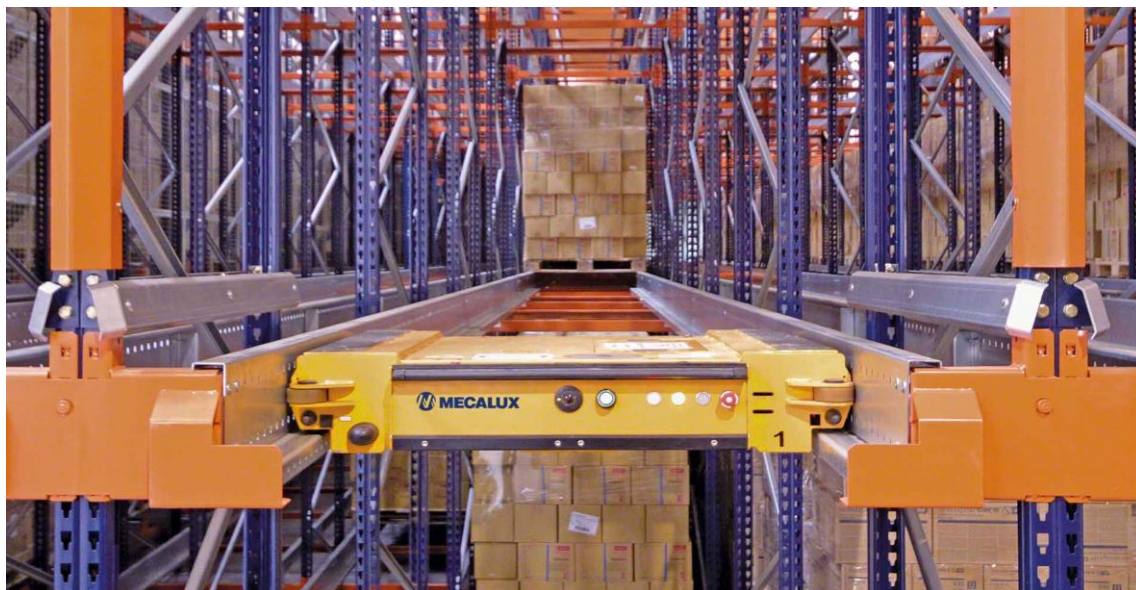
DAMBACH Lagersysteme GmbH&CO još je jedan istaknuti proizvođač skladišne opreme koji u svojoj ponudi ima i Shuttle regalni sustav koji slovi za jedan od najboljih na tržištu. DAMBACH COMPACT SHUTTLE, vozilo je sa namjenom efikasnog obavljanja skladištenja unutar visokoregalnih skladišta. Ne sadrži konvencionalne baterije već se napaja pomoću Power Cap tehnologije. Shuttle vozilo njemčkog proizvođača jedino je na tržištu koje ne zahtjeva baterije za rad. Koristeći Power Cap tehnologiju, za vrijeme obavljanja zadataka Shuttle se puni kretajući se po stazama unutar regala što osigurava neprekidan rad. DAMBACH Shuttle opremljen je iznimno snažnim ali kompaktnim električnim motorom od 400 volti, sa sposobnošću funkcioniranja i na temperaturama nižim od trideset stupnjeva celzijusa. Nosivost vozila iznosi 1500 kilograma. Regali za uskladištenje mogu dosezati i pedeset metara. Potrebno vrijeme za izuzimanje i odlaganje koje se vrši podizanjem i spuštanjem gornje ploče Shuttle je dvije sekunde. Shuttleom se upravlja sa daljinskim uređajem dok vozilo sa WMS-om komunicira putem point-to-point radio veze. Shuttle se kreće na četiri osovine sa svih osam pogonskih kotača. [11]



Slika 3.3.3. – DAMBACH COMPACT SHUTTLE [11]

Mecalux

Mecalux je Španjolski proizvođač skladišnih komponenti, poglavito srdstava za skladištenje. Osim proizvodnje izrade skladišnih sustava tvrtka nudi usluge poslovnih savjetovanja u području logistike i skladištenja. U svojoj ponudi tvrtka ima sredstava za skladištenje, između ostalog i paletne Shuttle regalne sustave. Mecalux nudi izgradnju regala dubine i do 40 metara, opremljenih sa sigurnosnim sustavom koji sadrži blokadu kretanja Shuttle vozila, centraliziranje palete te sposobnost promptnog upozoravanja u slučaju nastanka pogreške. Mecalux za svoje paletne Shuttle regalne sustave nudi pet godina garancije dok za litijsku bateriju za napajanje Shuttle vozila garantira šest mjeseci. [22]



Slika 3.3.4. – Mecalux paletni Shuttle sustav [22]

„Slika 3.3.4.“ prikazuje Mecalux paletni Shuttle sustav sa regalima i Shuttle vozilom nosivosti 1500 kilograma koje se po kanalima regala pod maksimalnim opterećenjem kreće brzinom od 0,75 metara u sekundi dok odlaganja/izuzimanje paleta obavlja za dvije sekundi podizanjem ili spoštanjem gornje ploče. Vozilo je opremljeno litijским baterijama koje pružaju energiju za deset sati neprekidnog rada, lako im se pristupa te jednostavno zamjenjuje. Shuttle vozilom upravlja se pomoću Easy WMS softvera koristeći tablet. Vozilo se koristeći Wifi spaja na tablet kojim se u jednom trenutku može upravljati sa čak 18 Shuttle vozila. Sustav se može kreirati po FIFO i LIFO principima uskladištenja ovisno o zahtjevima kupaca.

3.4. Zastupnici u Hrvatskoj

Nekolicina je zastupnika odnosno provajdera paletnih Shuttle regalnih sustava. Između ostalih ističu se tvrtke LOGOMATIKA d.o.o. te PRIMAT LOGISTIKA d.o.o. Navedena poduzeća imaju ponajbolju ponudu zastupanja, nabavke i ugradnje paletnih Shuttle regalnih sustava.

LOGOMATIKA d.o.o. tvrtka je sa sjedištem u Zagrebu, osnovana je 2009. godine. Tvrtka se bavi projektiranjem skladišnih sustava, nabavkom skladišne opreme, održavanjem i nadogradnjom skladišnih sustava te savjetovanjem vezanim za organizaciju i upravljanje skladištem. LOGOMATIKA d.o.o. nudi nabavku, dopremu, ugradnju i održavanje paletnog Shuttle sustava tvrtke BITO Lagertechnik Bittman GmbH sa sjedištem u Njemačkoj i glavnom proizvodnjom u Ujedinjenom Kraljevstvu. Sustav kojeg proizvodi BITO naziva se BITO PROMotion. [23]



Slika 3.4.1. – BITO PROMotion Shuttle regalni sustav [23]

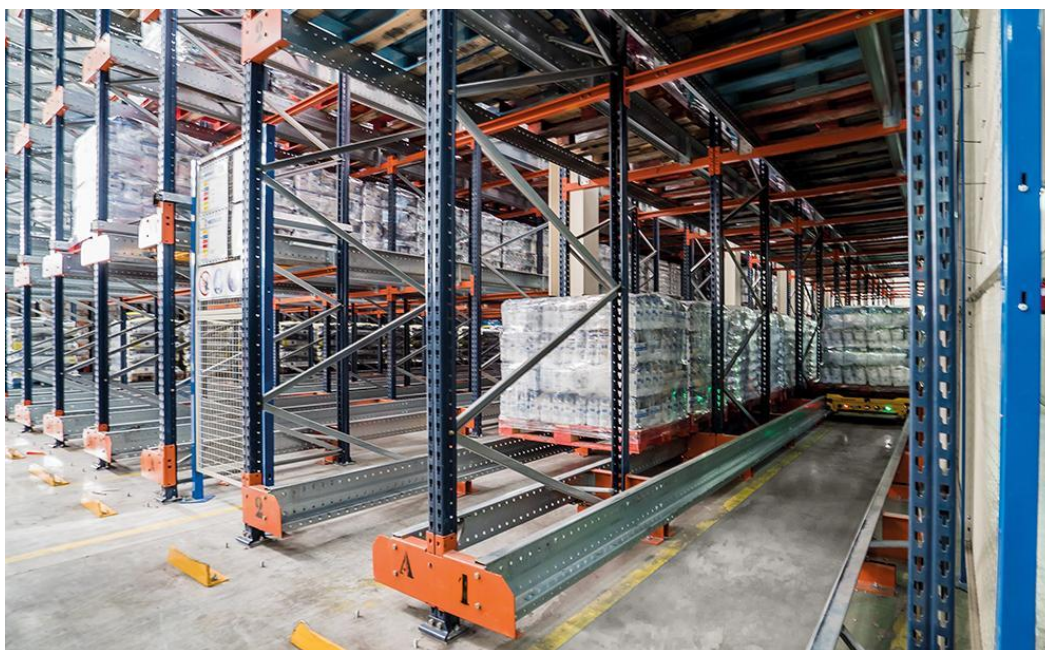
BITO PROMotion Shuttle sustavom upravlja se pomoću daljinskog upravljača koji u jednom trenutku može upravljati sa četiri Shuttle vozila. Vozila se pogone na litiji-ion baterije kapaciteta za 12 sati rada koje se do punog kapaciteta napune za tri sata. Baterije u vozilu lako su zamjenjive i podnose rad na ekstremnim temperaturama. Vozilo se kroz kanale kreće na vodilicama sa protukliznom prevlakom koje osiguravaju sigurno premještanje Shuttle vozila sa viličara u regal. Sigurnost pri radu jedna je od najvećih prednosti ugradnje BITO PROMotion Shuttle sustava. Shuttle je opremljen sa velikim brojem senzora između kojih su i laserski senzori za detekciju osoba i objekata na udaljenosti od 2 metra koji zaustavljaju vozilo pri naletu na prepreku. Senzori položaja koji se nalaze na krajevima vozila služe za određivanje položaja u regalu dok senzori za detekciju vodilice imaju zadaću onemogućavanja kretanja Shuttle vozila izvan regala. Po odlaganju Shuttle vozila u regal, vozilo se dodatnim vijcima pričvršćuje za kanale. Kotači vozila izrađeni su od poliuretana, materijal koji ne stvara buku u kontaktu sa ostalim materijalima čime osigurava tih rad. [23]

3.5. Primjeri primjene

Oslanjajući se na prilagodljivost i univerzalnost paletnih Shuttle regalnih sustava njihova upotreba u skladištima diljem svijeta sve je zastupljenija. Mnoga poduzeća, uzimajući u obzir sve benefite koji se ostvaruju implementiranjem Shuttle sustava odlučuju se za investiranje u takvu izvedbu skladišnog sustava, koja je, iako prisutna već 15-ak godina, zasigurno dio budućnosti skladištenja.

Volkswagen, jedna od najvećih kompanija na svijetu dobro poznata po ažurnoj primjeni novih tehnologija u poslovanju koristi paletni Shuttle regalni sustav proizvođača DAMBACH, naziva DAMBACH COMPACT SHUTTLE. Sa naglaskom na inovativnost, modernizaciju i sigurnost na radu, DAMBACH-ova izvedba Shuttle sustava pokazala se kao pravi odabir za giganta poput Volkswagena iz kojeg su u više navrata pohvalili cijeli sustav i naglasili svoje zadovoljstvo njime. [11]

Španjolski proizvođač hrane za mačke i pse AliNatur S.L. u svojem skladištu u gradu Lorca ugradio je paletni Shuttle regalni sustav proizvođača Mecalux. Shuttle sustav u skladištu AliNature osim za skladištenje, manjim dijelom koristi se i za proces otpreme. Sustav je organiziran tako da povezuje skladišnu i otpremnu zonu. Iz skladišne zone, prema pristiglim nalogima za iskladištenje, roba se na paletama odlaže na početak regala te ju potom Shuttle vozila preuzimaju i odveze na drugi kraj regala, gdje se roba kupi, sortira te otprema. U skladištu se nalazi šest Shuttle vozila koja obavljaju skladištenje i prijevoz robe kroz 62 regala ukupnog kapaciteta 1500 EURO paleta. Naveden primjer primjene jedan je od najboljih kada je u pitanju sagledavanje iskoristivosti skladišnog prostora kod primjene Shuttle sustava. Naime, spomenuti kapaciteti skladištenja i broj regala ugrađen je u samo 557 metara kvadratnih skladišnog prostora. Životinjska hrana u skladištu AliNatura čuva se na niskim temperaturama što Shuttle sustav čini najpogodnijim izborom.



Slika 3.5.1. – paletni Shuttle regalni sustav u skladištu tvrtke AliNatur [22]

Virto Group vodeći je Talijanski proizvođač i distributer smrznute hrane i pića. Poduzeće se odlučilo za ugradnju paletnog Shuttle regalnog sustava u svoje skladište u Španjolskoj pokrajini Segovia. Dobavljač sustava i izvođač ugradnje je španjolski proizvođač skaldišne opreme sa dugogodišnjim iskustvom i dokazanom kvalitetom - AR Racking.

Skladište u koje je sustav ugrađeno je hladnjača površine 4.660 kvadratnih metara u koje se odlaže šaroliki zamrznuti prehrambeni asortiman sa visokim koeficijentom obrtaja.

Ugrađeni sustav skaldištenje obavlja pomoću Shuttle vozila kojima upravlja operater sa daljinskim upravljačem, u regale visine 15 metra složenih od ukupno pet redova po regalu sa kapacitetom uskladištenja od 10.520 EURO paleta. Shuttle vozila opremljena su litij-ionskim baterijama. U hladnjači se temperatura održava između -26 i -30 stupnjeva celzijevih što Shuttle sustav čini optimalnim riješenjem. Primjenjeni sustav ovisno o potrebi, omogućava uskladištenje po FIFO i LIFO principu. Sustav je izrađen tako da se u niti jednom trenutku ne postiže kontakt skaldišne opreme sa robom na paletama radi zaštite čistoće i cijelovitosti same robe.

Sustav je spojen sa WMS-om koji izdaje naloge za odlaganje/izuzimanje paleta, prikuplja evidenciju te statistiku o skaldišnim transakcijama i promjenama. [7]



Slika 3.5.2. – Paletni Shuttle regalni sustav u hladnjači Virto group [7]

4. ZAKLJUČAK

Logistika kao jedna od najbrže razvijajućih djelatnosti konstanto isporučuje nove ideje i riješenja za probleme koji se javljaju u aktivnostima opskrbe i podrške. Pojava procesa globalizacije tržišta dovela je do povećanja obujma i kompleksnosti zahtjeva na koje poduzeća moraju odgovoriti kako bi zadržala konkurentnost. Zahtjevi su to poput zadovoljavanja potražnje povećanjem proizvodnje, zadovoljavanje standarda kvalitete, isporuke proizvoda na vrijeme itd. Jedan od načina da se odgovori na spomenute zahtjeve jest uvođenje skladištenja.

Skladištenje je jedna od glavnih logističkih aktivnosti bez koje je poslovanje za mnoga poduzeća nezamislivo. Primjenom kvalitetno organiziranog skladištenja sirovine, poluproizvoda i gotovih proizvoda poduzeće osigurava zalihe resursa kako bi se osiguralo u slučaju pojave očekivanih i nepredviđenih problema. Skladištenjem sirovina i repromaterijala se osigurava neprekidnost i konstantna opskrba proizvodnog procesa, dok se skladištenjem gotovih proizvoda osigurava sposobnost isporuke veće količine robe u datom trenutku, što znači ne ipuštanje poslovnih prilika i zadovoljstvo kupca.

Proces skladištenja ne dodaje vrijednost proizvodu pa se iz ekonomskog aspekta smatra čistim troškom. Zapošljavanje i trošak skladišnog osoblja, investiranje u skladišne objekte i opremu, plaćanje režija i popratnih troškova velik su financijski izdatak za poduzeća. Kako bi se smanjili troškovi skladištenog poslovanja, logistički stručnjaci u stalnoj su potražnji za boljim i optimalnim riješenjima i izvedbama skladišnih sustava.

Jedna od glavnih komponenti skladišnih sustava su sredstva za skladištenje. Sredstva za skladištenje predstvaljaju opremu ili elemente na/u koje se roba u skladištu odlaže. Izvedbe skladišnih sustava su razne, od podnih skladišta do sofisticiranih sustava automatiziranog skladištenja robe.

Paletni Shuttle regalni sustavi primjer su polu-automatiziranog te automatiziranog sredstva za skladištenje. Sastoje se od nekoliko komponenti u koje spadaju regali, Shuttle vozila te pretovarne stanice. Regali koji se koriste u Shuttle sustavima dizajnirani su za odlaganje paleta po dubini te su opremljeni kanalima po kojima se kreće Shuttle vozilo.

Shuttle vozila u pravilu se napajaju na baterije sa prosječnim kapacitetom 16 sati rada kako bi se osigurao rad u dvije smjene. Osim baterija, glavne komponente Shuttle vozila su senzori za prepoznavanje ljudi i objekata te uređaj za rukovanje teretom kojim se teret, ovisno o izvedbi zahvaća ili podiže. Shuttle vozilima upravlja se sa daljinskim upravljačem ukoliko operater odluči sam upravljati sa Shuttle vozilom, a ukoliko se odluči za automatizirano kretanje i skladištenje unosi podatke o robi i željenim lokacijama u WMS te po tom računalni sustav preuzima upravljanje.

Shuttle paletni sustavi moderna su izvedba sredstava za skladištenje sa najboljim primjerom primjene u skladištima sa širokim asortimanom robe velikog protoka. Također, pogodni su za korištenje u skladištima u kojima vladaju ekstremni uvjeti poput izrazito niskih temperatura. Paletne Shuttle regalne sustave obilježava visoka nabavna cijena no i mogućnosti brze isplativosti nabavke sustava s obzirom na eliminiranje raznih skladišnih troškova koje njihova implementacija donosi.

POPIS LITERATURE

[1] Đukić, Goran: Predavanja iz kolegija „Gospodarska logistika 2“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2019.

[2] Šafran, Mario: Predavanja iz kolegija: „Osnove gospodarske logistike“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018.

[3] Fišter, Dražen: Diplomski rad: „Simulacijski model „radio shuttle“ regalnog sustava“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, 2019. (Pristupljeno 3.9.2021.)
<https://repozitorij.fsb.unizg.hr/islandora/object/fsb%3A5369/datastream/PDF/view>

[4] Obad, Emil: Završni rad: „Automatizirani skladišni sustavi za komisioniranje“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, 2010. (Pristupljeno 3.9.2021.)
<https://core.ac.uk/download/pdf/34005607.pdf?repositoryId=772>

[5] https://www.schaefershelving.com/t-warehouse_pallets_orbiter.aspx
(Pristupljeno 3.9.2021.)

[6] https://www.maxrac.com/Radio-shuttle-system/radio-shuttle-racking-system.html?gclid=Cj0KCQjw7MGJBhD-ARIsAMZ0eevHFheNUjzMyudpQbngEGj1Tq0ifYn1qt5IQpBFJGAji2uzkTQitecaAvgcEALw_wcB (Pristupljeno 3.9.2021.)

[7] <https://www.ar-racking.com/en/storage-systems/automated-warehouses/pallet/pallet-shuttle> (Pristupljeno 3.9.2021.)

[8] https://www.still.de/fileadmin/de/Intralogistik_Systeme/Pallet_Shuttle_EN_TD.pdf
(Pristupljeno 3.9.2021.)

[9] <https://www.noegasystems.com/en/industrial-racking/storage-of-palletized-goods/shuttle-system> (Pristupljeno 3.9.2021.)

[10] <https://www.cisco-eagle.com/blog/2020/08/06/pallet-shuttles-vs-dynamic-racks/>
(Pristupljeno 3.9.2021.)

[11] <https://www.dambach-lagersysteme.de/en/products/load-handling-devices/compact-shuttle.html> (Pristupljeno 3.9.2021.)

[12] Dvorščak Maja, Diplomski rad: „Analiza utjecaja implementacije WMS-a na skladišne procese“, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2018.
<https://docplayer.rs/173840026-Sveu%C4%8Dili%C5%A1te-u-zagrebu-fakultet-prometnih-znanosti.html> (Pristupljeno 3.9.2021.)

[13] Jurić, Ivan, Diplomski rad: „Analiza automatiziranih sustava za skladištenje i izuzimanje“, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015.
<https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A221/datastream/PDF/view>
(Pristupljeno 3.9.2021.)

[14] <https://www.saloodo.com/logistics-dictionary/forklift/> Pristupljeno (3.9.2021.)

[15] <https://www.onegreenplanet.org/environment/amazon-warehouse-destroys-millions-of-unused-items-per-report/> (Pristupljeno 3.9.2021.)

- [16] <https://www.vgdanas.hr/grad/hrvatska-posta-krecemo-s-1400-radnika-ali-primamo-i-nove-molbe-za-zaposljavanje/> (Pristupljeno 3.9.2021.)
- [17] <https://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi/skladisna-oprema/paletni-regali/standardni-paletni-regali> (Pristupljeno 3.9.2021.)
- [18] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Logistika> (Pristupljeno 3.9.2021.)
- [29] Mikac Mirjana, Završni rad: „Distribucijska logistika“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2016. <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1037/datastream/PDF/view> (Pristupljeno 9.9.2021.)
- [20] <https://www.mecalux.com/pallet-racks/pallet-shuttle> (Pristupljeno 9.9.2021.)
- [21] <http://www.logomatika.hr/hr/proizvodi-i-usluge/projektiranje-i-savjetovanje/> (Pristupljeno 9.9.2021.)
- [22] <https://hr.your-best-home.net/7366144-euro-pallet-what-are-the-costs> (Pristupljeno 12.9.2021.)

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 2.1. Shematski prikaz logističkog sustava [21]..... | 3 |
| Slika 2.2. Skladišni potprocesi kroz skladišne zone [14]..... | 4 |
| Slika 2.3. Podno skladište Volvo automobila [19]..... | 7 |
| Slika 2.4. Visokoregalno skladište [5]..... | 7 |
| Slika 2.5.1. EURO paleta [15]..... | 9 |
| Slika 2.5.2. Čeoni viličar [16]..... | 10 |
| Slika 2.5.3. Konzolni granik [1]..... | 11 |
| Slika 2.5.4. Valjčani konvejer u skladištu Amazona [17]..... | 12 |
| Slika 2.5.5. Pokretna traka sabirnom centru Hrvatske pošte [18]..... | 12 |
| Slika 2.6.1. Shematski prikaz podnog skladištanja u redove i blokove [1]..... | 13 |
| Slika 2.6.2. Kalsični paletni regali [19]..... | 14 |
| Slika 2.6.3. Paletni regali dvostruke dubine [20]..... | 15 |
| Slika 2.6.4. Izvedbe prolaznih regali [1]..... | 15 |
| Slika 2.6.5. Protočni paletni regal s guranjem [1]..... | 16 |
| Slika 2.6.6. UNIT LOAD AS/RS [10]..... | 17 |
| Slika 2.6.7. Varijacije UNIT LOAD AS/RS..... | 18 |
| Slika 2.7. WMS [13]..... | 19 |
| Slika 3.1. Paletni Shuttle regalni sustav [7]..... | 20 |
| Slika 3.2. Shematski prikaz LIFO i FIFO principa uskladištenja [8]..... | 23 |
| Slika 3.3. SSI Orbiter Shuttle [5]..... | 24 |
| Slika 3.3.1. STILL paletni Shuttle regalni ssustav [8]..... | 25 |
| Slika 3.3.3. DAMBACH COMPACT SHUTTLE [11]..... | 26 |
| Slika 3.4.1. BITO PROMotion paletni Shuttle regalni sustav [23]..... | 28 |
| Slika 3.5.1. – paletni Shuttle regalni sustav u skladištu tvrtke AliNatur [22]..... | 29 |
| Slika 3.5.2. – Paletni Shuttle regalni sustav u hladnjači Virto group [7]..... | 30 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1 – usporedba izvedbi regalnih skladištenja..... | 22 |
|--|----|

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, Božidar Čahčić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Paletni Shuttle regularni sustavi (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Božidar Čahčić

(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, Božidar Čahčić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Paletni Shuttle regularni sustavi (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Božidar Čahčić

(vlastoručni potpis)