

# Tehnike uštede skladišnog prostora

---

Ivandić, Viktorija

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:639700>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Viktorija Ivandić**

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Viktorija Ivandić

Zagreb, 2014.

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

Ovom prilikom želim zahvaliti svom mentoru prof. dr. sc. Goranu Đukiću na strpljivosti, stručnoj pomoći i savjetima.

Također želim zahvaliti svojim roditeljima, Miji i Krunoslavi, što su mi omogućili odlazak na studij i bili velika potpora tijekom studiranja. Hvala i sestri Kristini koja me je uvijek uspješno motivirala na rad i upornost.

Želim se zahvaliti i svim prijateljima i kolegama koji se vjerovali u mene kada ja sama nisam, te mi pružali potporu i pomoć kada je trebalo.

Viktorija Ivandić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

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

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Viktorija Ivandić**

Mat. br.: 0035181787

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Tehnike uštede skladišnog prostora**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Techniques to save warehouse space**

Opis zadatka:

Brojne su metode, tehnike i tehnička rješenja na raspolaganju za povećanje iskoristivosti skladišnog prostora, a mnoge od njih proizašle su iz prakse uvidom u rezultate primjene različite skladišne opreme.

Na temelju dostupnog izvora *Jack Kuchta: How to Save Warehouse Space – 153 Tested Techniques* prikazati i objasniti skup tehnika iz poglavlja 4 koji se odnosi na poboljšanje iskoristivosti skladišnog prostora pri upotrebi regalne, transportne i ostale opreme.

Prikaz tehnika dan u izvoru potrebno je nadopuniti potrebnim pojašnjenjima te dodatnim ilustracijama konkretnih primjera iz prakse.

Zadatak zadan:  
11. studenog 2013.

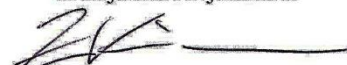
Zadatak zadao:

  
Izv.prof.dr.sc. Goran Đukić

Rok predaje rada:  
1. rok: 21. veljače 2014.  
2. rok: 12. rujna 2014.

Predvideni datumi obrane:  
1. rok: 3., 4. i 5. ožujka 2014.  
2. rok: 22., 23. i 24. rujna 2014.

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Zoran Kunica

## SADRŽAJ:

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SADRŽAJ: .....                                                                                                        | I   |
| POPIS SLIKA: .....                                                                                                    | III |
| SAŽETAK.....                                                                                                          | V   |
| 1. UVOD.....                                                                                                          | 1   |
| 2. TEORIJSKE OSNOVE SKLADIŠTENJA .....                                                                                | 2   |
| 2.1. Vrste skladišta .....                                                                                            | 4   |
| 2.2. Transportni sustav u skladištu.....                                                                              | 4   |
| 3. TEHNIKE UŠTEDE SKLADIŠNOG PROSTORA .....                                                                           | 6   |
| 3.1. Organizacija prostora ispod regala.....                                                                          | 7   |
| 3.1.1. Postavljanje stolova u prazan prostor ispod regala .....                                                       | 7   |
| 3.1.2. Postavljanje protočnih regala za kutije ispod paletnih regala .....                                            | 7   |
| 3.1.3. Postavljanje polica ispod regala.....                                                                          | 8   |
| 3.2. Iskoristivost prostora iznad prolaza .....                                                                       | 9   |
| 3.2.1. Postavljanje mostova iznad poprečnih prolaza .....                                                             | 9   |
| 3.2.2. Postavljanje mostova na krajeve prolaza .....                                                                  | 9   |
| 3.2.3. "Dead-end" prolazi skladišta.....                                                                              | 9   |
| 3.2.4. Postavljanje paletnih regala iznad ulazno/izlaznih vrata (rampi) .....                                         | 10  |
| 3.3. Prilagodba vrste transportnog sredstva uvjetima skladišta .....                                                  | 11  |
| 3.3.1. Zamjena čeonih viličara regalnima .....                                                                        | 11  |
| 3.3.2. Korištenje visokoregalnih viličara u uskoprolaznim skladištima .....                                           | 12  |
| 3.3.3. Rad vozila vođenih vodilicama u užim prolazima.....                                                            | 13  |
| 3.3.4. Vozila vođena žicom mogu skladištiti palete na pod.....                                                        | 13  |
| 3.3.5. Korištenje bočnih ili četverosmjernih viličara za dugačke proizvode .....                                      | 14  |
| 3.3.6. Uporaba granik viličara.....                                                                                   | 15  |
| 3.4. Iskoristivost konzolnih nosača .....                                                                             | 16  |
| 3.4.1. Korištenje konzolnih nosača kao pretovarnih mjesta (ulazno/izlazna mjesta VNA regalnog dijela skladišta) ..... | 16  |
| 3.4.2. Korištenje konzolnih regala za dugačke proizvode .....                                                         | 16  |
| 3.5. Rukovanje na povišenim položajima .....                                                                          | 17  |
| 3.5.1. Uporaba mosnih granika .....                                                                                   | 17  |
| 3.5.2. Korištenje specijaliziranih podiznih kuka za granike .....                                                     | 17  |
| 3.5.3. Korištenje konvejera iznad radnih površina za transport materijala (ovjesni konvejeri) .....                   | 18  |
| 3.5.4. Korištenje ovjesnih lančanih konvejera za oštra skretanja .....                                                | 18  |
| 3.5.5. Uporaba ovjesnih konvejera za odvoz smeća .....                                                                | 18  |
| 3.5.6. Korištenje gornjeg prostora za skladištenje gravitacijskih materijala .....                                    | 19  |
| 3.6. Odabir vrste regala prema protoku i veličini proizvoda.....                                                      | 20  |
| 3.6.1. Korištenje pokretnih paletnih regala .....                                                                     | 20  |
| 3.6.2. Korištenje pokretnih polica .....                                                                              | 20  |
| 3.6.3. Korištenje regala ladičara za male dijelove .....                                                              | 21  |
| 3.6.4. Postavljanje regala ladičara na kotače kako bi se mogli kretati do radne stanice                               | 21  |
| 3.6.5. Uporaba poličnih regala ako je moguće.....                                                                     | 22  |

|          |                                                                                                                                                |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.6.   | Premještanje proizvoda u police s kutijama.....                                                                                                | 22 |
| 3.6.7.   | Korištenje otvorenih policihkih regala (polični regali bez pregrada) za dugačke proizvode.....                                                 | 23 |
| 3.6.8.   | Korištenje protočnih regala za bolju preglednost .....                                                                                         | 23 |
| 3.6.9.   | Korištenje prolaznih "Drive-In" ili "Drive-Thru" regala gdje je izvedivo.....                                                                  | 24 |
| 3.6.10.  | Pripremiti izlazni materijal u prolazne regale .....                                                                                           | 24 |
| 3.6.11.  | Korištenje horizontalnih karusela .....                                                                                                        | 25 |
| 3.6.12.  | Vertikalni karuseli omogućavaju dobru gustoću skladištenja sa zadovoljavajućim pristupom .....                                                 | 26 |
| 3.7.     | Prilagodba veličine skladišnih modula i regala veličini proizvoda.....                                                                         | 27 |
| 3.7.1.   | Korištenje uklonjivih, sklopivih okvira za vreće sa sipkim materijalima.....                                                                   | 27 |
| 3.7.2.   | Korištenje kutija i prenosivih sanduka prilagođenih veličini proizvoda.....                                                                    | 27 |
| 3.7.3.   | Postavljanje polica sa lakom prilagodbom visine .....                                                                                          | 28 |
| 3.7.4.   | Biranje veličine kutije prema veličini proizvoda .....                                                                                         | 28 |
| 3.7.5.   | Skladištenje materijala neobične veličine na podu ispod regala.....                                                                            | 28 |
| 3.7.6.   | Maksimizacija iskorištenja kutije.....                                                                                                         | 28 |
| 3.7.7.   | Paletni nosači na različitim visinama.....                                                                                                     | 29 |
| 3.8.     | Kombiniranje međusobnog položaja paleta .....                                                                                                  | 30 |
| 3.8.1.   | Dvije palete na jednoj poziciji u regalu .....                                                                                                 | 30 |
| 3.8.2.   | Korištenje regala dvostruke dubine gdje je izvedivo .....                                                                                      | 30 |
| 3.9.     | Prilagodba veličine paletnih nosača .....                                                                                                      | 32 |
| 3.9.1.   | Korištenje paletnih nosača trostruke širine .....                                                                                              | 32 |
| 3.9.2.   | Korištenje produžetaka na stupovima za iskorištenje slobodne visine .....                                                                      | 32 |
| 3.9.3.   | Produživanje stupova samo do gornjih paletnih nosača .....                                                                                     | 32 |
| 3.9.4.   | Postavljanje kraćih paletnih nosača .....                                                                                                      | 33 |
| 3.10.    | Ulazno/izlazne rampe.....                                                                                                                      | 34 |
| 3.10.1.  | Smještanje punjača baterija između ulazno/izlaznih rampi .....                                                                                 | 34 |
| 3.10.2.  | Osiguranje prostora za mijenjanje baterija umjesto stanica za punjenje .....                                                                   | 34 |
| 3.10.3.  | Skladištenje ispred neiskorištenih ulazno/izlaznih rampi .....                                                                                 | 35 |
| 3.10.4.  | Korištenje različitih podiznih rampi .....                                                                                                     | 35 |
| 3.11.    | Ostale tehnike uštede skladišnog prostora .....                                                                                                | 36 |
| 3.11.1.  | Korištenje okvira za naslagivanje za nestabilne palete, lomljive materijale, ili neobično oblikovane predmete koji se ne mogu naslagivati..... | 36 |
| 3.11.2.  | Uporaba slobodnog prostora iznad prostora sa kutijama .....                                                                                    | 36 |
| 3.11.3.  | Oko stupova iskoristiti prostor za materijal koji se ručno naslaguje .....                                                                     | 37 |
| 3.11.4.  | Ručno naslagivanje rasutih predmeta na podu bez paleta.....                                                                                    | 37 |
| 3.11.5.  | Popuniti pristanište za željeznicu.....                                                                                                        | 37 |
| 3.11.6.  | Uporaba vagona za skladištenje specijalnih materijala.....                                                                                     | 37 |
| 3.11.7.  | Korištenje prikolica za skladištenje .....                                                                                                     | 37 |
| 3.11.8.  | Korištenje GPS/LPS tehnologije za maksimizaciju površine skladišta .....                                                                       | 38 |
| 3.11.9.  | Konstruiranje stanica za pakiranje za učinkovitost prostora.....                                                                               | 38 |
| 3.11.10. | Objesiti skladišne module na strop .....                                                                                                       | 38 |
| 4.       | ZAKLJUČAK.....                                                                                                                                 | 39 |
| 5.       | LITERATURA .....                                                                                                                               | 40 |

## POPIS SLIKA:

|           |                                                                                           |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1.  | Tipične skladišne zone i tijek materijala [2].....                                        | 3  |
| Slika 2.  | Različiti tipovi viličara [1].....                                                        | 5  |
| Slika 3.  | Uobičajeni raspored regalnog skladišta koje koristi čeonni viličar [3].....               | 6  |
| Slika 4.  | Radni prostor ispod paletnog regala [3] .....                                             | 7  |
| Slika 5.  | Protočni regali za kutije ispod paletnih regala [3].....                                  | 7  |
| Slika 6.  | Police ispod regala [3] .....                                                             | 8  |
| Slika 7.  | Različite izvedbe regala s mostovima [3].....                                             | 9  |
| Slika 8.  | Izvedbe paletnih regala iznad ulazno/izlaznih vrata [4] .....                             | 10 |
| Slika 9.  | Usporedba širine prolaza potrebne čeonom i regalnom viličaru [3] .....                    | 11 |
| Slika 10. | Visokoregalni viličar u uskoprolaznom skladištu [3].....                                  | 12 |
| Slika 11. | VNA viličar sa zakretnim vilicama [5] .....                                               | 12 |
| Slika 12. | VNA viličar sa zakretnim jarbolom [6].....                                                | 12 |
| Slika 13. | Sustav vozila vođenog vodilicama [10] .....                                               | 13 |
| Slika 14. | Sustav vođenja žicom [11] .....                                                           | 13 |
| Slika 15. | Bočni viličar [3].....                                                                    | 14 |
| Slika 16. | Korištenje četverosmjernog viličara za dugačke proizvode [7] .....                        | 14 |
| Slika 17. | Granik viličar [8],[9] .....                                                              | 15 |
| Slika 18. | Konzolni nosači kao pretovarna mjesta [3] .....                                           | 16 |
| Slika 19. | Konzolni regal za dugačke proizvode [3].....                                              | 16 |
| Slika 20. | Mosni granik [12].....                                                                    | 17 |
| Slika 21. | Transport praznih kutija ovjesnim konvejerom [13] .....                                   | 18 |
| Slika 22. | Lijevak [3] .....                                                                         | 19 |
| Slika 23. | Pokretni paletni regali [14].....                                                         | 20 |
| Slika 24. | Pokretne police [15] .....                                                                | 20 |
| Slika 25. | Regal ladičar [3] .....                                                                   | 21 |
| Slika 26. | Regal ladičar na kotačima [16].....                                                       | 21 |
| Slika 27. | Polični regali s kutijama [17] .....                                                      | 22 |
| Slika 28. | Otvorene police u kojima se mogu sigurno skladištiti proizvodi neobičnog oblika [3] ..... | 23 |
| Slika 29. | Protočni regal [18].....                                                                  | 23 |
| Slika 30. | Drive-Thru prolazni regali [19] .....                                                     | 24 |
| Slika 31. | Drive-In prolazni regali [19] .....                                                       | 24 |
| Slika 32. | Horizontalni karusel .....                                                                | 25 |
| Slika 33. | Vertikalni karusel [22].....                                                              | 26 |
| Slika 34. | Sklopiva kutija za sipke materijale [23] .....                                            | 27 |
| Slika 35. | Prenosivi sanduci [3] .....                                                               | 27 |
| Slika 36. | Skladištenje glomaznih materijala ispod regala [3].....                                   | 28 |
| Slika 37. | Različite visine paletnih nosača u paletnim regalima [3].....                             | 29 |
| Slika 38. | Dvije palete na jednoj skladišnoj poziciji [24],[3] .....                                 | 30 |
| Slika 39. | Regal dvostruke dubine [25] .....                                                         | 31 |
| Slika 40. | Paletni nosači trostruke širine [3].....                                                  | 32 |
| Slika 41. | Produžetci stupova u ravnini najviših greda [3].....                                      | 32 |
| Slika 42. | Ušteda prostora dobivena korištenjem kraćih paletnih nosača (greda) [3] .....             | 33 |
| Slika 43. | Ulazno/izlazne rampe [26] .....                                                           | 34 |
| Slika 44. | Stanice za mijenjanje baterija i punjenje [27] .....                                      | 34 |
| Slika 45. | Podizna rampa [28] .....                                                                  | 35 |



|           |                                 |    |
|-----------|---------------------------------|----|
| Slika 46. | Okvir za naslagivanje [3] ..... | 36 |
| Slika 47. | RFID oznaka [29].....           | 38 |

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada su tehnike uštede skladišnog prostora. Tema je obrađena tako da su najprije ukratko objašnjene teorijske osnove skladištenja nakon kojih su nabrojane tehnike uštede skladišnog prostora grupirane po načinu izvođenja. Sve tehnike su bazirane na 4. poglavlju knjige "Jack Kuchta: How to Save Warehouse Space-153 Tested Techniques", te su dodatno ilustrirane za bolje razumijevanje.

Uvodnim i zaključnim tekstom objašnjava se važnost procesa skladištenja koje je neizbježno u većini industrijskih postrojenja, te se nabrojanim tehnikama nastoji pomoći oko učinkovitog iskorištavanja cijelog prostora skladišta, kako podnog skladišta, tako i cijele visine skladišta.

Ključne riječi: logistika, skladište, ušteda prostora, regali, viličari

## 1. UVOD

Svaki proizvodni proces kao polazište ima materijal, energiju, informaciju, prostor i vrijeme. Osnovne su aktivnosti s materijalom u procesu proizvodnje: obrada, transport, montaža, skladištenje, kontrola i odlaganje.[1]

U idealnom slučaju, cijeli tok materijala, od narudžbe do isporuke gotovog proizvoda, prolazi bez skladišnih aktivnosti. Svaka skladišna aktivnost predstavlja zastoj i dodatni trošak. Pošto je u većini proizvodnih procesa neizbježno skladištenje, i to u gotovo svim fazama procesa, potrebno je detaljno planiranje i kontroliranje svih aktivnosti skladištenja.

Često se događa da potencijal skladišta nije dovoljno iskorišten i skladišne aktivnosti se ne promatraju kao bitna stavka proizvodnog procesa. To dovodi do velikih dodatnih troškova koji se boljom organizacijom lako mogu izbjeći. Postoji mnogo tehnika kojima je to moguće, odnosno moguće je uštediti skladišni prostor. Detaljnim analizama pojedinih skladišta određuje se koje tehnike su za njih najpraktičnije i u isto vrijeme najviše isplative. U obzir dolaze različite tehnike, od promjene rasporeda u skladištu, do zamjene regala i transportnih sredstava.

Nekad je dovoljno samo promijeniti raspored već postojećih regala u skladištu da bi se postigle velike uštede. Međutim, nekad je potrebna cijela rekonstrukcija skladišta, koja je u pravilu vrlo skupa, da bi se dobili bilo kakvi rezultati.

Ovaj rad bazira se na tehnikama koje su navedene u poglavlju 4 knjige "Jack Kuchta: How to Save Warehouse Space-153 Tested Techniques". Radi boljeg razumijevanja pojedinih tehnika (nazivlja opreme, procesa i skladišnih zona) u slijedećem poglavlju dane su kratke teorijske osnove skladišta. U poglavlju 3 opisane su i ilustrirane brojne spomenute tehnike uštede skladišnog prostora. Na kraju rada dan je zaključak.

## 2. TEORIJSKE OSNOVE SKLADIŠTENJA

Skladište u industrijskom poduzeću je mjesto (ploština ili prostor) uređeno i opremljeno za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala. Sažeto se može definirati da su skladištenje i distribucija materijala glavne tehničke funkcije skladišta. [1]

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijal dovodi u stanje mirovanja. Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu predstavlja skladišni proces, a uobičajeni naziv "skladište" podrazumijeva skladišni sustav. Glavne komponente skladišnog sustava su :

- skladišni objekti (zgrade, uređene površine...)
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta)
- transportna sredstva
- pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i depaletizaciju, za kontrolu i mjerenje, ...) te dodatna oprema (protupožarna, za grijanje i klimatizaciju, za rasvjetu, za održavanje čistoće, ...)

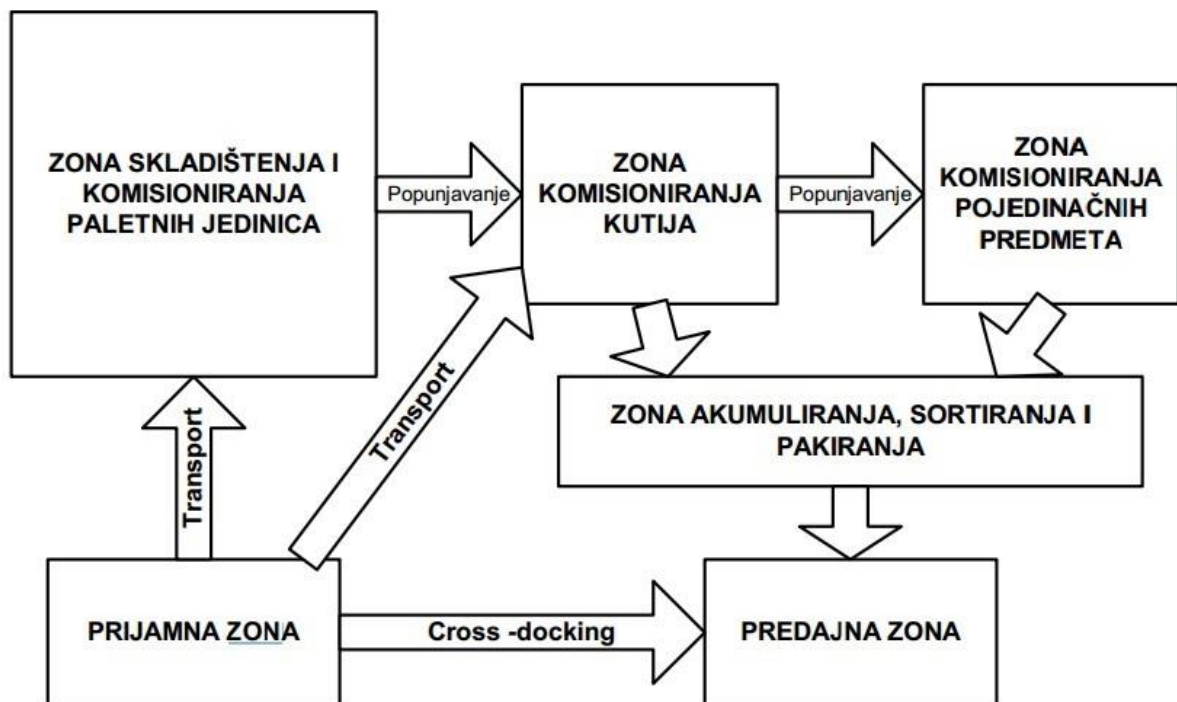
Skladišni proces najčešće podrazumijeva ove aktivnosti:

- istovar i preuzimanje materijala (i dokumenata)
- kontrola materijala (u fazi preuzimanja, za vrijeme čuvanja u skladištu, u fazi izdavanja)
- sortiranje, paletizacija (formiranje skladišnih jedinica) i depaletizacija
- transport i odlaganje materijala u skladištu
- čuvanje, zaštita i održavanje materijala
- prikupljanje, sortiranje i pripremanje materijala za izdavanje (za ove aktivnosti često se koristi naziv komisioniranje)
- otpis i inventura materijala
- upravljanje skladištem
- pakiranje
- izdavanje
- evidentiranje svih događaja i promjena u vezi s materijalom
- održavanje skladišne i transportne opreme
- usklađivanje zadaće skladišta sa zadaćama drugih procesa u poduzeću [1]

Oblikovanje skladišta (oblikovanje skladišne zone) podrazumijeva:

- oblikovanje prostornog rasporeda (layout)
  - veličina i oblik skladišta
  - raspored, veličina i oblik zona
  - lokacije opreme, prolaza, puteva, ...
- oblikovanje sustava za rukovanje materijalom
  - odabrana skladišna, transportna i ostala oprema
- oblikovanje podsustava (građevinski objekt, ventilacijski, električni, svjetlosni, sanitarni, sigurnosni,...)
- proces toka materijala
- proces toka informacija

Cilj projekta je oblikovati skladišni sustav koji će zadovoljiti sve tehničke, informacijske, organizacijske, sigurnosne i ekološke zahtjeve, pritom minimizirajući troškove i maksimizirajući uslugu korisniku.[2]



Slika 1. Tipične skladišne zone i tijek materijala [2]

## 2.1. Vrste skladišta

Podna skladišta:

- u blokove
- u redove

Regalna skladišta:

- paletni regali
- polični regali
- prolazni regali
- protočni regali
- konzolni regali
- prijevozni regali
- optočni regali (karuseli)
- AS/RS

## 2.2. Transportni sustav u skladištu

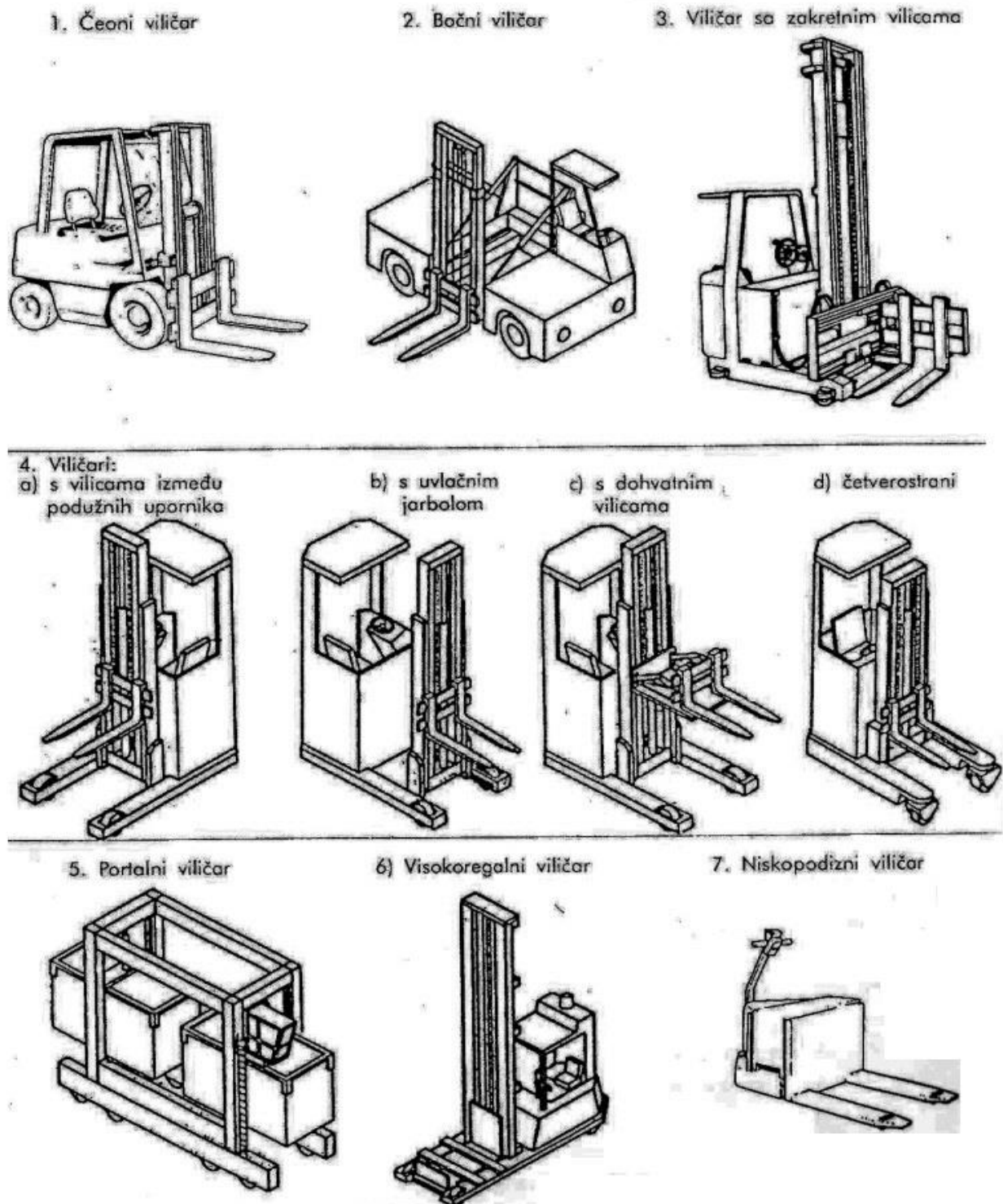
Transportni sustav čine:

- transportna sredstva
- dodatna i pomoćna oprema za rukovanje transportom materijala
- transportni putevi, prolazi, rampe
- ostala oprema i uređaji

Transportni proces je skup svih aktivnosti svih komponenti transportnog sustava.

Transportna sredstva:

1. Sredstva prekidnog toka
  - jednostavni transportni uređaji (dizalice, vitla, podizni stolovi)
  - granici
  - podna transportna sredstva (ručna i motorna vozila-viličari)
  - ostali transportni uređaji (dizala, žičare)
2. Sredstva neprekidnog toka
  - konvejeri (transporteri), elevatori, klizne staze [2]



Slika 2. Različiti tipovi viličara [1]

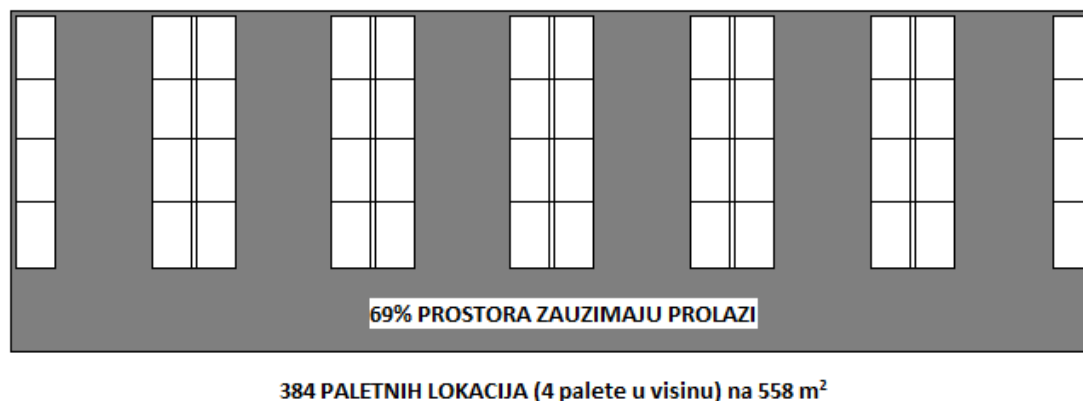
### 3. TEHNIKE UŠTEDE SKLADIŠNOG PROSTORA

U ovom radu razmatraju se fizičke promjene kojima se može uštediti prostor u skladištima. Postoje važna ograničenja koja treba imati u vidu za bilo koju od navedenih opcija, a to su fizička ograničenja zgrada (npr. visina i razmak stupova), troškovi izazvani izvođenjem nekog od skladišnih rješenja, zahtjevi kod rukovanja opasnim materijalima te utjecaj bilo kakve promjene na postojeću pokrivenost osiguranja u slučaju nezgode.

Jedno od područja koje se proučava za uštedu prostora su prolazi. Prolazi mogu okupirati čak i više od 60% prostora skladišta. Slika 3 grafički prikazuje količinu prostora rezerviranu za prolaze u tipičnom regalnom skladištu koje koristi čeonu viličar.

Kod promjene rasporeda regala treba pripaziti na to da ne rezultiraju stupovima u prolazima. Također, rasporedi koji rezultiraju stupovima u samim regalima ne povećavaju kapacitet skladišta.

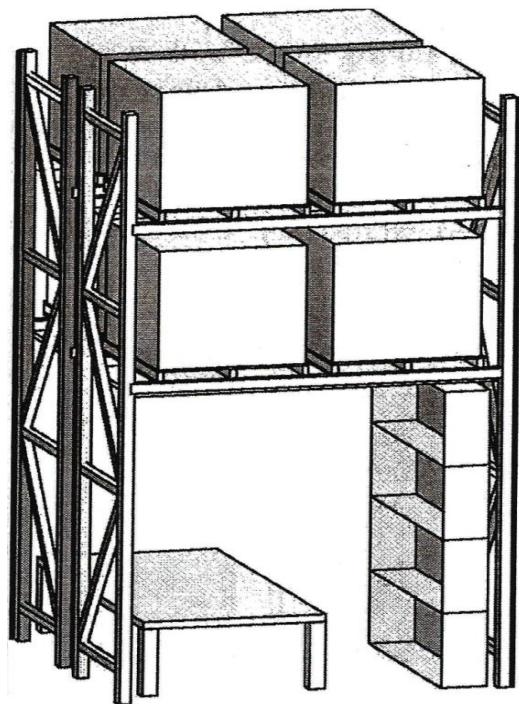
Nije nužno da svaka skladišna lokacija bude iskorištena. Obično je potrebno nekoliko iskorištenih skladišnih lokacija da bi prostor bio učinkovito korišten. [3]



Slika 3. Uobičajeni raspored regalnog skladišta koje koristi čeonu viličar [3]



### 3.1. Organizacija prostora ispod regala



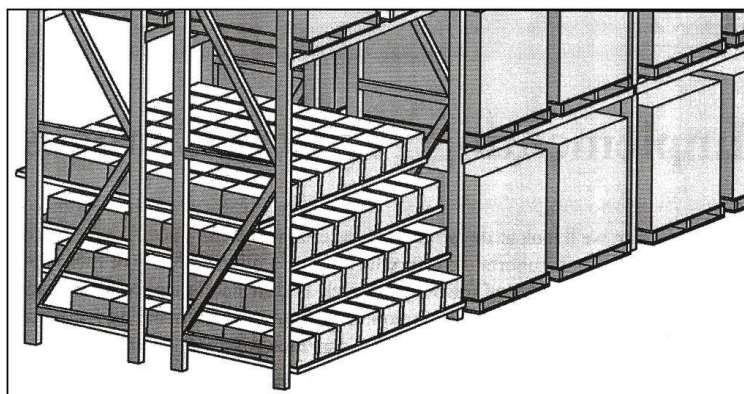
Slika 4. Radni prostor ispod paletnog regala [3]

#### 3.1.1. Postavljanje stolova u prazan prostor ispod regala

Prostor za stolove je potreban u svakom pogonu. Čak i u sustavima gdje se ne radi s papirima, potrebno je mjesto za nadzornike i radnike za održavanje informacija i terminala. Postavljanjem stolova ispod regala može se koristiti sav prostor iznad njih za skladištenje. Treba postaviti prvi set paletnih nosača na 2 m do 2.5 m visine i natkriti regal potpuno kako bi se dobio mali polukat. Dodavanjem rasvjete se stvara uredski prostor čija je površina barem 2.5 m x 2.5 m sa skladišnim prostorom iznad njega.

#### 3.1.2. Postavljanje protočnih regala za kutije ispod paletnih regala

Najniža razina paletnog regala može biti područje izuzimanja, kako u širokim tako i u uskim prolazima. Ispod paletnog regala može se postaviti protočni regal za kutije s proizvodima niskog protoka jer će tada i aktivnost izuzimanja u prolazu biti niska. Skladištenjem jednako niskoprotočnih proizvoda u regale iznad, može se kontrolirati

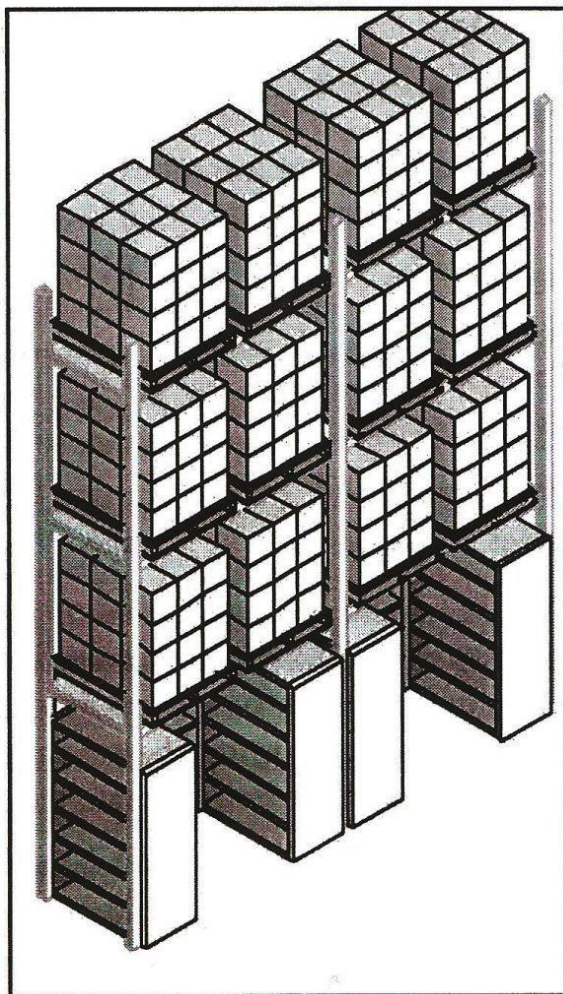


Slika 5. Protočni regali za kutije ispod paletnih regala [3]

aktivnost skladištenja. Ovom tehnikom će se uštedjeti prostor za prolaze koji su namijenjeni izuzimanju niskoprotočnih proizvoda. Ona najbolje funkcionira kada su komisioniranje i odlaganje /izuzimanje na različitim pozicijama tako minimizirajući smetnje u prolazima.

### 3.1.3. Postavljanje police ispod regala

Ako je potrebna mnogo veća preglednost nego što to pruža protočni regal, praktično je postaviti police ispod regala. Ova strategija omogućava iskoristivost cijele visine zgrade dok se u isto vrijeme izvršava komisioniranje na najnižoj razini.



Slika 6. Police ispod regala [3]

## 3.2. Iskoristivost prostora iznad prolaza

### 3.2.1. Postavljanje mostova iznad poprečnih prolaza

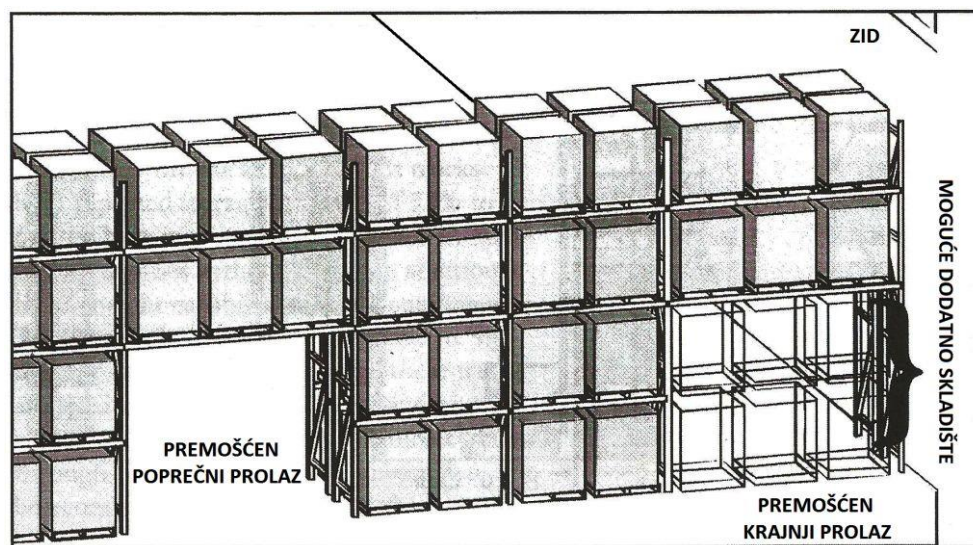
Poprečni prolazi trebaju samo 2.5 m do 3 m visine za prolaz viličara i osoblja. Ako je slobodan prostor iznad te visine premošćen, može se produktivno iskoristiti za dodatni skladišni prostor. U tipičnom regalnom skladištu na četiri razine, iznad poprečnog prolaza veličine oko 3.5 m može se pohraniti 6 paleta. Mora se pripaziti da se proizvodi pohranjeni iznad poprečnih prolaza osiguraju od slučajnog pada na osobu koja prolazi ispod regala.

### 3.2.2. Postavljanje mostova na krajeve prolaza

Većina rasporeda u skladištima uključuje prolaz na kraju regalnog skladišta. Takav prolaz je paralelan zidu. Kao i kod poprečnih prolaza, prostor iznad ovakvih prolaza ostaje prazan. Premošćivanje ovih prolaza funkcionira kao i kod poprečnih prolaza.

### 3.2.3. "Dead-end" prolazi skladišta

"Dead-end" prolazi (regali su na jednom kraju postavljeni skroz do zida, bez mogućnosti prolaska viličara) u skladištima smanjuju produktivnost skladišta, ali mogu biti manje štetni od npr. dodatnih skladišta za zalihe s udarnim kapacitetom. Dodatni paletni nosači za tu svrhu mogu biti postavljeni direktno ispod mosnih nosača dokle god je potreban prolaz.

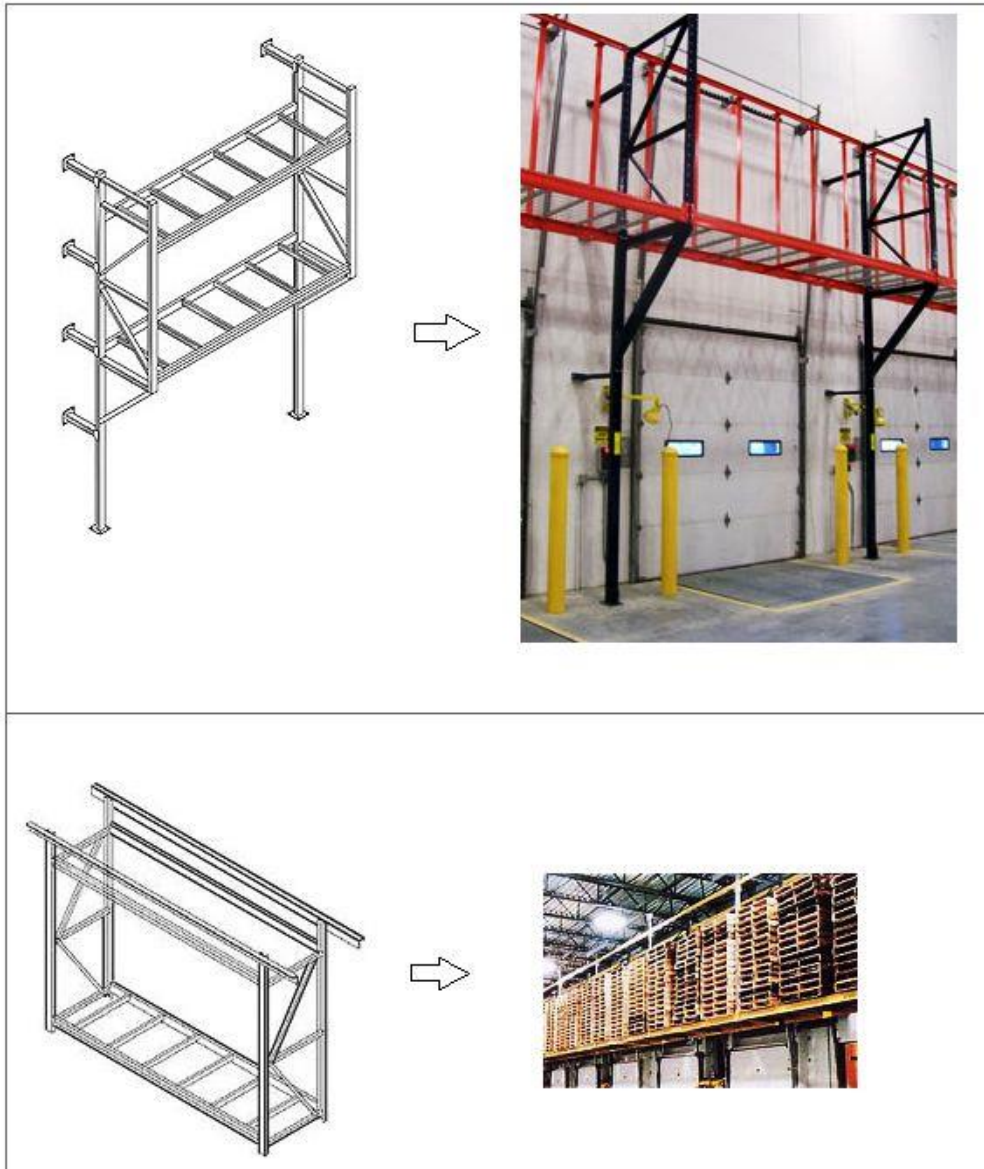


Slika 7. Različite izvedbe regala s mostovima [3]



### 3.2.4. Postavljanje paletnih regala iznad ulazno/izlaznih vrata (rampi)

Ova tehnika je slična premošćivanju poprečnih prolaza i kreiranju iskoristivog skladišnog prostora gdje prije nije postojao.

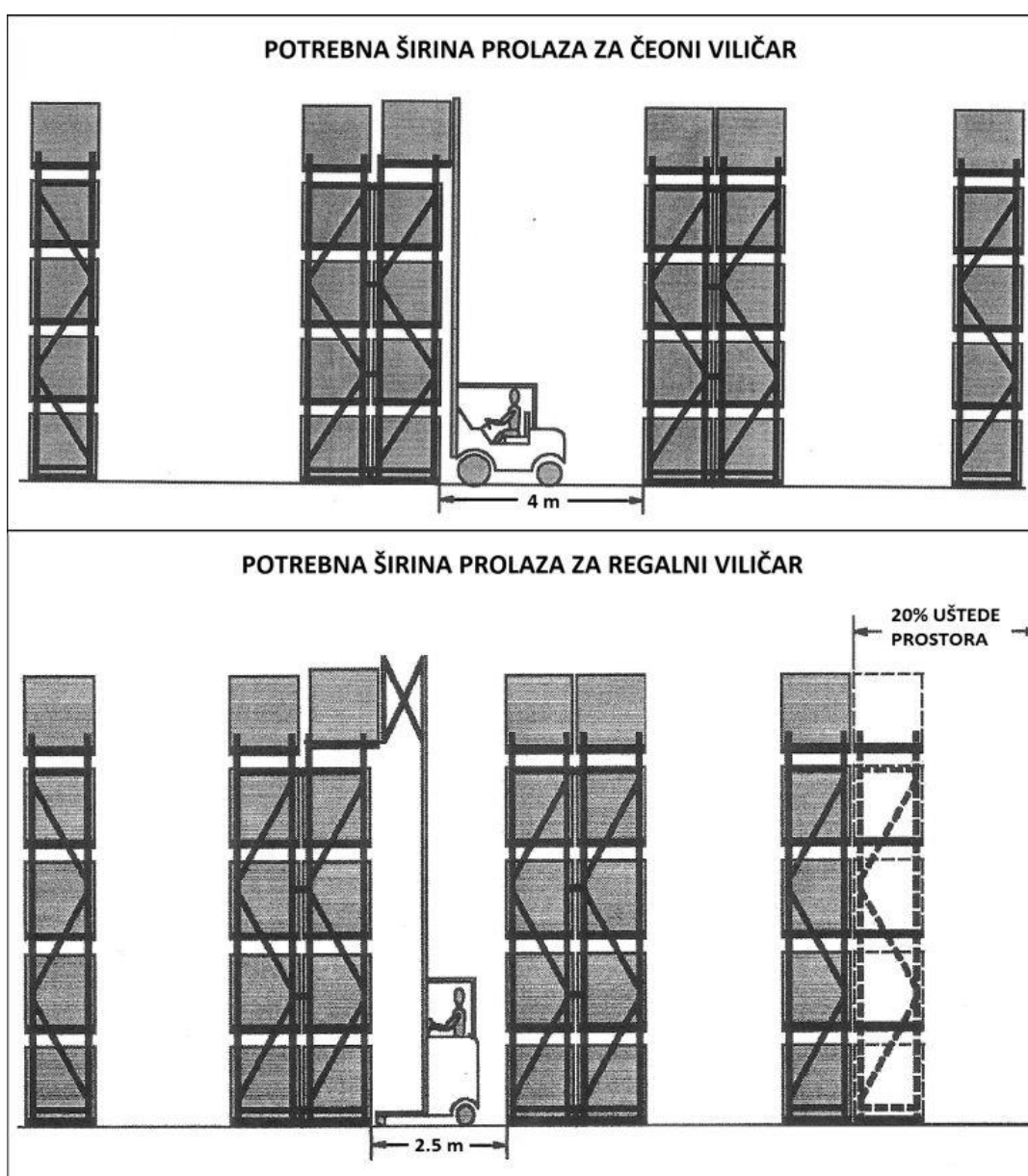


Slika 8. Izvedbe paletnih regala iznad ulazno/izlaznih vrata [4]

### 3.3. Prilagodba vrste transportnog sredstva uvjetima skladišta

#### 3.3.1. Zamjena čeonih viličara regalnima

Tipični čeonih viličari trebaju oko 4 m prolaza da bi se zaokrenuli u desno. Visokopodizni skladišni viličar ili regalni viličar može raditi u prolazu od 2.5 m, tako štedeći 50 % prostora za prolaze ili smanjujući potreban prostor za 20 %. Ako izvođene aktivnosti uglavnom koriste podno skladište umjesto paletnih regala, biti će uštedena ista količina prostora.

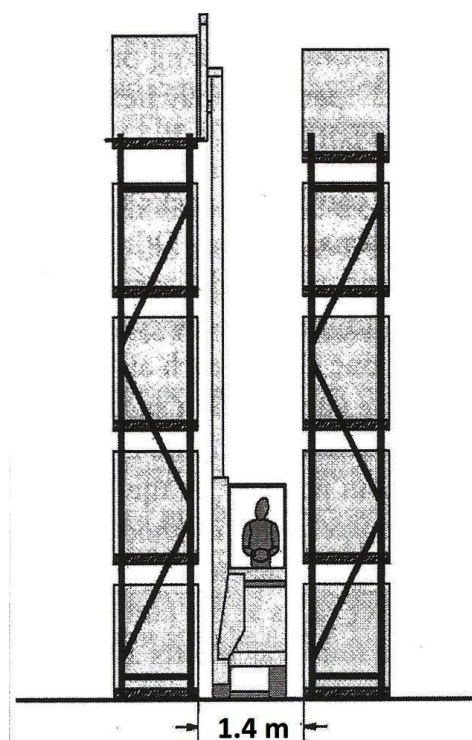


Slika 9. Usporedba širine prolaza potrebne čeonom i regalnom viličaru [3]

### 3.3.2. Korištenje visokoregalnih viličara u uskoprolaznim skladištima

Visokoregalni viličari (VNA- eng. Very Narrow Aisle) sa zakretnim vilicama i jarbolom mogu raditi u prolazima uskim i do 1.4 m. Mnogi tipovi ovih vozila mogu podići teret čak preko 12 m. Tvrtke koje su zamijenile čelone viličiare VNA viličarima, zabilježile su iskoristivost skladišta od 55% do 60%. Ova poboljšanja su zabilježena u postojećim skladištima bez korištenja dodatnih sposobnosti podizanja ovih vozila. Njihova uporaba, gdje je moguće, može osigurati mnoge uštede.

Međutim, ovakva vozila su značajno skuplja i zahtijevaju nekakav oblik uređaja za vođenje koji će ih navigirati kroz uske prolaze. Njihova uporaba neće biti ekonomski opravdana osim ako su troškovi prostora jako visoki.



Slika 10. Visokoregalni viličar u uskoprolaznom skladištu [3]



Slika 11. VNA viličar sa zakretnim vilicama [5]



Slika 12. VNA viličar sa zakretnim jarbolom [6]

### 3.3.3. Rad vozila vođenih vodilicama u užim prolazima

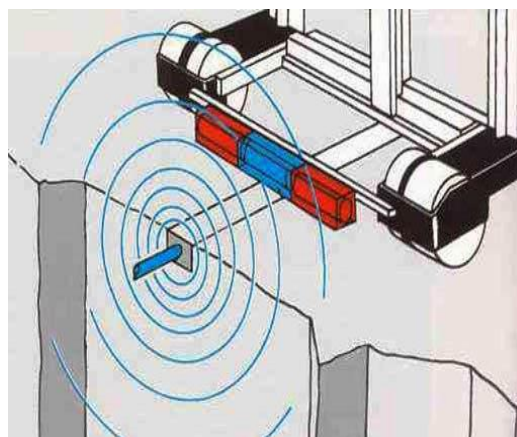
Sustavi uskoprolaznih skladišta zahtijevaju sustav za vođenje prolazima. Žičani sustav za vođenje treba malu marginu za odmicanje vozila od centralne linije jer nasumični čimbenici, kao što su krhotine na podu, mogu uzrokovati da vozilo skrene sa zadanog puta. Kada se to dogodi, vozilo može skrenuti sa centralne linije prije nego se zaustavi. Vozila na vodilicama mehanički su zaključana na zadani put, ne mogu skrenuti. Iz tog razloga, vozila vođena vodilicama mogu sigurno raditi u prolazima 0,03 m do 0,05 m užim nego što to mogu vozila vođena žicom.



Slika 13. Sustav vozila vođenog vodilicama [10]

### 3.3.4. Vozila vođena žicom mogu skladištiti palete na pod

Tračnice predstavljaju fizičku barijeru podnom skladištenju. Podna paletna pozicija mora imati paletne nosače kao i svaka viša razina. To stvara dodatne troškove regalnom sustavu. Ono također na podu zauzima oko 0.1 m svake regalne skladišne pozicije. Još jedan nedostatak je taj što je prostor ispod najniže palete teško održavati čistim jer vodilice sprečavaju čišćenje u prolazima. Odabir između vođenja žicom i vođenja vodilicama u vrlo uskim prolazima zahtijeva detaljno ispitivanje fizičkih karakteristika zgrade. Ovisno o slobodnoj visini zgrade i visini paletnog skladišta, mogućnost upotrebe 0.1 m do 0.15 m dna regala može i ne mora biti bitno. Jednako kritičan treba biti kod usporedbe utjecaja razmaka stupova na pozicioniranje regala. Uštedom 0.05 m po prolazu može biti nebitno ako stupovi dođu u prolaz.



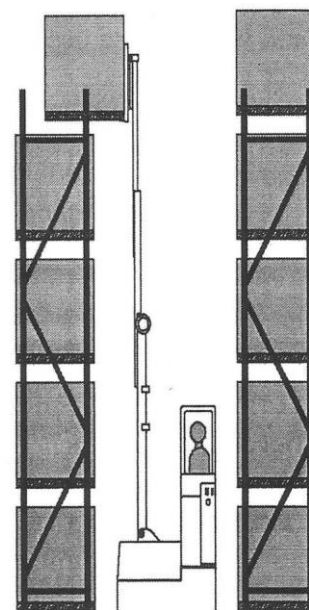
Slika 14. Sustav vođenja žicom [11]



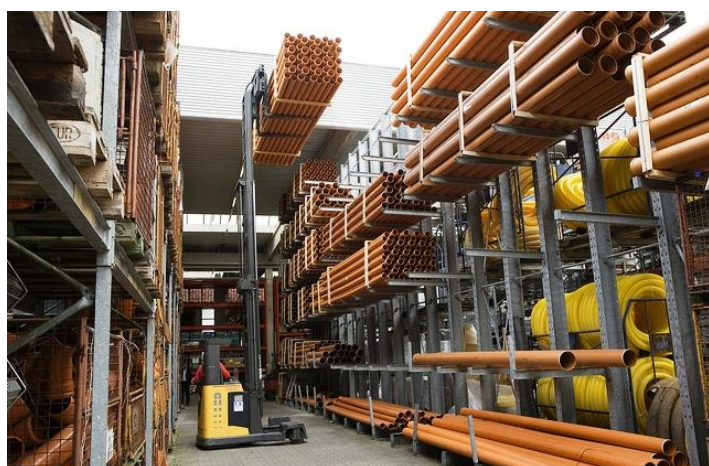
### 3.3.5. Korištenje bočnih ili četverosmjernih viličara za dugačke proizvode

Rukovanje dugačkim proizvodima standardnim čeonim viličarem zahtijeva široke prolaze i tešku opremu. Kapacitet viličara je obično ostvaren na udaljenosti kraja tereta od težišta za 0.6 m. Veća udaljenost znatno smanjuje kapacitet.

Kratki slučaj iz povijesti će dočarati težinu rukovanja dugačkim proizvodima čeonim viličarima. Radnik u tvrtci za građevinske proizvode ima proizvode koji su 0.9 m x 3.7 m veliki i teže oko 1360 kg. Takvim teretima se rukovalo čeonim viličarom kapaciteta od 4.5 t i vilicom od 2.4 m. Proizvod i viličar zajedno trebaju prolaz širine 8.5 m. Na takvom viličaru proizvod može biti naslagan samo 1.8 m u visinu. Iznad te visine viličar bi postao nestabilan i krajevi tereta bi vibrirali te bi se podizali stražnji kotači vozila. Dugački tereti su strogo zahtijevali sporu vožnju jer radnik nije mogao vidjeti iza ugla poprečnog prolaza. Iako bi viličar kapaciteta 4.5 t trebao moći rukovati teretom od 1360 kg, dužina tereta drastično smanjuje mogućnosti vozila. Teret od 1360 kg sa udaljenošću kraja tereta od težišta 1.8 m (polovina dužine tereta od 3.6 m) je aproksimirano jednaka teretu od 4 t sa udaljenošću 0.6 m od težišta. Dodatna sila izazvana zbog poskakivanja krajeva tereta je i više nego dovoljna za prekoračenje kapaciteta viličara. Naginjanjem jarbola prema naprijed, kako bi se dospjelo ispod tereta, još se više povećava udaljenost od težišta. Dodatno podizanje tereta ga destabilizira.



Slika 15. Bočni viličar [3]



Slika 16. Korištenje četverosmjernog viličara za dugačke proizvode [7]

Korištenje bočnog ili četverosmjernog viličara smanjuje zahtjeve prolaza na 1.7 m. Viličar kapaciteta 2.7 t sada može sigurno rukovati proizvodom od 2.7 t. Visina skladištenja je porasla na slobodnu visinu zgrade korištenjem konzolnih regala. Potrebna površina zgrade je smanjena do 75 %.



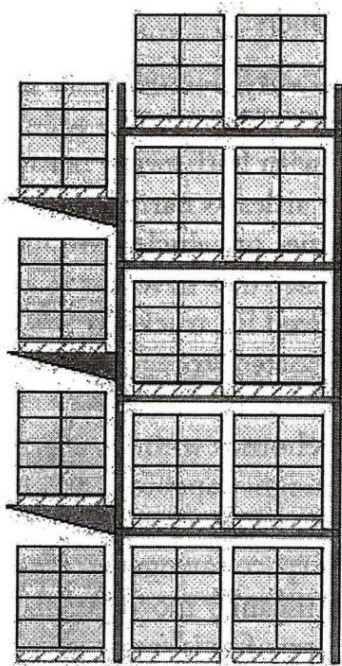
### 3.3.6. Uporaba granik viličara

Granik viličari su namijenjeni jedinicama za skladištenje i izuzimanje. Učvršćivanjem granika s donje i gornje strane dobiva se jako stabilna radna platforma. Krutost strukture daje rezultate i u najmanjem mogućem prolazu, često samo 76 mm do 100 mm širem od samog tereta. Zbog preciznih tolerancija koje mogu postići, granik viličari se često koriste kao baze automatiziranih skladišnih sustava (AS/RS- eng. Automated Storage and Retrieval System). AS/RS može biti potpuno upravljani računalom i obavljati sve funkcije u skladištu bez intervencije čovjeka. Ali nisu svi granik viličari upravljani računalom. Sustavi komisioniranja po principu "čovjek robi" su učinkoviti kod dijelova operacija sa tisućama artikala (SKU- eng. Stock Keeping Units ). Prolaz može biti jako uzak dok omogućava pristup svakoj regalnoj lokaciji. Korištenjem cijele visine zgrade, broj potrebnih prolaza je značajno smanjen u usporedbi sa skladištenjem i izuzimanjem iz polica ili ladica na najnižoj razini skladišta.



Slika 17. Granik viličar [8],[9]

### 3.4. Iskoristivost konzolnih nosača



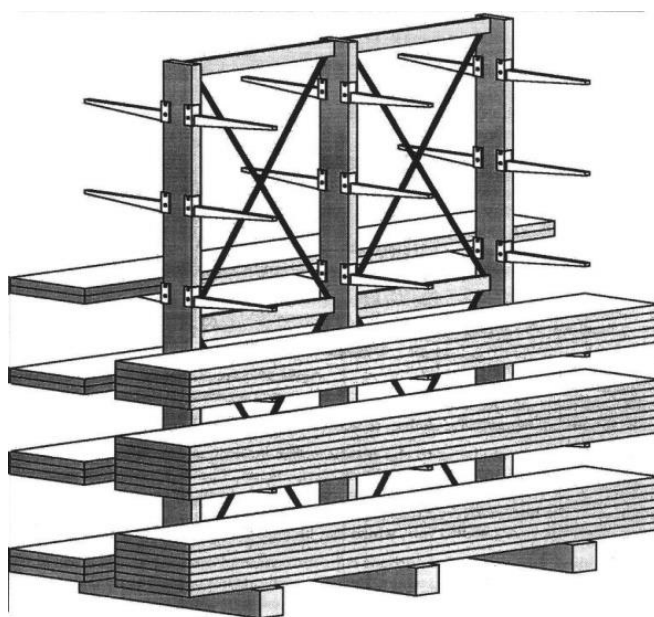
#### 3.4.1. Korištenje konzolnih nosača kao pretovarnih mjesta (ulazno/izlazna mjesta VNA regalnog dijela skladišta)

Kod aktivnosti u uskoprolaznim regalima, pretovarna mjesta se često koriste za poboljšanje učinkovitosti. Produživanjem regala na jednoj strani svakog prolaza kreira se prolaz dovoljno širok za standardne viličare koji prenose materijal od rampi do regala za izuzimanje i odlaganje sa VNA vozilom. Nažalost, ovom metodom se zauzima mjesto širine jedne palete kod svakog regala. Konzolni nosač na kraju regala i četverosmjerne palete omogućavaju da vozilo dostavlja materijal od rampe dok VNA vozilo može ukloniti paletu s regala prilazeći joj s bočne strane.

Slika 18. Konzolni nosači kao pretovarna mjesta [3]

#### 3.4.2. Korištenje konzolnih regala za dugačke proizvode

Za pohranu dugačkih proizvoda mogu se koristiti konzolni regali male dubine predviđeni za velike dužine. Kruti materijali, kao što su bakrene cijevi, mogu se skladištiti bez dodatnih oslonaca. Fleksibilniji materijali kao što su plastične trake ili dugačke opruge u većini slučajeva trebaju dodatni oslonac.



Slika 19. Konzolni regal za dugačke proizvode [3]

### 3.5. Rukovanje na povišenim položajima

#### 3.5.1. Uporaba mosnih granika

Nekim se proizvodima, koji su naslagani na podu, može rukovati mosnim granicama gotovo bez prolaza. Zbog toga što svo rukovanje zauzima mjesto iznad proizvoda, jedini potreban prolaz je onaj za radnika koji mora doći do proizvoda kako bi pričvrstio uređaj za dizanje i prostor potreban za spajanje kuke granika. Prije prelaska na granike i eliminiranje prolaza, treba razmotriti posljedice promjene. Mora biti ostavljena dovoljna visina na vrhu skladišta za transport tereta. Mora biti osiguran dovoljan razmak granika od stropa kako bi se izbjeglo sudaranje granika sa svjetlima, cijevima, ili prskalicama. Zgrada mora biti dovoljno čvrsta kako bi izdržala opterećenje granika i tereta. Razmak stupova mora biti dovoljno širok kako bi pojedini granik mogao raditi na velikom prostoru. Zbog toga što se granik može kretati samo između stupova, uski razmaci između stupova zahtijevaju više granika što znači i veća kapitalna ulaganja.



Slika 20. Mosni granik [12]

#### 3.5.2. Korištenje specijaliziranih podiznih kuka za granike

Baš kao što specijalizirani podizni uređaji na viličarima omogućavaju gušće skladištenje proizvoda, tako isto i specijalizirani uređaji na granicama. Tu se nalaze dizalice namijenjene za bačve i bubnjeve. Magnetskim dizalicama može se baratati čeličnim proizvodima, dok se vakumskom dizalicom rukuje mnogim vrstama neporoznih proizvoda.

### 3.5.3. *Korištenje konvejera iznad radnih površina za transport materijala (ovjesni konvejeri)*

I u skladišnom i u proizvodnom prostoru, podna površina je često zauzeta konvejerima. Većina građevina su dovoljno visoke da dopuste smještaj konvejera iznad radnog prostora kako bi se oslobodio radni prostor na podu. Jednotračni konvejeri ostvaruju fleksibilan sustav za transport neobično oblikovanih predmeta koji se vjerojatno ne bi dobro prevozili trakastim ili valjčanim konvejerima.



**Slika 21. Transport praznih kutija ovjesnim konvejerom [13]**

### 3.5.4. *Korištenje ovjesnih lančanih konvejera za oštra skretanja*

Većina površina konvejerskih sustava zahtijevaju skretanja širokog radijusa. Ovjesni lančani konvejeri mogu skretati kraćim radijusima.

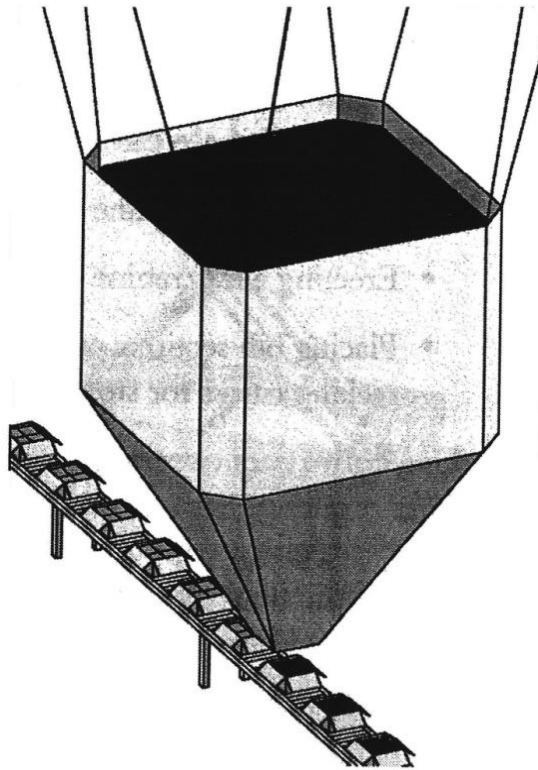
### 3.5.5. *Uporaba ovjesnih konvejera za odvoz smeća*

I u radnom i u skladišnom prostoru, kontejneri smeća zauzimaju mnogo vrijednog prostora. Ovjesni konvejeri usmjereni kroz inače neiskorišten prostor mogu odvoziti smeće direktno kompaktorima ili reciklirajućim stanicama, gotovo eliminirajući potrebu za kontejnerima za smeće i oslobađajući prostor.



### 3.5.6. Korištenje gornjeg prostora za skladištenje gravitacijskih materijala

Korištenjem lijevaka koji vise sa stropa može se iskoristiti prostor i uštediti skladišni prostor inače predodređen skladištenju ovih materijala na pod ili u regale. Preporučljivo je korištenje velikih lijevaka umjesto malih kada je praktično.



Slika 22. Lijevak [3]

### 3.6. Odabir vrste regala prema protoku i veličini proizvoda

#### 3.6.1. Korištenje pokretnih paletnih regala

Pokretnim paletnim regalima je potreban samo jedan prolaz za skladištenje i izuzimanje materijala. Broj regalnih dijelova po modulu je ograničen, ali ako je primjenjivo na zadanu aktivnost, ovakvo uređenje može izazvati prilične uštede prostora. Sa samo jednim dostupnim prolazom odjednom, samo jedno vozilo



Slika 23. Pokretni paletni regali [14]

može raditi na tom području. Kretanje regala zahtijeva određeno vrijeme kako bi se oslobodio novi prolaz. Zbog konstruktivnih zahtijeva pokretnih regala i ograničenih mogućnosti postavljanja prskalica u prolazu, ograničena je visina skladištenja takvih sustava.

#### 3.6.2. Korištenje pokretnih polica

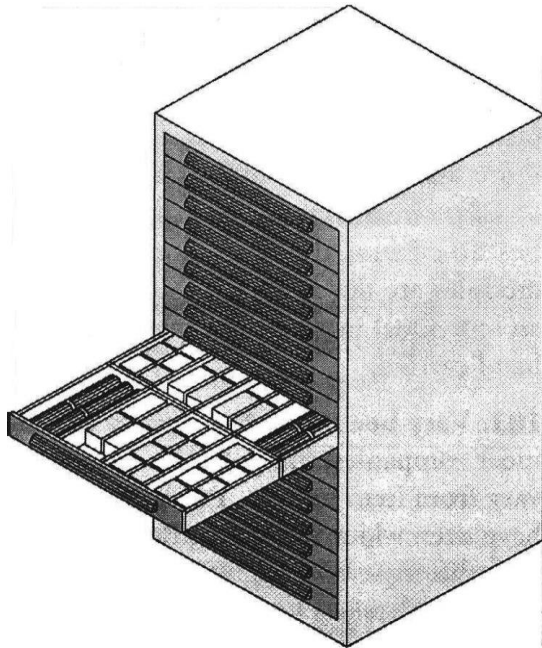


Slika 24. Pokretne police [15]

Ako veličina i stopa prometa individualnih artikala pokazuje da su police prikladni skladišni moduli, onda pokretne police koje rezultiraju jednim prolazom za nekoliko poličnih modula mogu biti razuman način smanjenja potrebnog prostora. Ovakav način skladištenja se često koristi za proizvode koji se rijetko koriste, kao što su kopije poslovnih knjiga.

Kompromisi produktivnosti su slični kao i kod pokretnih regala.

### 3.6.3. Korištenje regala ladičara za male dijelove



Slika 25. Regal ladičar [3]

Sustav s kliznim ladicama iskorištava cijelu dubinu ladice koja se izvlači iz ormara bez potrebe za vanjskim pridržavanjem, baš kao ormar za kartoteku. Montiranjem ladice s pregradama, male jedinice za skladištenje raznih veličina unutar ladice mogu skladištiti male dijelove poput elektroničkih komponenti, alata ili sličnih predmet. Ladice se mogu popuniti bez slobodnog prostora iznad proizvoda. Ovakav modul za skladištenje daje gustoću skladištenja s lakim pristupom.

### 3.6.4. Postavljanje regala ladičara na kotače kako bi se mogli kretati do radne stanice

Kada se regali ladičari koriste za skladištenje komponenti, stavljanje uobičajeno korištenih artikala u isti regal koji se može kretati eliminira potrebu za posebno izdvojen "u radu" skladišni prostor za takve proizvode.



Slika 26. Regal ladičar na kotačima [16]

### **3.6.5. Uporaba poličnih regala ako je moguće**

Ponekad, najbolja iskoristivost prostora je postignuta kod ručnog naslagivanja materijala na police umjesto korištenja paleta. To vrijedi za proizvode s niskim protokom i relativno niskim zalihama, ili kod sezonskih situacija gdje su zalihe pojačane tijekom godine i potrošene su u slučaju potrebe, u vrlo kratkom vremenu. Bolja iskoristivost prostora je zamijenjena dodatnim rukovanjem.

### **3.6.6. Premještanje proizvoda u police s kutijama**

Neki proizvodi mogu biti premali čak i za ručno slaganje u police. Takvi proizvodi trebaju se locirati i premjestiti u police s kutijama gdje mogu bolje iskoristiti prostor.

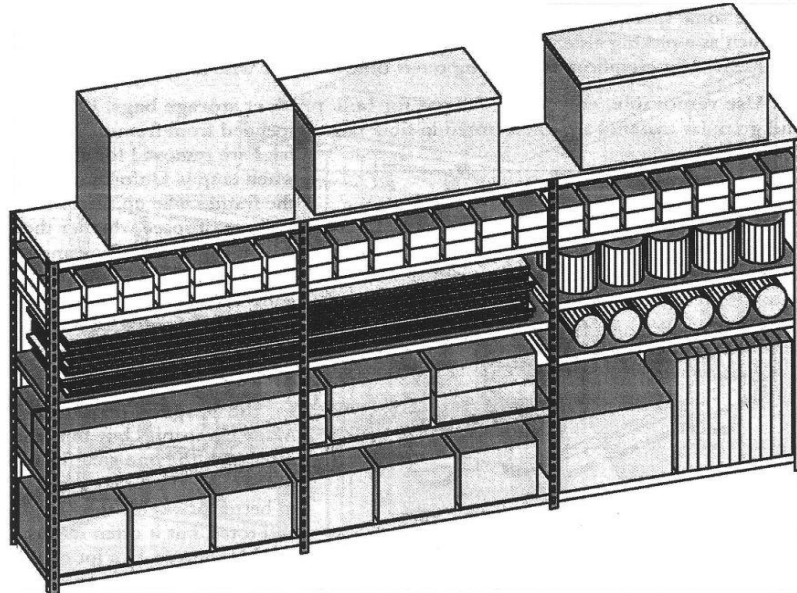


**Slika 27. Polični regali s kutijama [17]**



### 3.6.7. *Korištenje otvorenih poličnih regala (polični regali bez pregrada) za dugačke proizvode*

Ako se mora pohraniti nekoliko artikala koji su duži od standardnih polica, treba uzeti u obzir korištenje dva susjedna odjeljka police kao jedan. Ako je malo takvih proizvoda, ovakav način skladištenja će trebati manje prostora od paletnog skladištenja.



Slika 28. Otvorene police u kojima se mogu sigurno skladištiti proizvodi neobičnog oblika [3]

### 3.6.8. *Korištenje protočnih regala za bolju preglednost*

Drive-in (ili drive-thru) prolazni regali najbolje rade ako je cijela vertikalna kolona proizvoda ista. Treba se također održavati ista dubina proizvoda na svakoj razini. Pošto protočni regali isporučuju proizvod do prolaza na svakoj razini, potreban je pristup do svake razine. To dozvoljava na svaku razinu skladištenje različitih artikala. Protočni regali su obično konstruirani za dubinu od tri ili četiri palete.



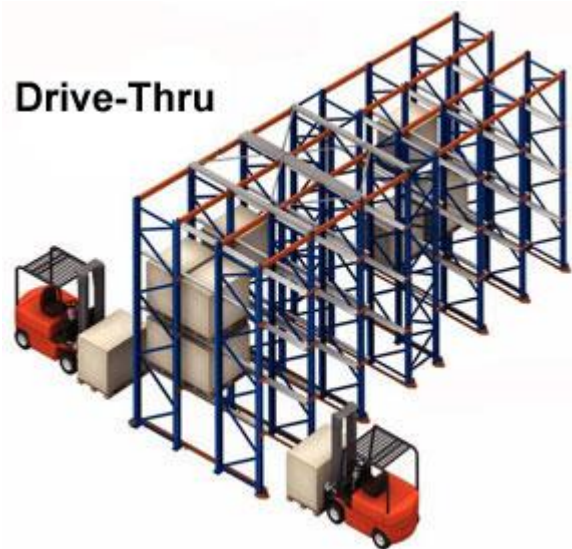
Slika 29. Protočni regal [18]

### 3.6.9. Korištenje prolaznih "Drive-In" ili "Drive-Thru" regala gdje je izvedivo

Ako karakteristike proizvoda ne dopuštaju lako slaganje paleta na podu skladišta, koriste se prolazni regali (Drive-In ili Drive-Thru) za povećanje kapaciteta skladišta. Paleta se u regalima mogu naslagivati više u visinu umjesto jedna na drugu, i ne mora se žrtvovati prostor za prolaze.



Slika 31. Drive-In prolazni regali [19]



Slika 30. Drive-Thru prolazni regali [19]

### 3.6.10. Pripremiti izlazni materijal u prolazne regale

Umjesto zauzimanja podnog prostora na pristaništu regalima visine jedne paleta i trošenjem prostora iznad, koriste se prolazni regali u kojem je za svaku traku zadužen prijevoznik (nosač).

### 3.6.11. Korištenje horizontalnih karusela

Dovođenjem police komisioneru, horizontalnim karuselima se gotovo skroz eliminiraju prolazi za komisioniranje. Jedini potrebni prolaz odgovara poprečnom prolazu kod standardnog rasporeda polica u skladištu. Mehanizam koji je zadužen za rotaciju polica zauzima određenu količinu prostora, ali ne onoliko koliko bi zauzimao prolaz za izuzimanje. Ovo je slučaj u kojem smanjenje prostora može poboljšati produktivnost znatnim eliminiranjem vremena koje bi komisioner trošio na hod.



Slika 32. Horizontalni karusel

### 3.6.12. Vertikalni karuseli omogućavaju dobru gustoću skladištenja sa zadovoljavajućim pristupom

Vertikalni karuseli i automatizirani sustavi za male dijelove u kombinaciji s ladicama nude približnu gustoću skladištenja kao i visokopodizni granik viličari, ali s poboljšanjem donošenja proizvoda zaposleniku. U tom slučaju, konvejer ili neka druga naprava koja ne treba radnika za napuštanje pozicije, može izvršiti odlaganje i izuzimanje sa stanice za izuzimanje. Police i ladice, ili neke druge high-tech varijante, nude gustoću skladištenja za male proizvode i male količine. Proizvodi skladišteni u takvim modulima su odloženi i izuzeti u količini koja se može nositi u rukama.



Slika 33. Vertikalni karusel [22]

### 3.7. Prilagodba veličine skladišnih modula i regala veličini proizvoda

#### 3.7.1. Korištenje uklonjivih, sklopivih okvira za vreće sa sipkim materijalima

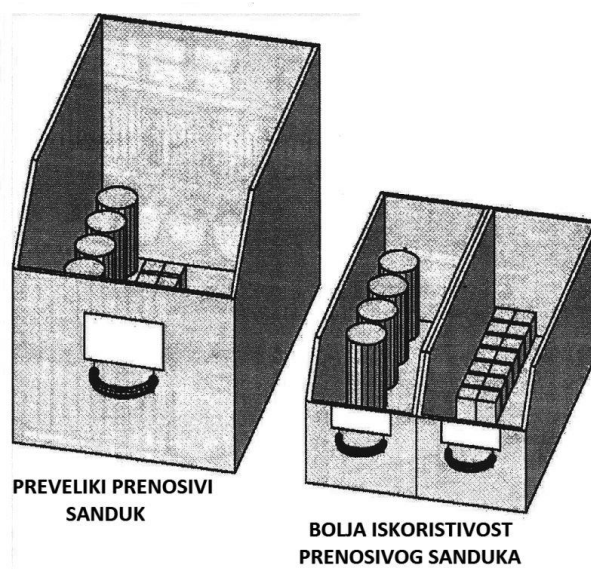
Materijale u prahu i zrnate materijale često se skladišti u platnene vreće bez okvira. Nakon pražnjenja vreće se čiste. Nažalost, okviri zauzimaju istu količinu prostora sadrže li vreću ili ne. Pomoću okvira koji se mogu sklopiti i složiti nakon pražnjenja, može se uštedjeti mnogo prostora.



Slika 34. Sklopiva kutija za sipke materijale [23]

#### 3.7.2. Korištenje kutija i prenosivih sanduka prilagođenih veličini proizvoda

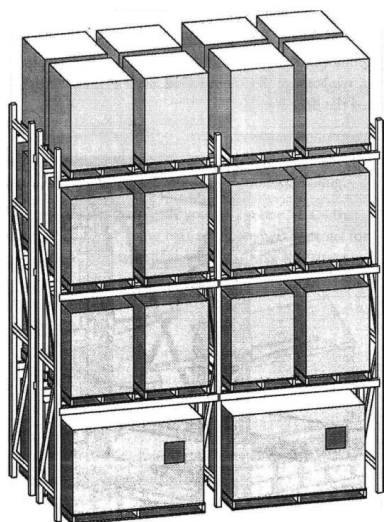
Mnoge tvrtke kupuju kutije i prenosive sanduke u jednoj veličini koja odgovara svima. To može rezultirati boljom cijenom, ali često znači da se u kutije pohranjuje puno zraka (praznog prostora). Biranje veličine kutije je kao dizajniranje ambalaže, mora biti dovoljno velika da pohrani proizvod na siguran način, ali ne veća od dovoljnog. Isto tako, kontejneri za "radove u tijeku" trebaju biti konstruirani kako bi pohranjivali međuproizvoe na siguran način zauzimajući što manje prostora. Korištenje standardnih kontejnera ne štedi novac ako rezultira gradnjom novog skladišta za pohranu praznog prostora unutar kontejnera.



Slika 35. Prenosivi sanduci [3]



### 3.7.3. Postavljanje polica sa lakom prilagodbom visine



Nisu svi proizvodi jednake visine. Visina pojedinih polica treba varirati kako bi se postigla maksimalna iskoristivost svake police. Slobodan prostor iznad proizvoda trebao bi biti dovoljno velik za lako komisioniranje proizvoda, ali taj neiskorišteni prostor ne bi trebao biti veći od 0.03 m do 0.05 m, ovisno o veličini i težini proizvoda. Važna je sposobnost prilagodbe visine police kako bi se postigla fleksibilnost za promjene.

Slika 36. Skladištenje glomaznih materijala ispod regala [3]

### 3.7.4. Biranje veličine kutije prema veličini proizvoda

Kutije za police dolaze u raznim veličinama. Visina varira od 1 m do 2.5 m s elementima za naslagivanje. Dubina ovakvih naslaganih polica može biti od 0.3 m do 0.6 m. Širina kutija varira od 0.9 m do 1.2 m. Unutar svake jedinice, veličina kutije varira po visini i širini. Treba osigurati da je odabir veličine prikladan mješavini proizvoda, koja se može mijenjati kao i sadržaj mješavine.

### 3.7.5. Skladištenje materijala neobične veličine na podu ispod regala

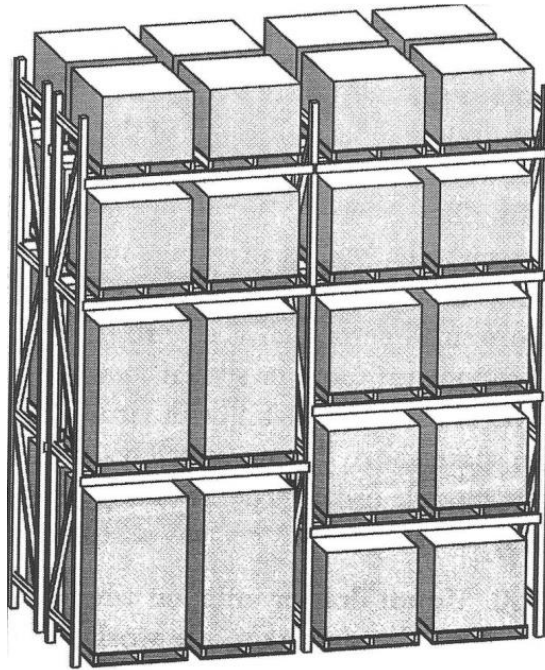
Velike ili teške proizvode koji ne stanu u regale može se pohraniti na pod. Grede se mogu podići kako bi napravile više prostora tamo gdje je potrebno.

### 3.7.6. Maksimizacija iskorištenja kutije

Prikladna iskoristivost kubikaže u kutijama također može pridonijeti znatnim uštedama prostora. Treba voditi računa o korištenju kutija i izvoditi promjene kako bi se smanjio prazan prostor u njima, koristeći sustav za nasumično skladištenje i lociranje, koji će maksimizirati uporabu slobodnog prostora.

### 3.7.7. Paletni nosači na različitim visinama

U većini tvrtki, visina natovarenih paleta varira od proizvoda do proizvoda. Djelomično popunjene palete imaju još više varijacija. Paletni nosači postavljeni na pozicije različitih visina omogućavaju dodatnu razinu skladištenja u nekim dijelovima regala. Odlaganje upravljano računalom može osigurati da visina paleta odgovara skladišnoj lokaciji u regalu.

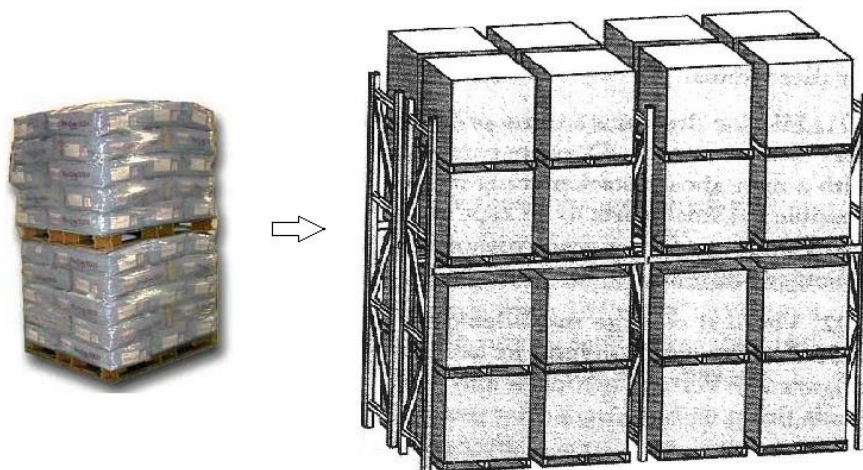


**Slika 37. Različite visine paletnih nosača u paletnim regalima [3]**

### 3.8. Kombiniranje međusobnog položaja paleta

#### 3.8.1. Dvije palete na jednoj poziciji u regalu

Relativno lagane palete mogu se skladištiti tako da se slože jedna na drugu na jednoj poziciji u regalu kako bi se postigla veća visinska gustoća. Iako bi u tom slučaju grede trebale biti deblje za 0.03 m do 0.05 m kako bi izdržale veći teret, time se eliminira prazan prostor iznad palete. Uobičajenom visinom tereta na paleti, ovim načinom se visinski zahtjevi smanjuju za 9%. Zamka je u tome što se mogu naslagivati palete koje sadrže isti proizvod. Ako cijeli sadržaj obaju paleta nije korišten u isto vrijeme, potencijalni gubitak prostora veći je nego kod jednostrukih paleta.



Slika 38. Dvije palete na jednoj skladišnoj poziciji [24],[3]

#### 3.8.2. Korištenje regala dvostruke dubine gdje je izvedivo

Ako pozicije za palete nisu dovoljne veličine za skladištenje na podu ili u protočne regale, regali dvostruke dubine bi se trebali uzeti u obzir za sve proizvode u normalnim količinama za bar dvije palete. Ova primjena smanjuje prostor predviđen za prolaze za skoro pola u usporedbi sa standardnim regalima za skladištenje jedne palete po dubini. Glavni nedostatak specijaliziranih regalnih sustava (pokretni regali, prolazni regali, protočni regali i gravitacijski regali) su troškovi. Troškovi su veći od dva do 10 puta za jednu paletnu poziciju kod ovakve opreme nego kod klasičnih paletnih regala. Pomoćni troškovi, kao što su instalacija i sustav za zaštitu od požara, su također skuplji. Usprkos dodatnim troškovima,

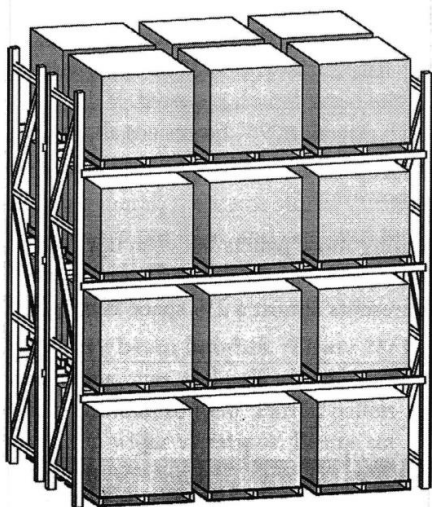


postoje situacije kada su troškovi nekorištenja ovih tehnika puno veći. Ako je postojeći objekt bio izgrađen do najveće moguće mjere na gradilištu, troškovi preseljenja moraju biti uspoređeni sa pojedinim troškovima specijalnih regalnih sustava. Kod novih konstrukcija, troškovi zemljišta mogu zahtijevati veću gustoću skladišta. Troškovi izgradnje ekološki kontroliranog skladišnog prostora također opravdavaju veću gustoću skladišta.



**Slika 39. Regal dvostruke dubine [25]**

### 3.9. Prilagodba veličine paletnih nosača



Slika 40. Paletni nosači trostruke širine [3]

#### 3.9.1. Korištenje paletnih nosača trostruke širine

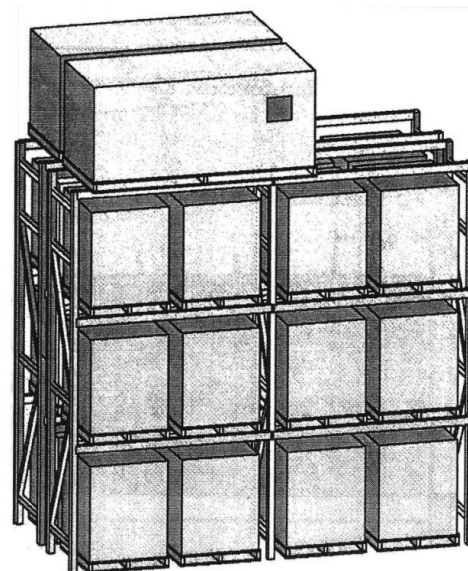
Skladištenje više paleta između stupova štedi prostor na isti način kao i naslagivanje dviju paleta u visinu. Kao što slika pokazuje, čak i sa težim stupovima, štedi se skoro 2% prostora. Ovo može biti manje koristan način uštede prostora, ali može biti iskorišten u kombinaciji sa drugim tehnikama.

#### 3.9.2. Korištenje produžetaka na stupovima za iskorištenje slobodne visine

Mnoga postojeća skladišta uporno ograničavaju potencijal skladišta zbog stupova regala koji ne koriste raspoloživu visinu skladišta. Ovaj uvjet može biti rezultat kupnje korištenih regala ili ponovnog korištenja regala iz prijašnje zgrade. Produžetci koji su dostupni mogu povećati radnu visinu stupova kako bi iskoristili cijelu visinu skladišta. Prije postavljanja produžetaka, treba detaljno proučiti nosivost i kapacitet regala i provjeriti usklađenost sa preporučenim standardima

#### 3.9.3. Produživanje stupova samo do gornjih paletnih nosača

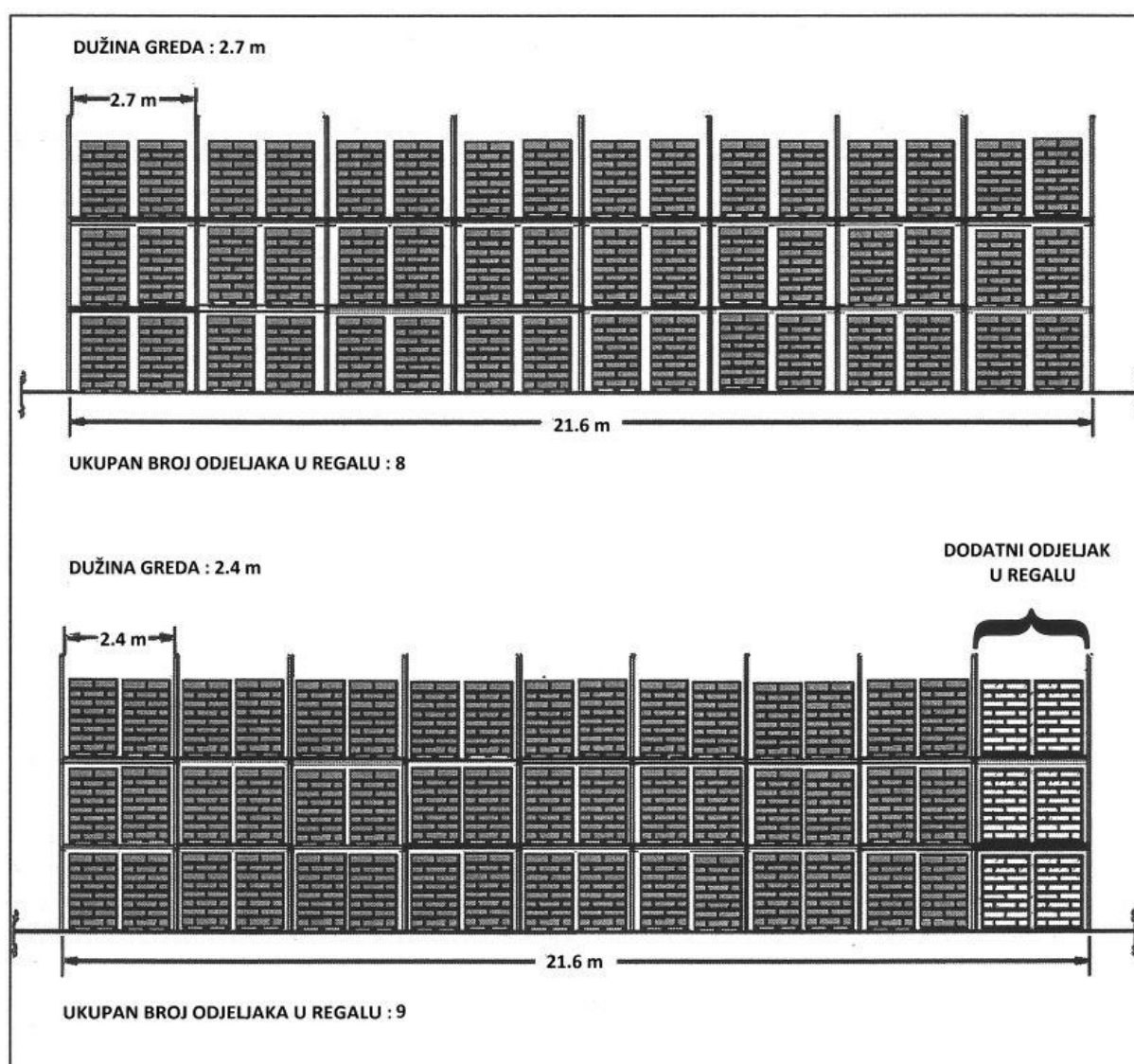
Ako visina stupova doseže do gornjih paletnih nosača, gornja pozicija na regalu može služiti za skladištenje širokih paleta ili paleta se dugim produžetcima koje bi inače bile stavljene na pod. Neke konstrukcije stupova i paletnih nosača omogućuju paletama smještaj točno iznad stupova.



Slika 41. Produžetci stupova u ravni najviših greda [3]

### 3.9.4. Postavljanje kraćih paletnih nosača

Horizontalni prostor može se iskoristiti kao i vertikalni. Mnogi regali koriste duže paletne nosače nego što je potrebno. Skladište koje koristi palete veličine 1,2 m x 1 m<sup>1</sup> često su skladištene u regale čiji su paletni nosači dugi 2,6 ili 2,7 m. Ako palete nemaju produžetaka, 21% do 26% dužine paletnih nosača je neiskorišteno. Ako je regal konstruiran da tolerira 0,03 m produžetaka u svakom smjeru, samo je 2,4 m paletnih nosača potrebno. Ova promjena može povećati kapacitet za 6% do 11%. Ali treba pripaziti da to može imati i negativan utjecaj na produktivnost.



Slika 42. Ušteda prostora dobivena korištenjem kraćih paletnih nosača (greda) [3]

<sup>1</sup> Veličina paleta prema američkim standardima - 48"x40"

### 3.10. Ulazno/izlazne rampe

#### 3.10.1. Smještanje punjača baterija između ulazno/izlaznih rampi

Prostor između ulazno/izlaznih rampi može se učinkovito iskoristiti smještanjem punjača za baterije na zidove između njih.



Slika 43. Ulazno/izlazne rampe [26]

#### 3.10.2. Osiguranje prostora za mijenjanje baterija umjesto stanica za punjenje

Kada neka aktivnost zahtijeva punjenje baterija tijekom radnih sati, treba uzeti u obzir područja za zamjenu baterija gdje se baterije uklanjaju iz viličara i pune u regalima dok se druga baterija stavlja u viličar i on se šalje nazad na posao. To zahtijeva manje podnog prostora nego što je potreban prostor za parkiranje viličara dok se baterije pune.



Slika 44. Stanice za mijenjanje baterija i punjenje [27]

### **3.10.3. Skladištenje ispred neiskorištenih ulazno/izlaznih rampi**

Ako zgrada ima više ulazno/izlaznih rampi nego je potrebno za operaciju, prostor ispred neiskorištenih rampi može se koristiti za skladištenje, skele, ili radni prostor.

### **3.10.4. Korištenje različitih podiznih rampi**

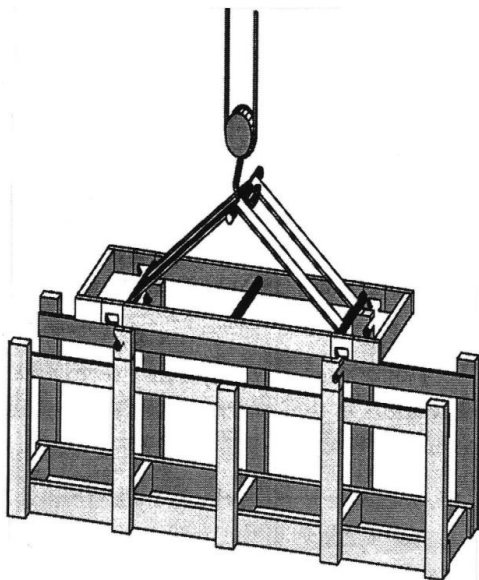
Namjenske podizne rampe omogućavaju korištenje opreme za rukovanje paletama za stavljanje i vađenje proizvoda iz kamiona čija se visina razlikuje od visine ulazno/izlaznih vrata. Nedostaci su to što se zahtijeva poseban prostor i dizala obično ne idu toliko nisko da viličar može doći do prizemlja. Alternativna opcija za uštedu prostora je gradnja rampe koja omogućava viličarima da dođu do prizemlja. To uglavnom veže i prostor ulazno/izlaznih vrata. Uređaj za kombinaciju, ili "Dual Dock" ,koji se može koristiti i kao podizna rampa za prikolice i kao podizna rampa koja omogućava pristup prizemlju bolje koristi slobodan prostor.



**Slika 45. Podizna rampa [28]**

### 3.11. Ostale tehnike uštede skladišnog prostora

#### 3.11.1. Korištenje okvira za naslagivanje za nestabilne palete, lomljive materijale, ili neobično oblikovane predmete koji se ne mogu naslagivati



Slika 46. Okvir za naslagivanje [3]

Mnogi proizvodi, kao što su valjci, cijevi, ili šipke, mogu biti složeni na paleti, ali ne čine stabilnu paletnu formu za sljedeću paletu koja bi trebala na njoj stajati. Drugi proizvodi koji su uredno posloženi će se srušiti pod težinom palete smještene na vrh. Za takve proizvode, okviri za naslagivanje pružaju stabilnost i omogućavaju naslagivanje rasutih materijala do granice koju dopuštaju dimenzije građevine. Tu su i okviri koji omogućavaju skladištenje ploča na rub, pružajući laki pristup svakoj ploči bez potrebnog prostora za ostavljanje ploča na podu. Često se može cijeli okvir koristiti za transport materijala. Kod povremenih

zahtijeva skladišta za male, lagane proizvode koji se ne naslaguju, može se pokušati omatanje okvira za naslagivanje kako bi se formirala privremena kutija za skladištenje.

#### 3.11.2. Uporaba slobodnog prostora iznad prostora sa kutijama

Prostori sa kutijama obično zauzimaju samo oko 2 m do 2,5 m visine zgrade. U većini slučajeva, preostali prostor iznad kutija je neiskorišten. Ovaj prostor se može iskoristiti tako da se:

- montira polukat na koji će se postaviti odjeljci za kutije
- montira polukat iznad cijelog područja s kutijama za još jedno skladište
- postave pozicije za kutije na više razina u regalima i da se koriste viličari za komisioniranje

### ***3.11.3. Oko stupova iskoristiti prostor za materijal koji se ručno naslaguje***

Dimenzije skladišta u zgradama mogu rezultirati regalima koji imaju stupove na pozicijama za palete. Obično su takve pozicije prazne. Ručno rađeno podište koje se postavlja oko stupova omogućava da se prostor iskorištava za materijal koji može biti ručno naslagan na skladišnu lokaciju. Čak i u tvrtkama koje barataju samo paletama, potreban je prostor za pohranjivanje registara, pomagala za održavanje i čišćenje, ili materijal za pakiranje.

### ***3.11.4. Ručno naslagivanje rasutih predmeta na podu bez paleta***

Kada postoji velika količina lakih kutija, one se mogu ručno naslagivati u gomilama, eliminirajući prostor i težinu paleta.

### ***3.11.5. Popuniti pristanište za željeznicu***

Ako objekt ima unutarnje pristanište za željeznicu koje se ne koristi, može se popuniti i stvoriti prostor za skladište ili alternativnu uporabu.

### ***3.11.6. Uporaba vagona za skladištenje specijalnih materijala***

Nije potrebno graditi poseban prostor u skladištu za male količine proizvoda koji se moraju odvojeno skladištiti, kao što su aerosoli, lakozapaljivi predmeti, ili proizvodi koji privlače štetočine. Ako zgrada ima prilaz za željeznicu, mogu se iznajmiti vagoni kako bi se kreirala izolirana skladišta. Skladišta za zapaljive materijale moraju se pridržavati posebnih propisa.

### ***3.11.7. Korištenje prikolica za skladištenje***

Ako objekt ima dovoljno veliko dvorište i suvišne prikolice, prikolice se mogu iskoristiti kao skladište za proizvode koji nisu u uporabi, ili su rijetko koriste i male su vrijednosti. To će rasteretiti skladišni prostor unutar zgrade.



### **3.11.8. Korištenje GPS/LPS tehnologije za maksimizaciju površine skladišta**

Global Positioning System (GPS) kordinate lociraju materijal pohranjen vani s istom razinom preciznosti kao i regalni locirajući sustav. Local Positioning System (LPS) daje istu preciznost unutra. Za najbolju točnost kod lociranja naslaganih proizvoda, kombiniraju se GPS/LPS sustavi s RFID (Radio-Frequency IDentification) oznakama na materijalima za praćenje svakog kretanja.



**Slika 47. RFID oznaka [29]**

### **3.11.9. Konstruiranje stanica za pakiranje za učinkovitost prostora**

Prostor iznad konvejera može se koristiti kao skladište za sklopljene kutije. Naprimjer, role dunnage papira mogu se smjestiti iznad stola za pakiranje umjesto korištenja ploča na stolu. Stolovi za pakiranje trebaju biti konstruirani tako da se ravne prazne kutije mogu pohraniti ispod te u regale iznad stola.

### **3.11.10. Objesiti skladišne module na strop**

Ova tehnika je česta u skladištima koja koriste ovjesne staze. Može se naći dodatan prostor za aktivnosti koje ne trebaju puno prostora u visinu ostavljajući podnu površinu praznu, bez struktura za potporu.



## 4. ZAKLJUČAK

Detaljnom analizom ograničenja i mogućnosti skladišta može se dobiti značajna ušteda prostora. Navedene tehnike nisu primjenjive u svim tipovima skladišta, ali dobrim odabirom jedne ili kombinacijom više tehnika u određenom skladištu postiže se velika promjena.

Pažljivom organizacijom može se poboljšati, ne samo iskoristivost prostora, već i produktivnost skladišta. Uz veličinu proizvoda, kod smještanja proizvoda u skladišne module pažnju treba posvetiti i protoku proizvoda. Različiti protoci mogu izazvati smetnje u prolazima, pogotovo ako se pokušava prolaze učiniti što užima.

Kod analize odabira skladišnog rješenja treba izvesti usporedbu troškova različitih izvedbi skladišta kako bi se ustanovila isplativost. Neka skladišta su premala da bi se uvodio skupi automatizirani sustav, te bi se u takvim skladištima trebalo obratiti više pozornosti na prostorni raspored regala i preglednost. Nasuprot tome, u velikim skladištima vjerojatno će biti isplativije uvesti sustav upravljan računalom sa locirajućim sustavom kako bi se eliminiralo puno praznog hoda radnika i vrijeme potrošeno na traženje artikala.

U svakom skladištu postoji prostor za poboljšanja funkcionalnosti i iskoristivosti prostora, te treba počinjati od najbanalnijih promjena kao što je naslagivanje dviju paleta na jednu skladišnu poziciju. Tako se može uštedjeti par centimetara po razini regala što ne mora imati nikakav utjecaj, ali nekad je dovoljno samo par centimetara da bi se nadoknadio neki drugi nedostatak, npr. visina vodilica.

Kod odabira tehnika veliku ulogu ima i raznolikost proizvoda. Npr. kod regala dvostruke dubine ne možemo na prvu paletu skladištiti jednu vrstu proizvoda, a na drugu paletu drugu vrstu proizvoda, jer bi tako izgubilo na preglednosti.

Jako je bitan odabir transportnih sredstava. Ona imaju svoja ograničenja koja treba uskladiti sa vrstom proizvoda koji prevoze i vrstom regala s kojima rade.

Na kraju treba obratiti pozornost na najvažniju stvar, a to je sigurnost radnika, opreme i materijala. Npr. ne smije postojati mogućnost od rušenja paleta ili artikala sa polica, i zbog radnika i zbog proizvoda.

Skladištenje je proces koji zahtijeva mnogo znanja i iskustva. Uvijek je moguća promjena uvjeta i zahtjeva skladištenja, te je zbog toga potrebno konstantno usavršavanje i učenje.

## 5. LITERATURA

- [1] Oluić, Č., Skladištenje u industriji, FSB, Zagreb, 1997.
- [2] Predavanja prof. Oluić, kolegij „Tehnička logistika“
- [3] Kuchta, J., How to Save Warehouse Space-153 Tested Techniques, Distribution Group, 2004.
- [4] <http://www.cisco-eagle.com>, pristupljeno: 2014-9-1
- [5] <http://mimaforklift.en.made-in-china.com>, pristupljeno: 2014-9-1
- [6] <http://www.bigjoelift.com>, pristupljeno: 2014-9-1
- [7] <https://www.flickr.com>, pristupljeno: 2014-9-1
- [8] <http://www.matrixok.com>, pristupljeno: 2014-9-7
- [9] <http://www.technovijay.com>, pristupljeno: 2014-9-7
- [10] <http://www.aw-systems.com>, pristupljeno: 2014-9-1
- [11] <http://www.pmh.net>, pristupljeno: 2014-9-2
- [12] <http://podemcrane.com>, pristupljeno: 2014-9-2
- [13] <http://www.freshplaza.com>, pristupljeno: 2014-9-2
- [14] <http://www.trevis.si>, pristupljeno: 2014-9-3
- [15] <http://www.dexioncroatia.com>, pristupljeno: 2014-9-3
- [16] <http://www.houzz.com>, pristupljeno: 2014-9-4
- [17] <http://www.ezrshelving.com>, pristupljeno: 2014-9-4
- [18] <http://www.toyotaequipment.com>, pristupljeno: 2014-9-5
- [19] <http://www.e-cantonfair.com>, pristupljeno: 2014-9-5
- [20] <https://www.wieseusa.com>, pristupljeno: 2014-9-8
- [21] <http://www.acgconveyors.com>, pristupljeno: 2014-9-8
- [22] <http://storagesystemsusa.com>, pristupljeno: 2014-9-5
- [23] <http://www.axispackaging.com.au>, pristupljeno: 2014-9-6
- [24] <http://www.loadek.com>, pristupljeno: 2014-9-10
- [25] <http://www.wclstoragesystems.co.uk>, pristupljeno: 2014-9-10
- [26] <http://www.seamlessbuildingsolutions.com>, pristupljeno: 2014-9-6
- [27] <http://warehousenews.co.uk>, pristupljeno: 2014-9-7
- [28] <http://www.pentalift.com>, pristupljeno: 2014-9-12
- [29] <http://www.wirelessvisionme.com>, pristupljeno: 2014-9-12