

# Skladištenje

---

Oblikovanje skladišta  
- oblikovanje skladišne zone

## Oblikovanje skladišta

---

### Oblikovanje skladišta

- 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
-

## Oblikovanje skladišta

Cilj projekta – oblikovati skladišni sustav koji će zadovoljiti sve tehničke, informacijske, organizacijske, sigurnosne i ekološke zahtjeve, pritom minimizirajući troškove i maksimizirajući uslugu korisniku

Min prostora (max iskoristivost prostora)

Max iskoristivost opreme

Max iskoristivost ljudskog rada

Max pristup svim materijalima

Max zaštita materijala

Min grešaka

Min vremena aktivnosti

...

KONFLIKTNI CILJEVI

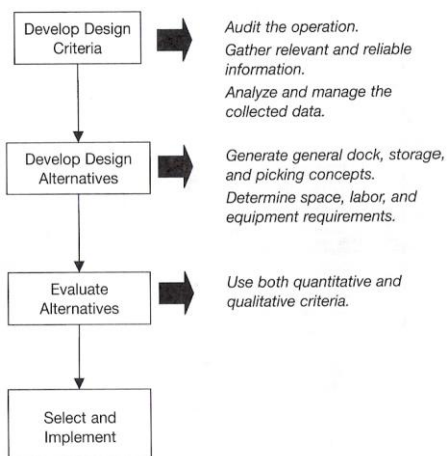


Konačno rješenje – kompromis, "optimalno" s obzirom na troškove i nivo usluge

Nepostojanje cjelovitog modela → metodologija ?

## Oblikovanje skladišta

### Općeniti pristup oblikovanju skladišta



## Oblikovanje skladišta

---

### Oblikovanje prostornog rasporeda (layout) skladišta

- ručno i pomoću softvera
  - algoritmi originalno razvijeni za oblikovanje proizvodnih pogona
  - Kriteriji optimizacije:
    - ako su odnosi između odjela/zona skladišta dani kvantitativno, cilj je minimizacija troškova, udaljenosti i učestalosti kretanja materijala između odjela
    - ako su odnosi između odjela/zona dani kvalitativno, cilj je maksimizacija tzv "closeness rating" vrijednosti.
- 

## Oblikovanje skladišta

---

### Oblikovanje skladišne zone

Zadaci i ciljevi u skladu sa zadacima i ciljevima oblikovanja skladišta

- definirati prostorni raspored zone (veličina, oblik)
- definirati potrebnu skladišnu i transportnu opremu
- definirati ostalu potrebnu opremu

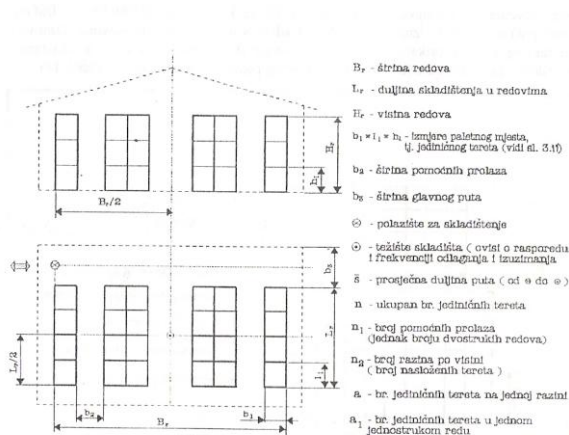
Na raspolaganju brojni razvijeni matematički modeli, postupci (metode rada), principi.

---

## Oblikovanje skladišne zone

### Model optimalnih izmjera skladišne zone

- kriterij minimalni transportni put



## Oblikovanje skladišne zone

### ZADATAK

Potrebno je odrediti optimalne izmjere skladišne zone za skladištenje paletiziranog materijala podno u redove, prema kriteriju najkraćeg puta.

Zadano: kapacitet  $n=900$  paleta  
 naslagivanje na 3 razine  
 dimenzije paletnog mjesta  $1,3 \times 0,9$  m  
 potrebna širina prolaza za viličar  $2,5$  m  
 širina glavnog prolaza  $4$  m

Pretpostavke: slučajni (nasumični) raspored odlaganja  
 jednostruki radni ciklusi viličara  
 ulaz u skladišnu zonu u kutu prostorije  
 poprečno odlaganje paleta

## Oblikovanje skladišne zone

---

### ZADATAK

Potrebno je odrediti optimalne izmjere skladišne zone za skladištenje paletiziranog materijala podno u redove, prema kriteriju najkraćeg puta.

Zadano: kapacitet  $n=612$  paleta  
naslagivanje na 3 razine  
dimenzije paletnog mjesta  $1,3 \times 0,9$  m  
potrebna širina prolaza za viličar  $2,5$  m  
širina glavnog prolaza  $4$  m

Pretpostavke: slučajni (nasumični) raspored odlaganja  
jednostruki radni ciklusi viličara  
ulaz u skladišnu zonu na sredini gl. prolaza  
podužno odlaganje paleta

---

## Oblikovanje skladišne zone

---

Poprečno ili podužno odlaganje – razlike ?

### ZADATAK

Potrebno je odrediti povoljniji način odlaganja paleta (podužno ili poprečno) u skladišnoj zoni s podnim odlaganjem u redove.

Zadano: površina skladišne zone  $30 \times 21,5$  m  
širina glavnog prolaza  $4$  m  
širina prolaza između redova  $2,5$  m  
dimenzije mjesta odlaganja  $1,3 \times 0,9$  m

Pretpostavke: ulaz u skladišnu zonu na sredini manje  
stranice zone  
redovi paralelni s većom stranicom zone

---

## Oblikovanje skladišne zone

### Utjecaj orijentacije redova/glavnog prolaza – razlike?

## ZADATK

Potrebno je odrediti skladišni kapacitet (broj paletnih mjesta) prostora za skladištenje paletiziranog materijala u klasičnim paletnim regalima.

Zadano:

- dimenzije regala - jedn. 2,7x1,2 m (12 paleta)
- dvos. 2,7x2,6 m (24 palete)
- širina prolaza između redova 2,8 m
- širina glavnog prolaza 4,3 m
- dimenzije raspoložive površine 38x22 m
- lokacija ulaza na sredini šire stranice zone

## Oblikovanje skladišne zone

Utjecaj odabranog sredstva za skladištenje (izbor regala) – razlike ?

# ZADATK

Za skladište kapaciteta  $Q=860$  paletnih mjesta potrebno je odrediti potrebni površinu za materijal i puteve skladišne zone, za slučajeve skladištenja u

- a) klasičnim paletnim regalima  
b) prijevoznim paletnim regalima

paletni regali su duljine 2,75 m, širine-jednostruki 1,2 m, širine-dvostruki 2,6 m, s ukupno 12 paletnih mjesta po jednom regalu. Potrebne širine svih prolaza za postojeće transportno sredstvo iznose 2,6 m.

Razmak između prijevoznih regala 0,2 m. Maksimalna duljina reda s glavnim prolazom iznosi 20 m.

## Oblikovanje skladišne zone

Utjecaj odabranog transportnog sredstva (izbor viličara) – razlike ?

### ZADATAK

U postojećem prostoru dimenzija 30x30x6 m potrebno je oblikovati skladišnu zonu. Za skladištenje paletiziranog materijala ( $m=1000$  kg, EURO paleta) odabrani su paletni regali prema slici.

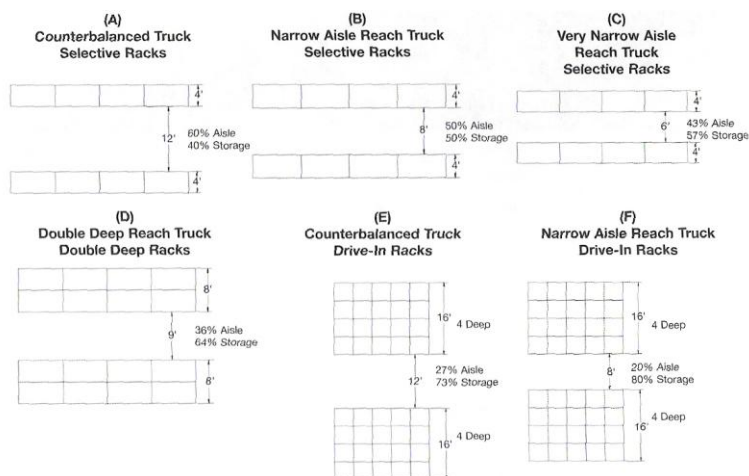
Potrebno je odrediti kapacitete skladišne zone ovisno o transportnom sredstvu.

- a) Jungheinrich EFG 113
- b) Jungheinrich ETV 112
- c) Jungheinrich EFX 410

(Za svaku varijantu dane su potrebne širine prolaza, te proračunat kapacitet skladišne zone i provedena usporedba rješenja)

## Oblikovanje skladišne zone

### Usporedba gustoće skladištenja



## Oblikovanje skladišne zone

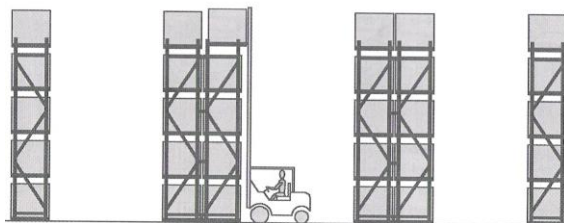
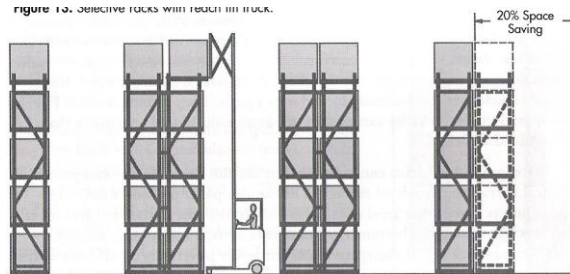
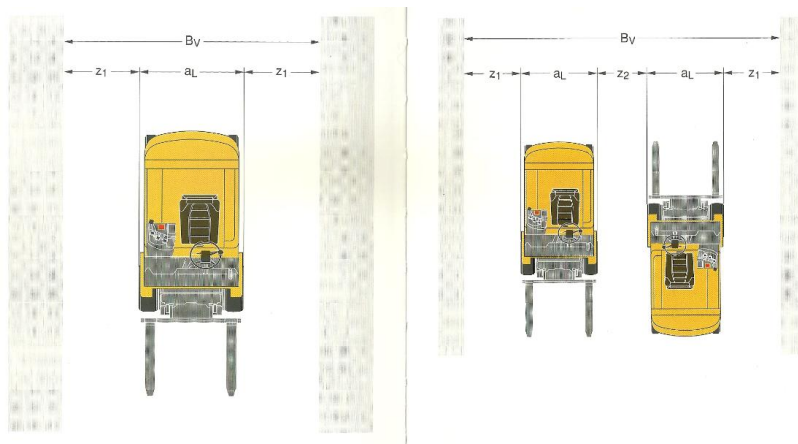


figure 1-3. Selective racks with reach truck.



## Oblikovanje skladišne zone



$a_L$  – širina viličara (s teretom)  
 $z_1 = 0,5 \text{ m}$  (bez ljudi) /  $0,75 \text{ m}$  (ljudi)  
 $z_2 = 0,4 \text{ m}$



## Oblikovanje skladišne zone

### Član 82.

Ako posebnim propisima nije drugačije određeno, najmanja dopuštena širina manipulativnih putova odnosno prometnica u skladištima mora iznositi:

1. u prostoriji koja nije šira od 15 m – 1,50 m,
2. u prostoriji širine od 16 do 40 m – 2,40 m,
3. u prostoriji širine od 41 do 80 m – 3 m, ili dvije prometnice svaka širine 2 m,
4. u prostoriji širine preko 80 m – na svakih 40 m širine, po jedna prometnica 3 m.

### Član 83.

Ako posebnim propisima nije drugačije određeno, skladišne prostorije moraju na svakih 30 m dužine imati poprečne prometnice širine najmanje 1,80 m.

Ako se roba uskladištava u regale ili palete, glavna prometnica ne smije biti uža od 1,5 m, a razmak između regala ne smije biti manji od 0,80 m.

### Član 84.

Ako posebnim propisima nije drugačije određeno, udaljenost uskladištene robe od zidova, međukatnih konstrukcija i stropova od izlaza i hidranata, ne smije biti manja od 0,80 m, a od rasvjetnih armatura i grijaćih tijela od 0,50 m.

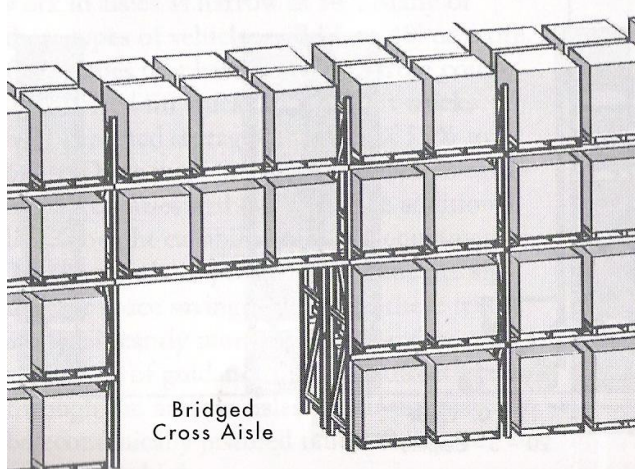
U priručnim skladištima i skladištima površine manje od 100 m<sup>2</sup> udaljenost uskladištene robe od zida ne smije biti manja od 0,30 m.

### Član 85.

Prostor za uskladištenje mora biti obilježen linijom bijele postojane boje, a prolazni manipulativni putovi linijom postojane žute boje širine najmanje 5 cm.

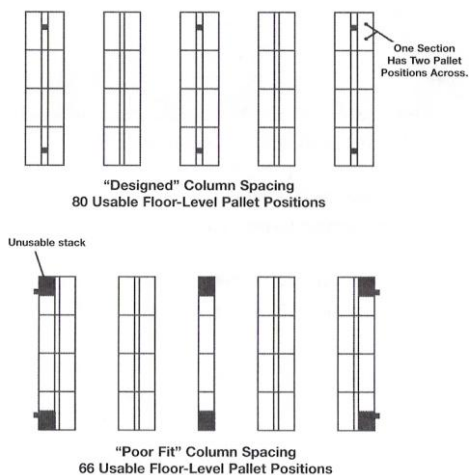
## Oblikovanje skladišne zone

### Mostovi za povećanje kapaciteta - primjer



## Oblikovanje skladišne zone

### Utjecaj rastera nosivih stupova hale na kapacitet



## Oblikovanje skladišne zone

### Rad u dvostrukim radnim ciklusima

- jednostruki i dvostruki radni ciklus
- smanjenje vremena uskladištenja i iskladištenja dvostrukim ciklusom
- optimizacija ?
- optimalni prostorni raspored skladišne zone ako se radi dvostukim radnim ciklusima ?

Pohl, L.M.; Meller, R.D. & Gue, K.R. (2009a). An Analysis of Dual Command Operations in Common Warehouse Designs, *Transportation Research Part E*, Vol. 45, No. 3, 367-379