

# 1. SKLADIŠTA

Skladište je mesto gde se odlažu i čuvaju različiti repromaterijali, poluproizvodi i gotovi proizvodi, kako bi se učinili dostupnim u trenutku koji je uslovljen određenim tehnološkim zahtevima tj. kada se ukaže potreba za njima. \*1

Skladište je potrebno na mestima gde postoje razlike pri rukovanju materijalima. Ove razlike nastaju kada nastupi jedan od sledećih slučajeva: \*2

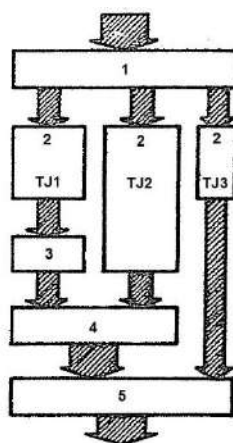
- vremenska razlika između dopreme i otpreme robe,
- razlika u količini robe koja se doprema i otprema, i
- razlika u vrsti robe pri dopremi i otpremi.

Iz potrebe za postojanjem skladišta sledi osnovna karakteristika skladišnog procesa, a to je vremensko premošćavanje, to jest čuvanje robe od trenutka dopreme u skladište do momenta otpreme. Ovo dalje implicira očuvanje upotrebne vrednosti robe odnosno njenog kvaliteta. Kod određenih vrsta robe ovaj uslov nije uvek lako ispuniti, ali se on obezbeđuje primenom određenih standarda kojima se propisuje rok i način čuvanja.

Osnovne skladišne funkcije, prikazane preko karte toka materijala na slici IV-1, su:

\*3

1. prijem,
2. skladištenje,
3. komisioniranje i sortiranje,
4. pakovanje, i
5. otprema.



Slika IV-1. Osnovne skladišne funkcije.

Osnovne skladišne funkcije na karti toka materijala prikazane su preko blokova (pravougaonika) dok strelice simbolizuju rukovanje materijalima. Veličine blokova i debljine strelica mogu da služe kao kvantitativna razmera zastupljenosti različitih transportnih jedinica (TJ1, TJ2, TJ3).

### Prijem

Prijem robe obuhvata sve aktivnosti prilikom prihvatanja robe u skladište i to: \*4

- analizu dokumentacije u svrhu planiranja dolaska (određivanje lokacija za skladištenje, prioritet prijema, vremena istovara itd.),
- istovar transportnih sredstava kojima se roba dovozi do skladišta,
- identifikaciju i sortiranje proizvoda (kontrola dokumentacije, fizička provera robe prema pratećim dokumentima, provera količine robe koja je stvarno stigla, sortiranje robe na ulaz prema lokacijama, pakovanje - ako je potrebno),
- paletizacija (ako je potrebno).

Treba težiti tome da se roba dovozi do skladišta u stanju pogodnom za skladištenje, tj. da je transportna jedinica jednaka skladišnoj jedinici, čime je moguće ostvariti minimalno zadržavanje robe na prijemu (prijemnoj zoni).

### Skladištenje

Skladištenje, u prostoru u kome se roba odlaže i čuva npr. glavno skladište, služi za premošćavanje vremena od trenutka prijema robe do trenutka kada se ukaže potreba za datom robom tj. otpreme. \*5

Lokacija robe u skladištu može se odrediti na sledeća tri načina: \*6

- *Sistem sa fiksnim lokacijama.* Za svaki artikal je rezervisan određen skladišni prostor – lokacije na koje se skladišti. Kapacitet svake fiksne lokacije je projektovan za maksimalni nivo zalihe datog artikla. Primenom ovog sistema skladištenja može doći do nedovoljnog iskorišćenja skladišnog prostora.
- *Sistem sa slučajnim lokacijama.* U ovom slučaju se lokacija na kojoj će artikal biti uskladišten određuje na osnovu slobodnog prostora u skladištu. Dobija se znatna ušteda u skladišnom prostoru, jer se na bilo kojoj lokaciji u skladištu može skladištiti bilo koji artikal. Nedostatak ovog načina skladištenja je otežano praćenje stalne promene lokacija artikla, tako da je neophodna primena računara.
- *Podela skladišta na zone.* U ovom slučaju definisano je koji se artikli skladište u kojoj zoni. U okviru date zone se primenjuje sistem sa slučajnim lokacijama. Ovaj sistem je pogodan za primenu kada se podela na zone vrši prema obrtu pojedinih artikala (npr. ABC analiza itd.).

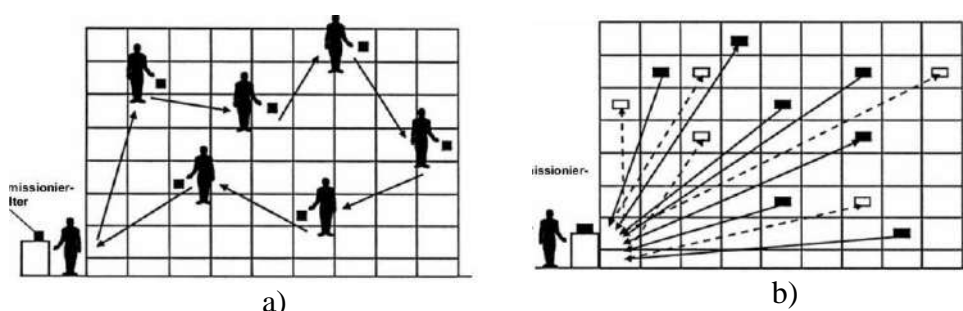
### Komisioniranje

Osnovna funkcija komisioniranja u skladištu je priprema robe za distribuciju prema zahtevu korisnika. To znači da skladišne jedinice napuštaju proces komisioniranja u stanju različitom od onog u kome su došle i bile uskladištene. Komisioniranje je neizbežna skladišna aktivnost i obavlja se u svim skladištima, od ručno opsluživanih do automatskih visokoregalnih skladišta. \*7

Komisioniranje se može vršiti direktno u glavnom skladištu ili u posebnom skladištu za pripremu narudžbina (komisiona skladišta).

U zavisnosti od opremljenosti i tehnologije rada skladišnog sistema, postoje dva osnovna principa komisioniranja: (slika IV-2) \*8

- statički – čovek robi, kada radnik ide po robu, direktno do mesta skladištenja (a). Statičko komisioniranje može biti jednodimenzionalno i dvodimenzionalno, sa strategijom i bez strategije.
- dinamički – roba čoveku, kada se roba transportuje ka radniku do zone komisioniranja (b).



Slika IV-2. Principi komisioniranja.

### Pakovanje

Posle završetka komisioniranja robe prema narudžbinama, roba se pakuje ukoliko je potrebno da se obezbedi zaštita robe za vreme otpreme. Pakovanje se obavlja pretežno ručno, osim u automatizovanim sistemima. U odeljenju za pakovanje komisionirana roba se skuplja prema određenim kriterijumima, proverava da li je kompletna i pakuje za transport. \*9

Posle završetka pakovanja roba napušta sistem za komisioniranje i transportuje se do odeljenja za otpremu. Otprema podrazumeva transport na drugo mesto unutar fabrike ili utovar u sredstvo spoljnog transporta.

### Otprema

Deo skladišta u kome se vrši otprema (otpremna zona) obuhvata sledeće aktivnosti:

\*10

- preuzimanje robe iz odeljenja za pakovanje,
- kontrolu pakovanja i adresiranja,
- ulogu međuskladišta do odnošenja robe, i
- utovar u sredstva spoljnog transporta.

Robu namenjenu za otpremu potrebno je u što kraćem vremenskom periodu utovariti u transportna sedstva, zbog nakupljanja robe u otpremnoj zoni, troškova stajanja transportnih sredstava itd. U tu svrhu kompletirane narudžbine za otpremu (npr. palete) treba da se prikupe i pripreme za utovar i postave pored vrata (rampi) za otpremu. Loša organizacija aktivnosti u otpremnoj zoni dovodi do stvaranja uskih grla.

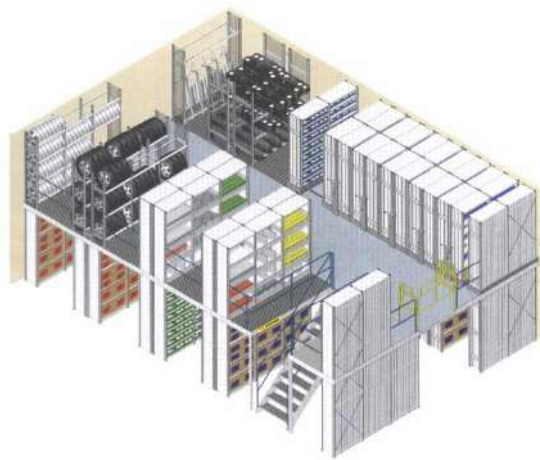
## 2. SKLADIŠTA SA POLICAMA

Skladišta sa policama se koriste u slučajevima gde je potrebno skladištiti širok asortiman proizvoda, manjih dimenzija i u manjim količinama. Roba je moguće direktno odlagati na police (komadni teret) ili spakovane u kartonske kutije, kese, džakove, sanduke, posude (sitni komadi). U ovom slučaju, skladištenje i komisioniranje se realizuju ručno. \*11

Police se postavljaju u redove sa prolazima između, slika IV-3a. Visine polica su najčešće do 3 m. Skladišta sa policama moguće je izvesti i na metalnim galerijama sa dve do tri etaže, slika IV-3b. Sa galerijom su integrisane stepenice koje služe za kretanje radnika, dok se za podizanje i spuštanje robe obično koristi viljuškar. Police mogu biti fiksne ili pokretne.



a)



b)

Slika IV-3. Skladišta sa policama.

## 3. PALETNA SKLADIŠTA

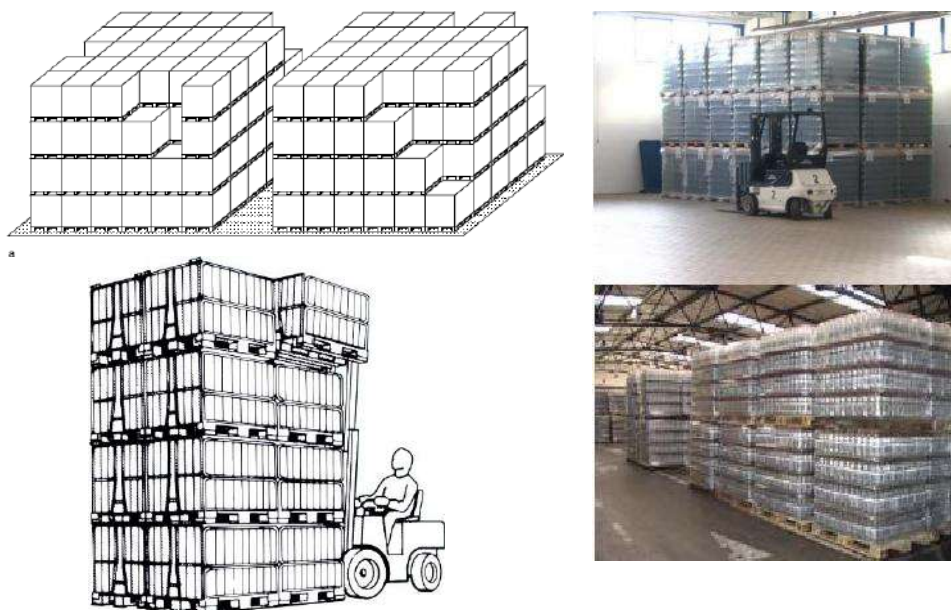
Paletna skladišta se mogu podeliti prema načinu odlaganja paleta u dve grupe: \*12

- podna (blok) skladišta – palete se odlažu na pod skladišta, i
- regalna skladišta – palete se odlažu u regale.

### 3.1. Podna (blok) skladišta

Kod podnih skladišta, transportne jedinice se skladište tako da formiraju blokove zavisno od asortimana artikala. Blok sistem omogućava veoma dobro iskorišćenje površine skladišnog prostora. Ograničena je visina uskladištenja, jer se mogu primeniti samo one transportne jedinice tj. jedinični tereti koji se mogu slagati jedan na drugi (slika IV-5). \*13

Ovakav način skladištenja je pogodan samo kada postoji mali asortiman artikala sa visokim prosečnim stanjem zaliha (npr. voda). Teško se ostvaruje FIFO (First In First Out) princip.



Slika IV-5. Blok skladište.

### 3.2. Regalna skladišta

Regalna skladišta se mogu podeliti tri grupe, zavisno od procesa skladištenja: \*14

- regali i teret su nepokretni (konvencionalna regalna i visokoregalna skladišta, prolazna skladišta – „drive in“ i „drive through“),
- regali su nepokretni a teret se kreće (protočni regali), i
- regali i teret se kreću (pokretni regali).

#### Konvencionalna regalna i visokoregalna skladišta

Način rada konvencionalnih regalnih i visokoregalnih skladišta je isti. U zavisnosti od konstrukcije regala, palete se u regale mogu skladištiti užom ili širom stranom prema prolazu. Skladištenje paleta u regale užom stranom daje bolje iskorišćenje skladišnog prostora i jeftinije je, jer paleta leži direktno na horizontalnim nosačima.

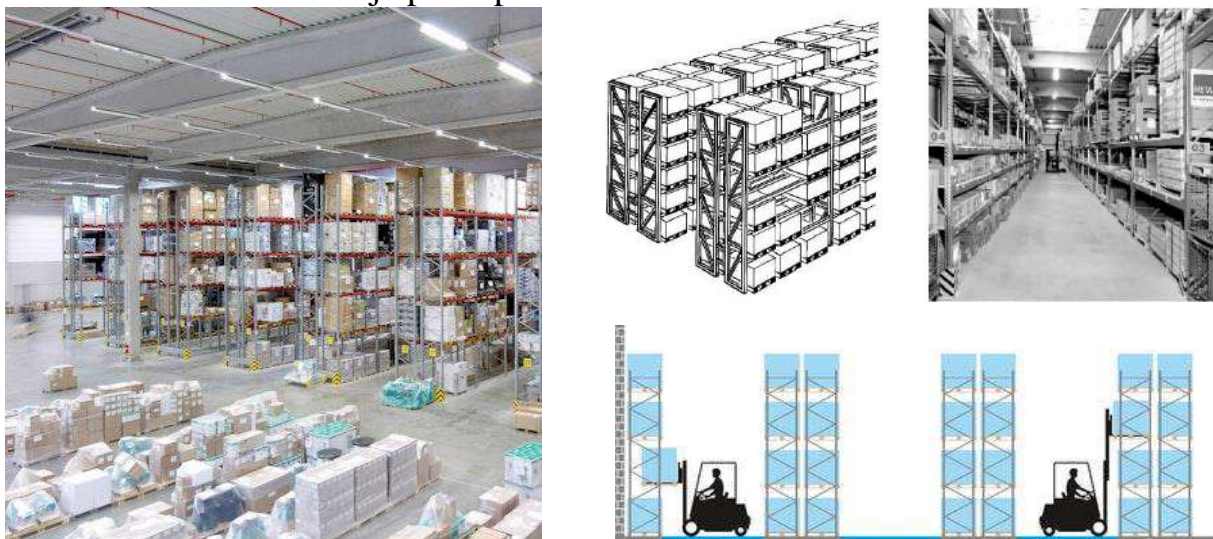


Kod skladištenja paleta u regale širom stranom, pored lošijeg iskorišćenja skladišnog prostora potrebni su i dodatni elementi za nošenje palete u regalu, međutim ovaj način je povoljniji u slučaju komisioniranja. \*15

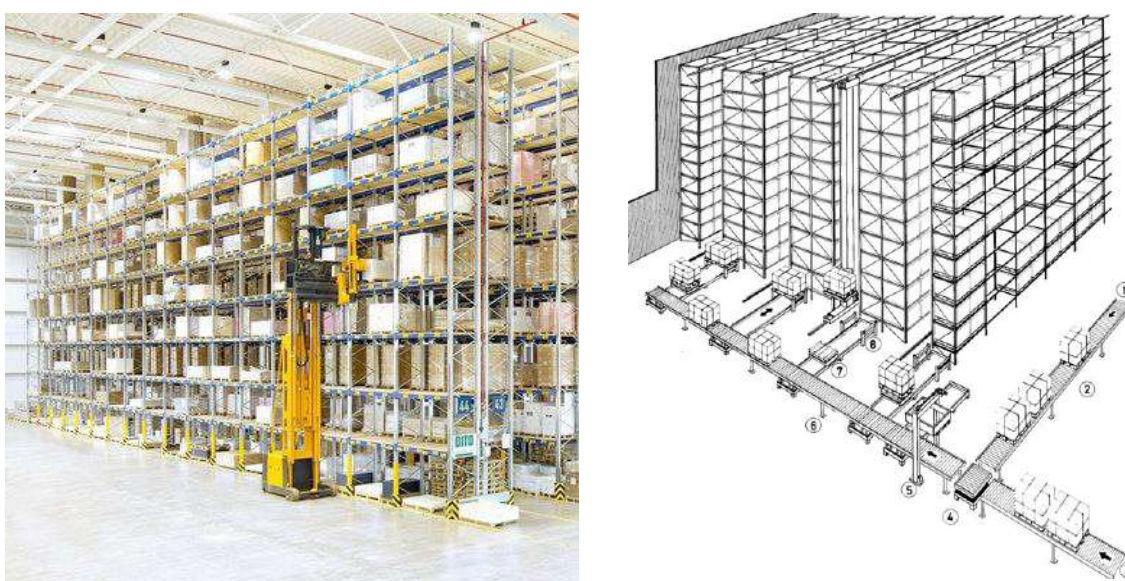
Regalna skladišta nisu viša od 8 m. Opslužuju se čeonim paletnim viljuškama i bočnim elektro paletnim viljuškama. (slika IV-6)

Visokoregalna skladišta se najčešće grade sa visinom uskladištenja do 30 m. Opslužuju se visokoregalnim viljuškama ili dizalicama. Imaju bolje iskorišćenje skladišnog prostora od regalnih skladišta. Kod visokoregalnih skladišta regalna konstrukcija nosi bočne obloge i krov, čime su elementi regala integrisani sa skladišnim objektom u jednu građevinsku celinu. (slika IV-7)

Kod regalnih i visokoregalnih skladišta moguć je direktan pristup svim paletnim mestima i lako se ostvaruje princip FIFO.

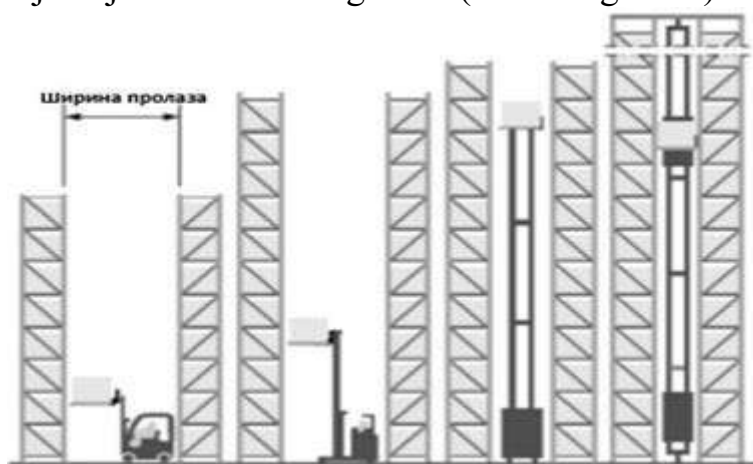


Slika IV-6. Regalna skladišta.



Slika IV-7. Visokoregalno skladište.

Na slici IV-8, prikazane su potrebne širine prolaza i visine dizanja za različite transportne uređaje koji se koriste u regalnim (visokoregalnim) skladištima. \*16

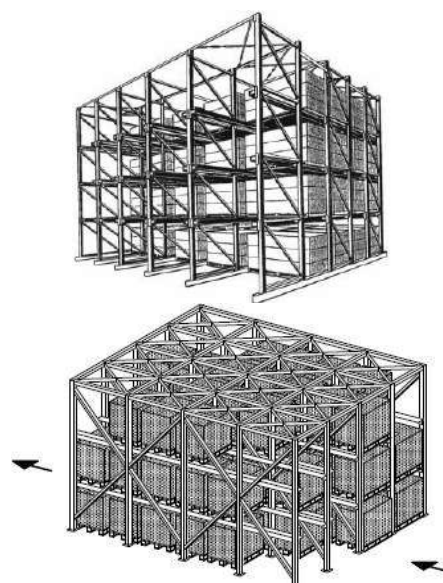


| Transportni uređaj | Čeonilski Viljuškar | Bočni elektro paletni viljuškar | Visoko regalni viljuškar | Visokoregalna dizalica |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Visina dizanja     | 8 m                 | 12 m                            | 13 m                     | 55 m                   |
| Širina prolaza     | > 3000 mm           | 2700-2800 mm                    | 1500-1700 mm             | 750-1500 mm            |

Slika IV-8. Širine prolaza i visine dizanja u zavisnosti od transportne opreme.

### Prolazna skladišta

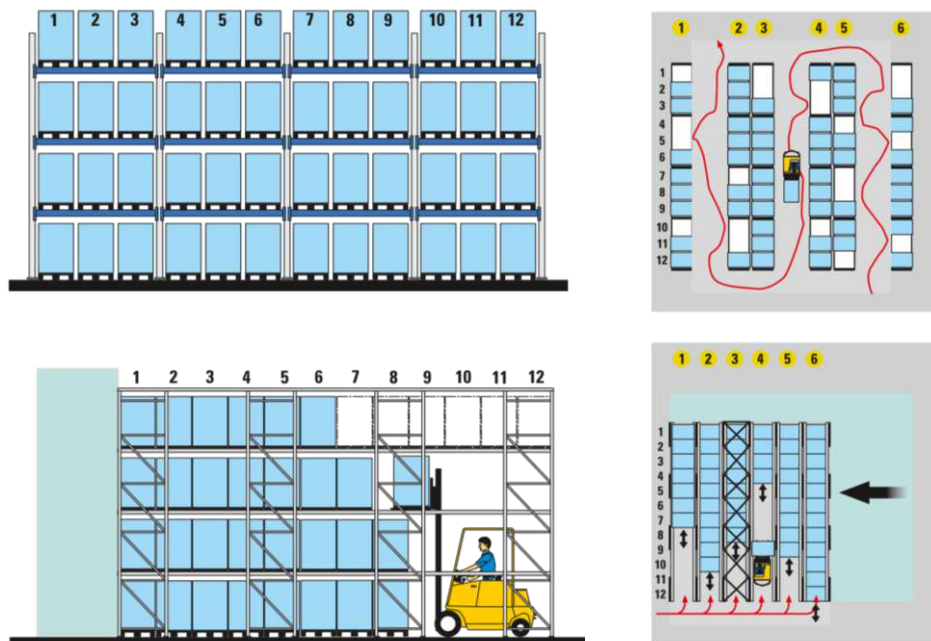
Prolazna skladišta predstavljaju najprostije rešenje za formiranje regalnog skladišta po blok sistemu. Prolazna skladišta se opslužuju čeonim viljuškarima koji se kreću duž regalnih hodnika, pri čemu se palete odlažu po visini jedna iznad druge, tako što se oslanjaju na uske horizontalne nosače koji su fiksirani za regalnu konstrukciju, slika IV-9.



Slika IV-9. Prolazna skladišta.



Paleta se u regalne hodnike odlažu širom stranom. S obzirom da je radi o blok konceptu, obezbeđuje se visok stepen iskorišćenja skladišnog prostora. Kod ovog sistema ostvareno je bolje iskorišćenje skladišnog prostora (nema posebnih hodnika) u odnosu na regalna i visokoregalna skladišta, slika IV-10. Nedostatak je česta pojava delimične popunjenosti regalnih hodnika.



Slika IV-10. Iskorišćenje prostora, prolazna vs. regalna skladišta.

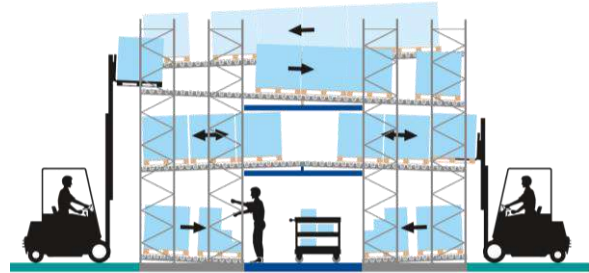
Visina može biti do 8 m, a racionalna dužina jednog bloka je do 15 m. U praksi se primenjuju dva koncepta sa jednostranim „drive-in“ i dvostranim pristupom „drive-trough“. Kod „drive-in“ pristupa ulaz/izlaz paleta u/iz regala je sa jedne strane (LIFO princip), dok je kod „drive-trough“ koncepta ulaz paleta u regal sa jedne a izlaz sa druge strane (FIFO princip), slika IV-9. Kako su mogućnosti pristupa paletama ograničene, prolazna skladišta se koriste za skladištenje veće količine malog broja artikala. \*17

### Protočni regali

Kod protočnih regala palete se pomeraju duž regala najčešće pod dejstvom zemljine težine. U tom slučaju protočni regali se sastoje iz niza staza sa valjcima ili rolnama, nagnutih pod uglom 3° do 5° prema horizontali i raspoređenih po visini i širini regala, na kojima se skladište transportne jedinice. Sve skladišne staze mogu da imaju samo po jedno mesto za ulaz/izlaz paleta u/iz regala (LIFO princip). U ovom slučaju palete se guraju u regal, odnosno odlažu na stazu sa valjcima pod nagibom, uz pomoć viljuškara. Ovaj tip regala je poznat i kao regali sa potiskivanjem.

Takođe je moguće da sve skladišne staze imaju jedno mesto za ulaz paleta i jedno mesto sa druge strane za izlaz paleta iz regala (FIFO princip).





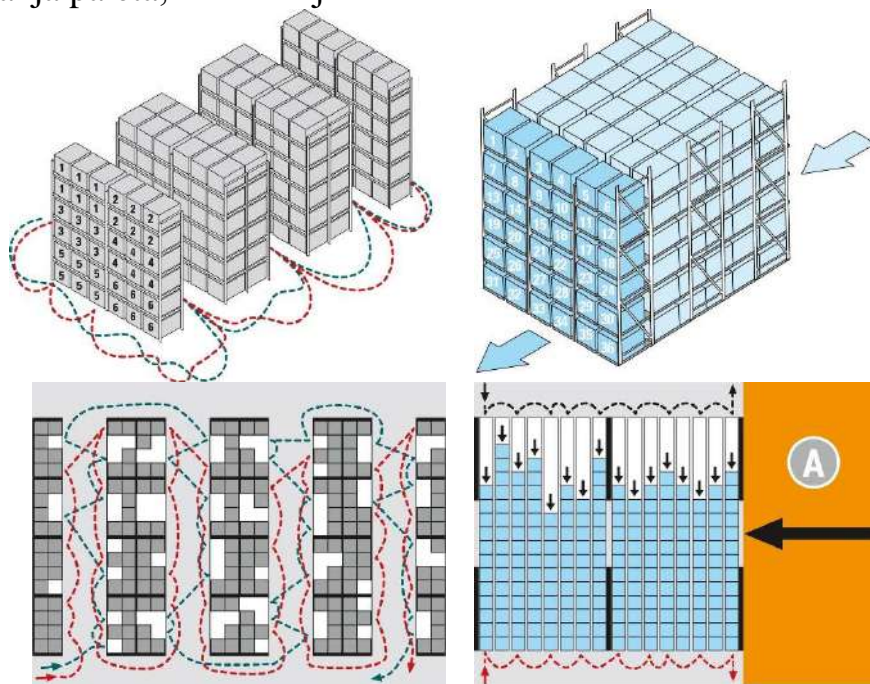
Slika IV-11. Protočni regali (valjci).

Pored varijanti sa stazama sa nagnutim valjcima ili rolnama u praksi se koriste i sistema paralelno postavljenim šinama u regalnom hodniku po kojima se kreće *Shuttle* vozilo, kolica sa malim točkovima, na koje se odlaže paleta. Takođe, koriste se i varijante sa mehanički pogonjenim valjcima i u tom slučaju staze sa valjcima su horizontalne. \*18

Prednost sistema protočnih skladišta je u većem iskorišćenju skladišnog prostora (odnos površine regala prema površini hodnika) u odnosu na konvencionalna regalna skladišta kao i boljem iskorišćenju paletnih mesta u odnosu na „drive-in“ i „drive-through“ paletna skladišta. Takođe, smanjuje se i dužina transportnih puteva koje prelaze viljuškari pri dopremi i otpremi paleta, slika IV-12. \*19

Pogodni su za skladišta relativno malog asortimana materijala, koji imaju veliki obrt. Osnovni nedostaci ovog sistema su: sudaranje paleta pri kretanju duž staze (bez

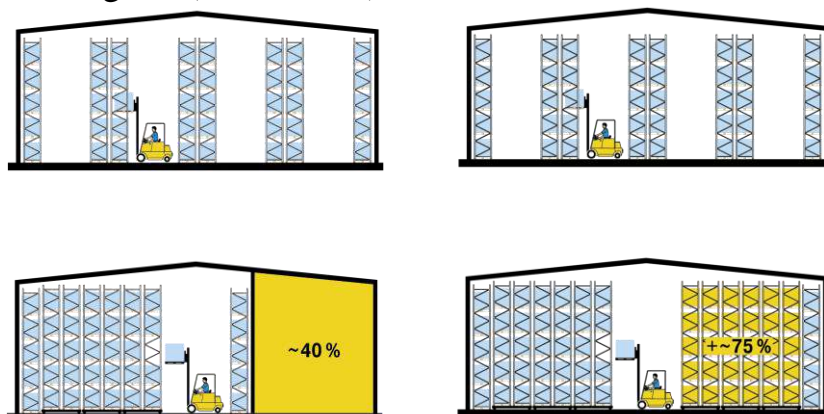
separatora), značajna ulaganja, obavezna primena sigurnosnih sistema za kontrolu brzine kretanja paleta, održavanje.



Slika IV-12. Protočna skladišta – ušteda prostora+skraćenje transportnih puteva.

### Pokretni regali

Pokretni regali objedinjavaju dobra svojstva blok skladišta i konvencionalnih regalnih skladišta. Obezbeđuju kompaktnu strukturu skladišta (bolje iskorišćenje skladišnog prostora i veći kapacitet) i omogućavaju direktan pristup svakom paletnom mestu u regalu. (slika IV-13)



Slika IV-13. Pokretni regali – iskorišćenje.

Pokretni paletni regali (ili police) se preko valjaka (točkova) kreću preko šina koje su ugrađene u pod skladišta. U najvećem broju slučajeva police se pokreću ručno dok se paletni regali pokreću elektomotorima. Da bi se pristupilo određenom (paletnom) mestu u regalu (polici) potrebno je aktivirati pogonski sistem kako bi se regali (police) razdvojili. Međuprostor koji nastaje razmicanjem regala (polica)



dimenzionisan je tako da obezbeđuje nesmetan i bezbedan rad viljušara odnosno prolaz radika. (slika IV-14.) \*20

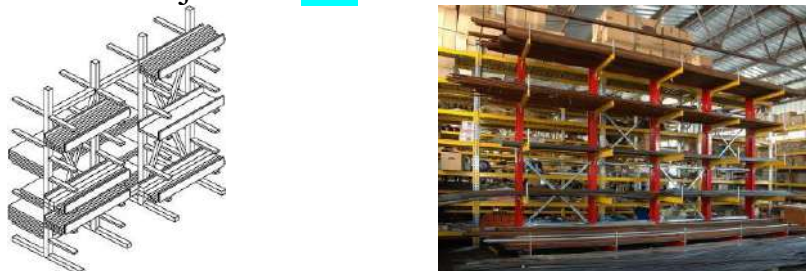
Skladištenje u pokretnim regalima nije pogodno za sisteme sa velikom frekvencijom obrta. Primena im je opravdana u slučajevima kada je skladišni prostor skup, npr. hladnjače. Pokretne police primenu nalaze za skladištenje lakih delova, alata, rezervnih delova, lekova, dokumentacije itd.



Slika IV-14. Pokretni regali – police.

### Konzolni regali

Konzolni regali su prilagođeni za skladištenje šipki, cevi, tabli i uopšte materijala koji ima ekstermno izraženu dužinu, slika IV-15. Regali se sastoje od stubova sa bočno postavljenim konzolama na koje se odlažu materijali. Konzole se postavljaju po visini na određenom rastojanju u zavisnosti od vrste materijala, obično sa dve strane stuba. Konzole mogu da budu fiksirane ili pokretne. Šipkasti materijali u vezama (buntovi), mogu se odlagati direktno u regale. Kada materijal ne mora da bude povezan omogućeno je izuzimanje pojedinačnih komada. Transportni uređaji koji se koriste u zavisnosti od potrebne visine dizanja i širine prolaza su pre svega bočni odnosno čeonil viljuškari. \*21



Slika IV-15. Konzolni regali.

### 3.3. Pokazatelji rada skladišta

Osnovni pokazatelji rada skladišta su: \*22

– iskorišćenje površine skladišta:

$$\eta_A = A_k / A_u,$$

gde je:

$A_u = A_k + A_m + A_p$ , – ukupna površina skladišta,

- $A_k$  – korisna površina, površina na kojoj se odlaže material,
  - $A_m$  – manipulativna površina, obuhvata glavne transportne puteve, prolaze između regala, prostor za manipulaciju robom itd.
  - $A_p$  – pomoćna površina, obuhvata površinu stubova, sigurnosne prolaze, prolaze za evakuaciju, prostor oko hidranata i protiv požarnih aparata, kancelarije, sanitarne prostorije itd.
- iskorišćenje zapremine skladišta:
- $$\eta_v = V_R / V_S,$$

gde je:

$V_R$  – ukupna zapremina robe na skladištu,

$V_S = A_k \cdot H$ , – zapremina skladišta,

–  $H$  – visina skladišnog prostora.

- ukupna površina skladišta svedena na paletno mesto ( $N_{PM}$ ):  $\eta_{AP} = A_u / N_{PM}$ ,
- ukupna zapremina skladišta svedena paletno mesto ( $N_{PM}$ ):  $\eta_{vP} = V_S / N_{PM}$ ,
- ukupna investiciona ulaganja svedena na paletno mesto ( $N_{PM}$ ) -  $I$  (NJ/ $N_{PM}$ )
- troškovi eksploatacije po paleti koja prođe kroz skladište godišnje -  $T_e$  (NJ/pal. god.).

## 4. SKLADIŠTA ZA RASUTE MATERIJALE

Rasuti materijali se skladište na otvorenom prostoru formirajući različite oblike deponija ili u natkrivenim prostorima kao što su nadstrešnice, zatvorene hale i/ili specijalni oblici velikih sudova (bunker, silosi).

### Podna skladišta za rasute materijale

Podna skladišta za rasute materijale mogu se nalaziti na otvorenom i/ili u zatvorenom prostoru. Na otvorenom se skladište materijali neosetljivi na atmosferske uticaje kao što su: ugalj, ruda, pesak, itd. Ova skladišta imaju oblik deponije na kojima materijali formiraju različite slogove (kupasti, piramidalni, linearni, polarni). Visina sloga zavisi od prirodnih i fizičkih svojstava materijala, tj. ugla nasipanja, čime je određena i potrebna površina za skladištenje. Izgradnjom potpornih zidova potrebna površina se može smanjiti. \*23



Za manipulaciju rasutim materijalima na deponijama koriste se sledeći transportni uređaji: pretovarni mostovi sa grabilicom, portalne dizalice, trakasti transporteri itd.

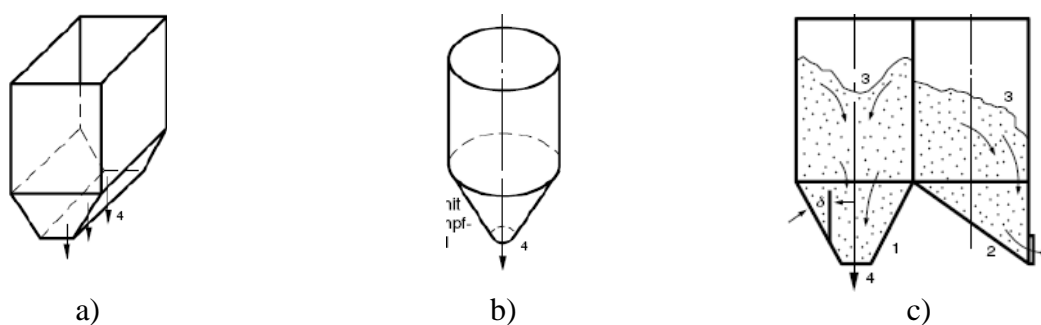
U halama se skladište rasuti materijali osetljivi na atmosferske uticaje kao što su: soli, veštačka đubriva, itd. Transportni uređaji koji se koriste za rukovanje rasutima materijalima u halama su: trakasti transporteri, bageri, viljuškari sa kašikom, utovarivači, mosne dizalice itd.



Slika IV-16. Podna skladišta za rasute materijale.

#### Skladištenje rasutih materijala u specijalnim sudovima

Veliki sudovi (silosi i bunkeri) za skladištenje rasutih materijala mogu da budu postavljeni na otvorenom ili u zatvorenom prostoru. Silosi se grade od drveta, betona, metala ili plastike za skladištenje: žita, đubriva, granulata za izradu plastike, kafe, cementa, kvarcnog peska itd. Silosi se grade sa različitim oblicima, a najčešće su cilindričnog oblika postavljeni vertikalno. Bunkeri se izrađuju od čelika, betona lakih metala i plastike. Na slici IV-17 prikazani su karakteristični oblici bunkera (a - prizmatičan, b - cilindričan, i c - u obliku džepa). \*24



Slika IV-17. Oblici bunkera.

Punjenje silosa (bunkera) realizuje se transportnim sredstvima sa neprekidnim ili prekidnim načinom rada, ili direktnim kipovanjem iz vozila. Pražnjenje silosa (bunkera) obavlja se pod dejstvom gravitacije kontinualno preko zatvarača ili dozatora, dalji transport od silosa obično se realizuje transporterima sa neprekidnim načinom rada.

## **PITANJA:**

1. Definicija skladišta.
2. Razlozi za postojanje skladišta.
3. Osnovne skladišne funkcije + karta toka materijala.
4. Šta obuhvata prijem robe u skladište.
5. Šta predstavlja skladištenje.
6. Načini određivanja lokacija robe u skladištu.
7. Funkcija komisioniranja.
8. Principi komisioniranja.
9. Namena pakovaja.
10. Aktivnosti koje se vrše u otpremnoj zoni.
11. Namena skladišta sa policama.
12. Podela paletnih skladišta.
13. Karakteristike blok skladišta.
14. Podela regalnih skladišta.
15. Način skladištenja paleta u regalnim i visokoregalnim skladištima.
16. Širine prolaza i visine dizanja transportnih uređaja koji se koriste u regalnim i visokoregalnim skladištima.
17. Vrste prolaznih regalnih skladišta (objasniti razliku).
18. Vrste protočnih regala.
19. Prednosti protočnih regala.
20. Princip rada skladišta sa pokretnim regalima (opisati).
21. Namena konzolnih regala.
22. Pokazatelji rada skladišta.
23. Podna skladišta za rasute materijale.
24. Skladištenje rasutim materijala u zatvoremin sudovima.