



Univerzitet u Beogradu,



Saobraćajni fakultet,



Odsek za logistiku

TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA

Prof. dr Slobodan Zečević, dipl. inž.
Prof. dr Snežana Tadić, dipl. inž.
Doc. dr Mladen Krstić, mast. inž.
Miloš Veljović, mast. inž.



* Sva autorska prava autora prezentacija i video snimaka na ovom kursu su zaštićena. Prezentacije i/ili snimci se mogu koristiti samo za nastavu na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu i ne mogu se koristiti u druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.

- ❑ Za realizaciju procesa skladištenja se mogu koristiti razne skladišne tehnologije.
- ❑ Koja će se skladišna tehnologija koristiti zavisi od:
 - Vrtse robe,
 - Zahteva tržišta,
 - Troškova opreme itd.
- ❑ Prilikom izbora tehnologije treba voditi računa o:
 - Maksimalnom iskorišćenju skladišne površine i zapremine,
 - Visini investicija u opremu,
 - Složenosti procesa skladištenja, komisioniranja itd.
- ❑ Skladišne tehnologije se u odnosu na vrstu robe mogu podeliti na:
 - Tehnologije za skladištenje komadne robe
 - Tehnologije za skladištenje rasute robe
 - Tehnologije za skladištenje tečne i gasovite robe

TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA KOMADNE ROBE

- ❑ Tehnologije skladištenja komadne robe se mogu podeliti u odnosu na:
 - Kretanje robe prilikom skladištenja: statičke (gde se roba ne pomera od trenutka uskladištenja do trenutka iskladištenja) i dinamičke (roba se tokom skladištenja pomera u skladišnom prostoru)
 - Dostupnost: linijsko skladištenje gde je omogućen pristup svakoj jedinici u svakom trenutku i blok sistem gde to nije moguće
 - Korišćenje skladišne opreme: sa skladišnim regalima ili bez skladišnih regala.

Blok sistem skladištenja

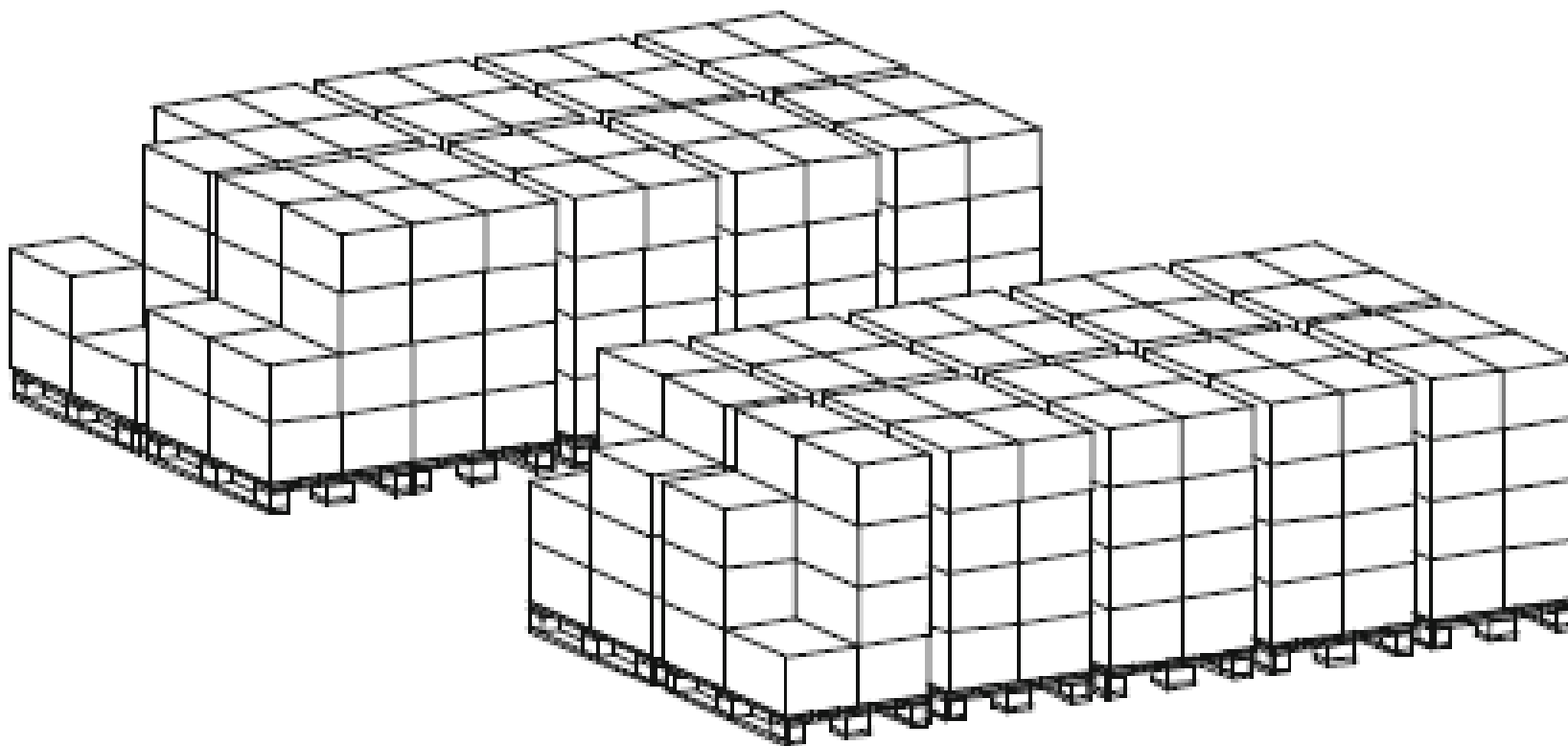
- ❑ Ovo je najjednostavniji sistem skladištenja.
- ❑ Paketi ili palete se skladište na podu formirajući velike blokove. Ukoliko su dovoljno stabilni mogu se slagati jedni preko drugih. Visina slaganja zavisi od vrste robe.
- ❑ Dostupne su samo one jedinice koje se nalaze uz prolaze.
- ❑ Ovaj sistem omogućava visok stepen iskorišćenja prostora.
- ❑ Najveći nedostatak je ograničena dostupnost robi zbog čega je pogodna samo za skladišnu strategiju LIFO (Last In First Out).
- ❑ Uglavnom se koristi za skladištenje velike količine teške robe koja nema veliki asortiman.

BLOK SISTEM SKLADIŠTENJA



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Regalsko skladištenje (selektivni paletni regali)

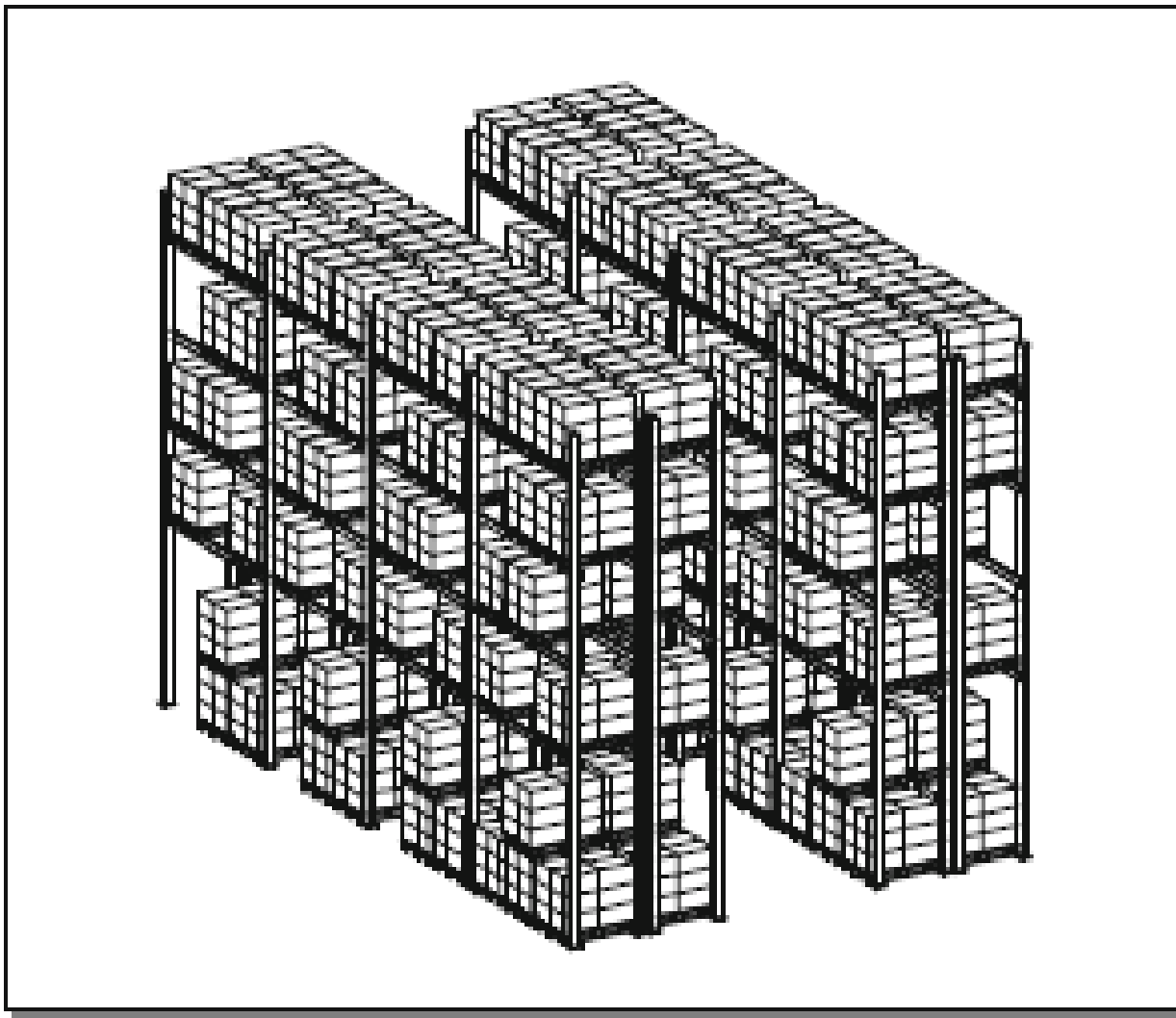
- ❑ Ovo je najčešće korišćen sistem skladištenja.
- ❑ Roba se na paletama ili u specijalnim jedinicama pakovanja skladišti na namenski dizajniranim regalima.
- ❑ Razlikuju se regali jednostruke ili višestruke dubine. Regali višestruke dubine omogućavaju skladištenje više jedinica po dubini.
- ❑ Ukoliko regali imaju visinu veću od 15m nazivaju se visokim regalima (visokoregalno skladište).
- ❑ U zavisnosti od vrste robe i frekvencije komisioniranja regali mogu biti razdvojeni uskim ili širokim radnim prolazima.
- ❑ Za razliku od blok sistema skladištenja, moguće je pristupiti svakoj jedinici robe (paletnom mestu), osim u slučaju regala višestruke dubine.
- ❑ Ukoliko se koriste standardne palete, ova tehnologija nudi visok stepen fleksibilnosti i pretovarnih performansi u odnosu na vrstu robe i zahteve za komisioniranjem.
- ❑ Bez obzira da li su regali na otvorenom ili u zatvorenom prostoru moraju se ispuniti određeni konstrukcijski zahtevi po pitanju podloge na koju se postavljaju.
- ❑ U poređenju sa blok sistemom, potrebne su veće investicije za same regale i u nekim slučajevima za posebnu manipulativnu opremu za uskladištenje i iskladištenje robe.

SELEKTIVNI PALETNI REGALI



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Drive-in (ulazni) regali

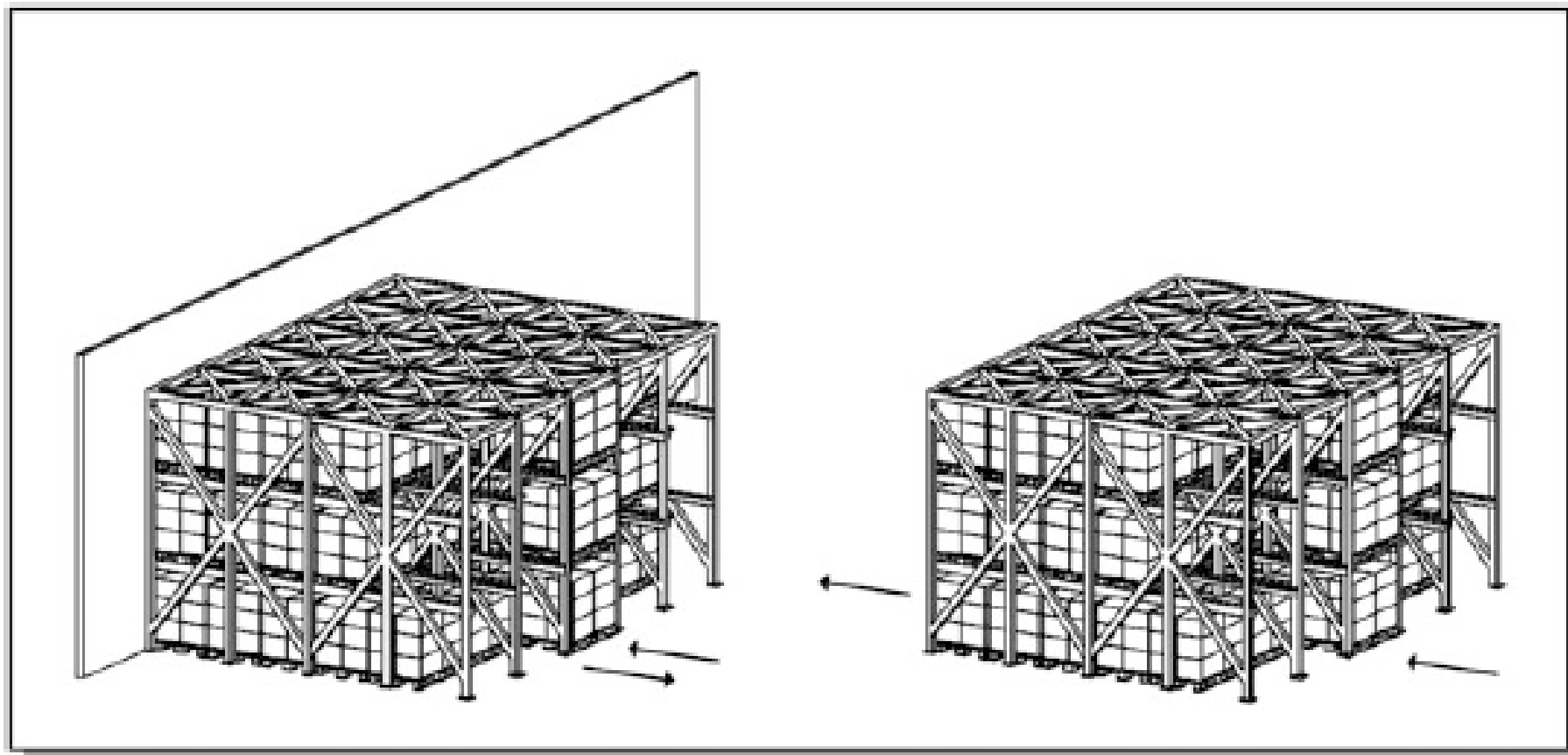
- ❑ Ovaj tip regala kombinuje paletne regale i blok sistem skladištenja.
- ❑ Koristi se za skladištenje paletizovane robe.
- ❑ Kod ovog tipa regala palete se skladište u većem broju po dubini (jedna iza druge).
- ❑ Paletama se može pristupiti samo sa prednje strane.
- ❑ Uskladištenje i iskladištenje se realizuje primenom viljuškara koju ulaze između nosećih stubova regala.
- ❑ U velikoj meri je smanjena dostupnost paletama.
- ❑ Regal se puni paletama od pozadi i od najvišeg ka nižim nivoima, a prazni se obrnutim redosledom. To znači da je pogodan za LIFO (Last In First Out) skladišnu strategiju.
- ❑ U teoriji bi trebalo da je iskorišćenje prostora veće nego kod selektivnih paletnih regala, međutim u praksi to često nije slučaj (ostvarivo samo za mali asortiman robe).
- ❑ Uglavnom se koristi za robu koja bi mogla da se skladišti i u blok sistemu skladištenja ali zbog osetljivosti ne može da se slaže u više nivoa.
- ❑ Ukoliko paletama može da se pristupi i sa zadnje strane regala onda se ovaj regal naziva *drive-through* (prolazni) regal. Ovi regali omogućavaju primenu FIFO skladišne strategije.

DRIVE-IN/DRIVE-THROUGH REGALI



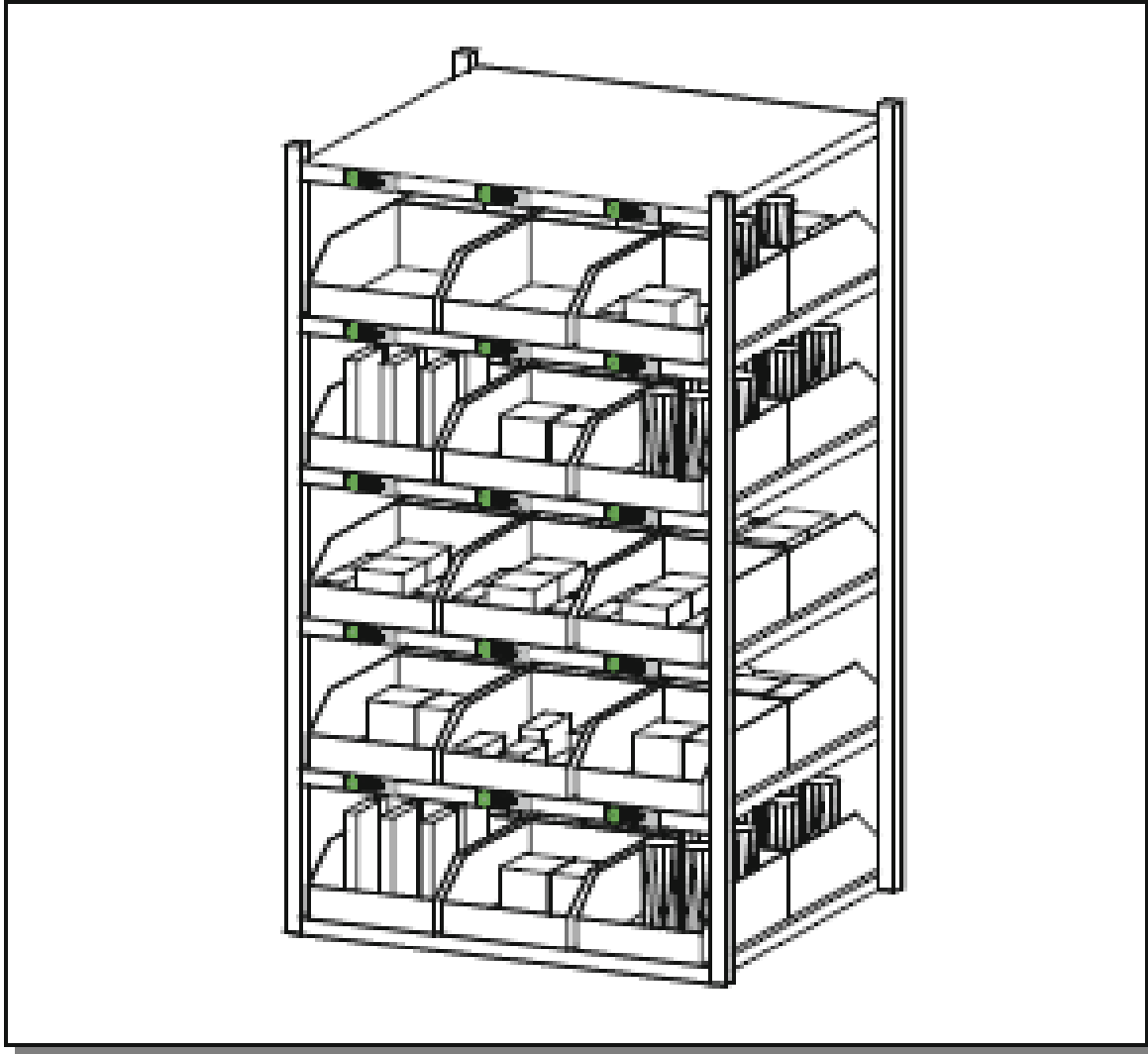
Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Police

- ❑ Sastoje se od vertikalnih postolja koja se mogu montirati na konstrukciju.
- ❑ Uglavnom se opslužuju ručno, bez korišćenja mehanizacije.
- ❑ Veoma laka montaža i demontaža omogućava veliku fleksibilnost.
- ❑ Takođe omogućava veliki stepen iskorišćenja prostora.
- ❑ Uglavnom se koristi za skladištenje neupakovanih sitnih delova ili sitnih delova u kutijama.
- ❑ Velika dostupnost može se koristiti za skladištenje širokog asortimana robe.



Konzole

- ❑ Sastoje se od vertikalnih stubova i horizontalnih nosača.
- ❑ Koristi se za skladištenje šipkastog i pločastog materijala, cevi, grede itd.
- ❑ Dimenzije regala su uslovljene dimenzijama i vrstom tereta za koje se koriste.
- ❑ U slučaju potrebe za većom selektivnošću ograničava se broj jedinica po horizontalnim nosačima ili se povećava broj nosača.

KONZOLE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Valjkaste (klizne) police

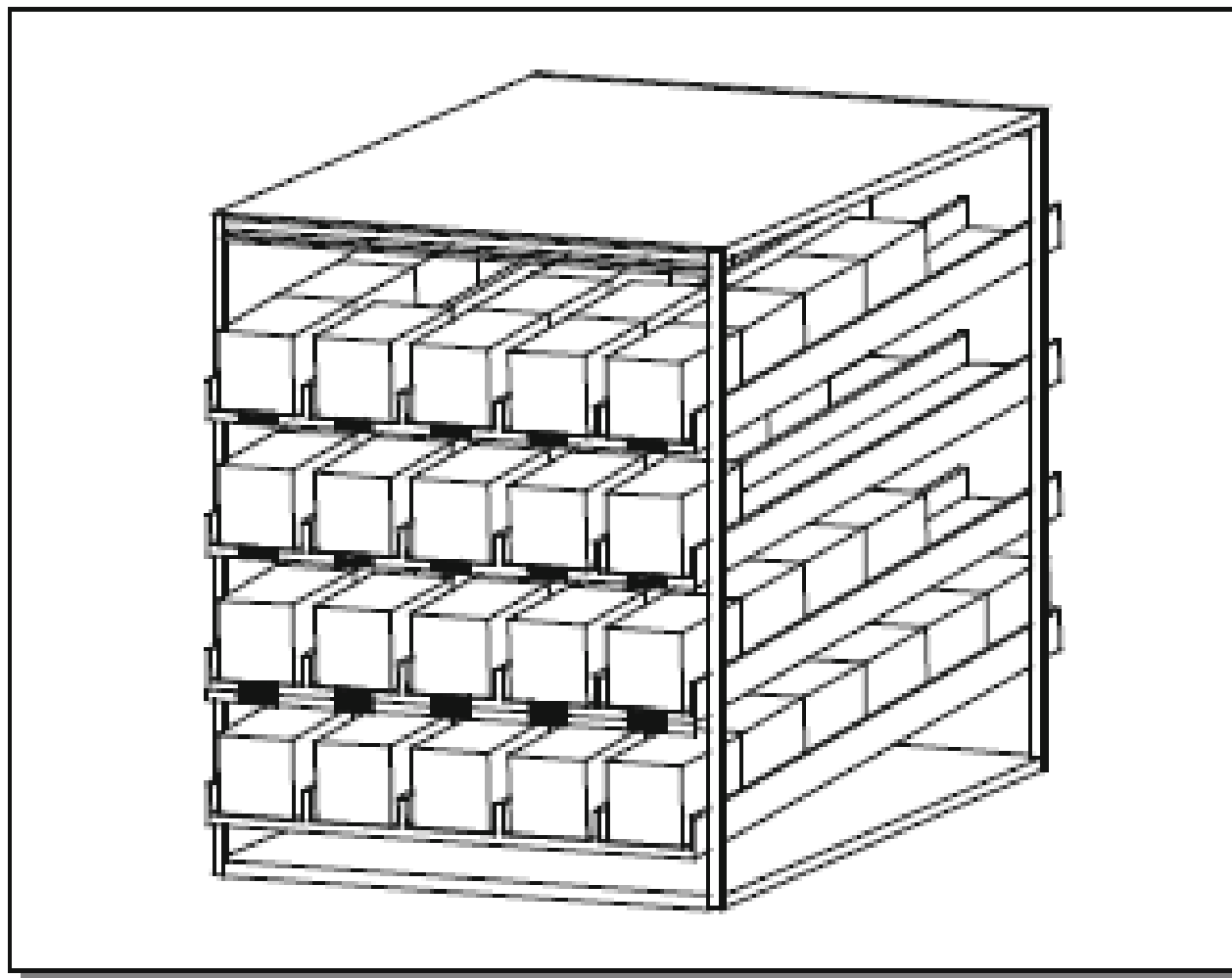
- ❑ Najčešće korišćen sistem za dinamičko skladištenje.
- ❑ Jedinice su skladištene na blago nagnutim policama koje u sebi imaju ugrađene valjčiće.
- ❑ Pune se sa gornje strane a izuzimaju sa donje.
- ❑ Kad se izuzme jedna jedinica, druga sklizne na njeno mesto.
- ❑ Zahteva da se roba drži u plastičnim posudama (klaserima) ili kutijama.
- ❑ Omogućava primenu FIFO strategije.
- ❑ Ukoliko se u svakoj polici skladišti jedan artikal postiže se visok nivo selektivnosti i komisionih performansi.
- ❑ Dobra je iskorišćenost skladišnog prostora.

VALJKASTE (KLIZNE) POLICE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Push-back regali

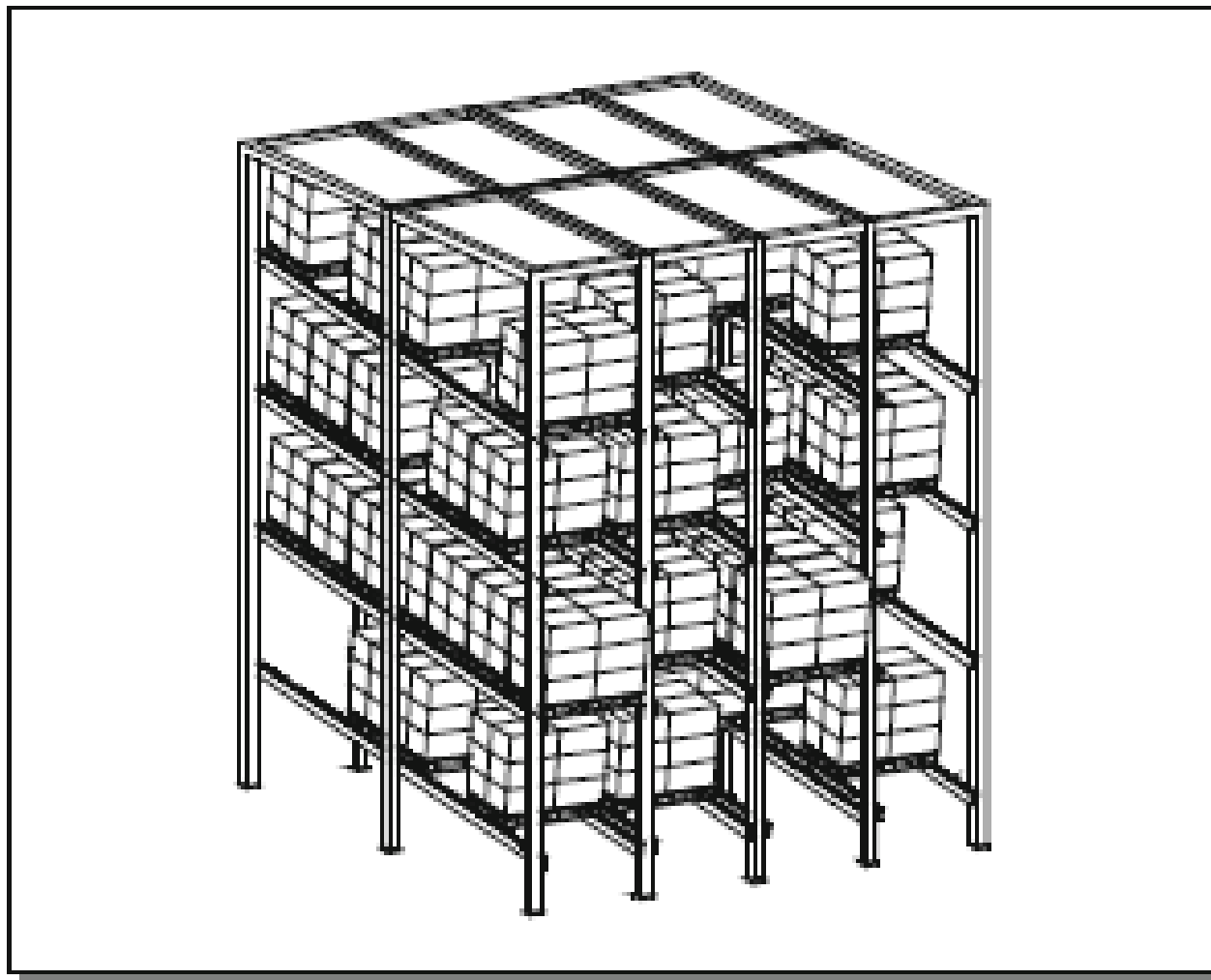
- ❑ Koncept je sličan kao kod valjkastih polica ali se radi o regalima za skladištenje paleta.
- ❑ Još jedna razlika je da se palete u regal slažu i izuzimaju sa prednje strane. Svaka naredna paleta gura prethodnu ka zadnjem delu regala.
- ❑ Koristi se za LIFO skladišnu strategiju.
- ❑ Koristi se za robu koja nije vremenski osetljiva i koja ne zahteva veliku selektivnost (manji asortiman).

PUSH-BACK REGAL



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Vertikalni karusel

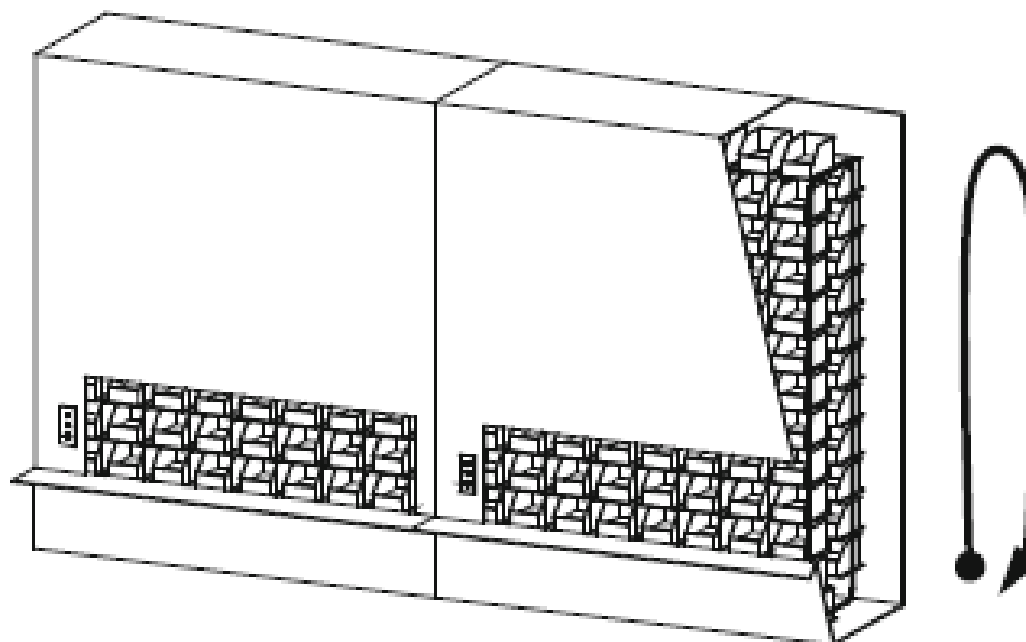
- ❑ Skladišni sistem u kom su pojedinačne police prikačene na lance koji vertikalno cirkulišu.
- ❑ U zavisnosti od potreba odgovarajuća polica se pozicionira na otvor za izuzimanje ili odlaganje robe.
- ❑ Performanse zavise od visine karusela i asortimana robe za koji se koristi.
- ❑ Omogućavaju veći stepen iskorišćenja prostora od običnih polica, uz zadržavanje nivoa dostupnosti.
- ❑ Pogodan je za skladištenje robe malih i srednjih dimenzija kao i za robu visoke vrednosti (jer postoji mogućnost zaključavanja).
- ❑ Nedostatak je što u slučaju otkazivanja sistema nije moguće manuelno pokrenuti sistem.

VERTIKALNI KARUSEL



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Horizontalni karusel

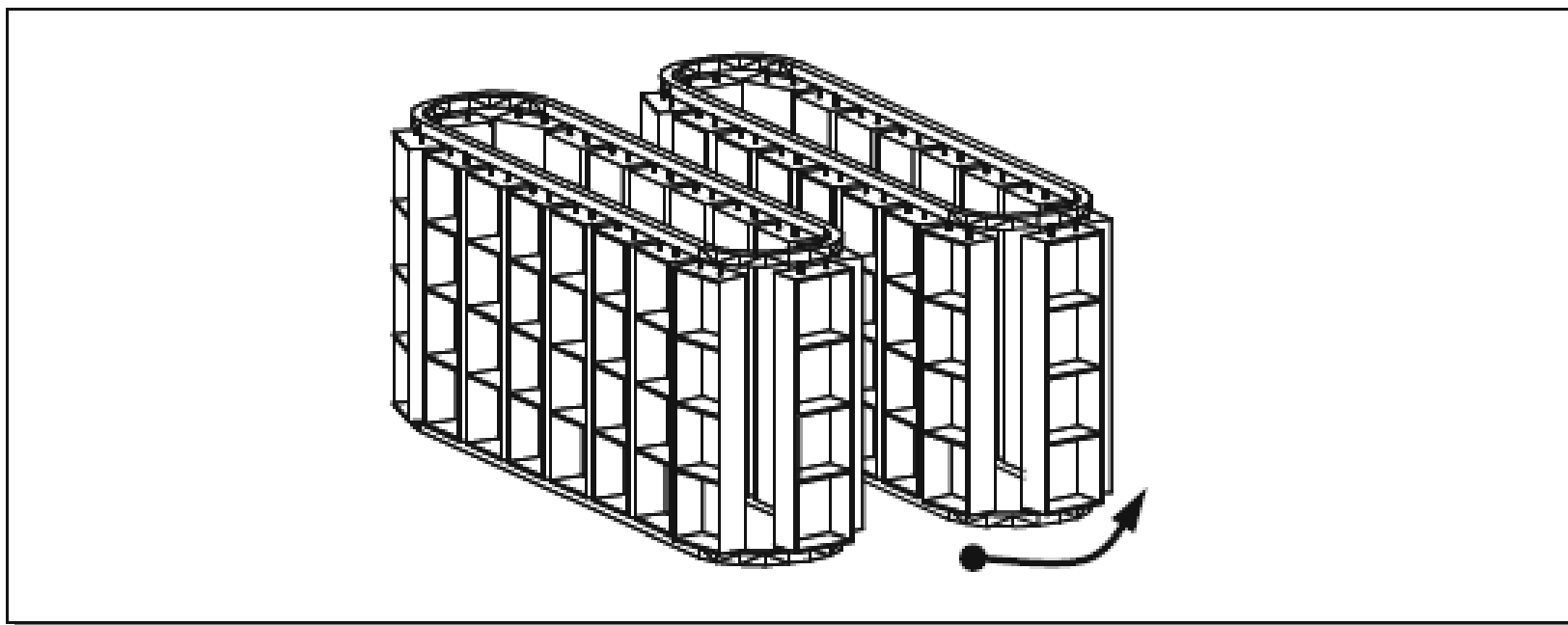
- ❑ Još jedan skladišni sistem sa policama.
- ❑ Horizontalni konvejer pomera pojedinačne police koje su prikačene na njega.
- ❑ U skladu sa potrebama zahtevana polica se dovodi do mesta odlaganja/izuzimanja robe. Primjenjuje se princip teret ka čoveku (što je slučaj i kod vertikalnog karusela).
- ❑ I horizontalni i vertikalni karusel se uglavnom koriste u komisionim zonama skladišta.

HORIZONTALNI KARUSEL



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



Klizni regal

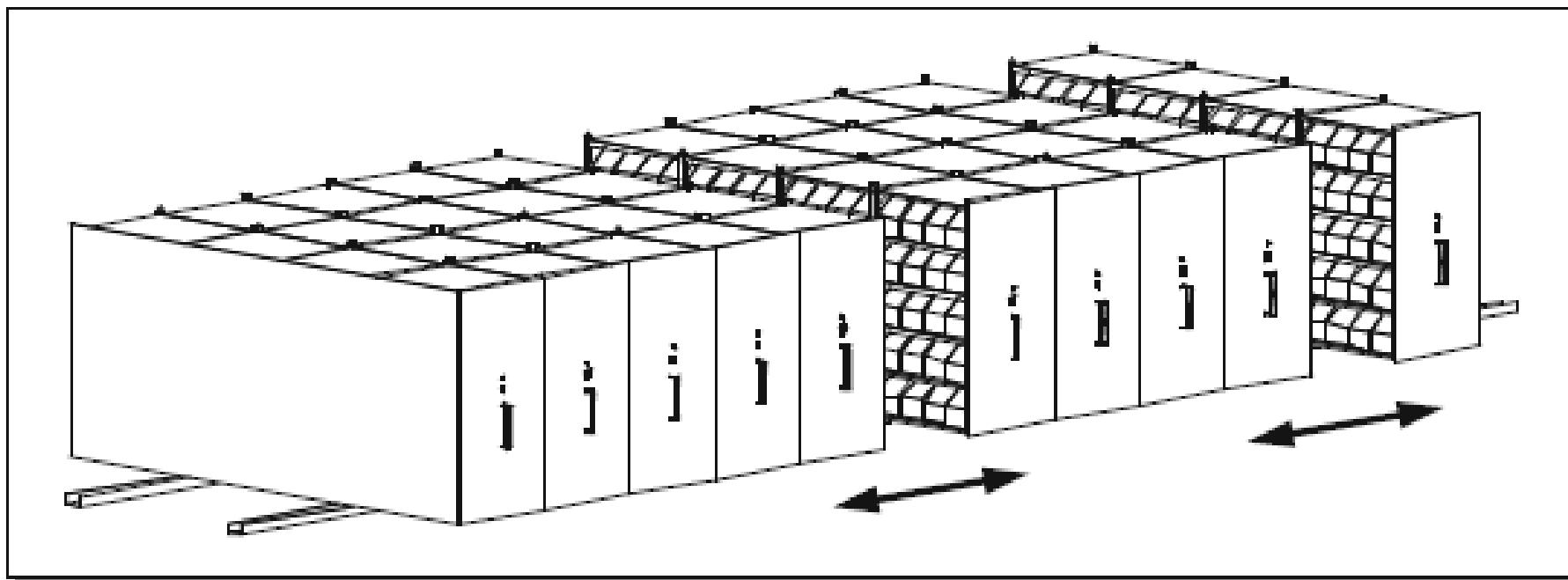
- ❑ Koristi se za skladištenje paleta na regale koji su montirani na šine, i može imati električni ili manuelni pogon.
- ❑ U čitavom bloku regala u jednom trenutku je otvoren samo jedan ili par radnih prolaza.
- ❑ Ukoliko je potrebno izuzeti ili uskladištiti robu u nekom određenom regalu, pomeranjem regala u stranu otvara se novi radni prolaz.
- ❑ Prednost je visok stepen iskorišćenja prostora.
- ❑ Nedostatak je nemogućnost istovremenog pristupa svim jedinicama.
- ❑ Uglavnom se koristi za robu koja nema veliki intenzitet isporuke.

KLIZNI REGAL



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE

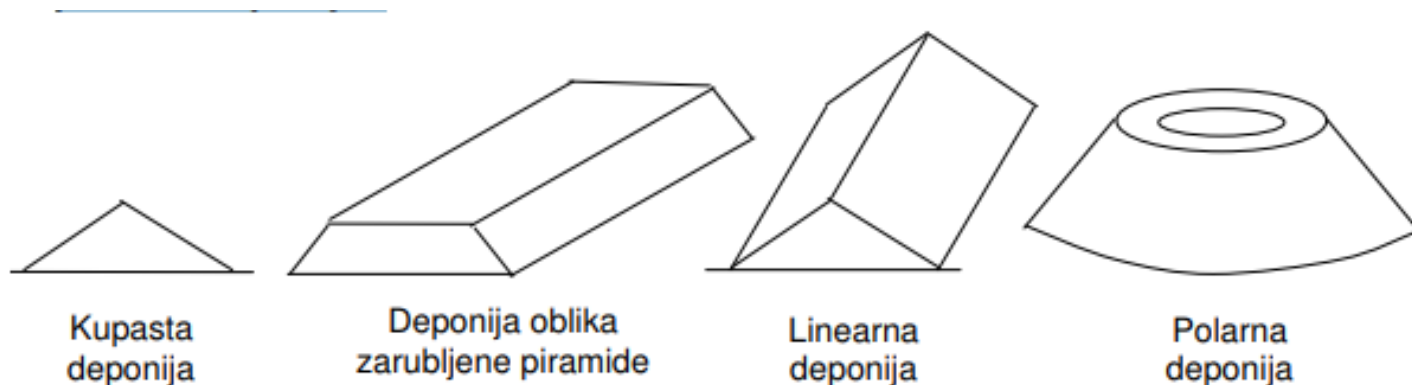


- ❑ Rasuti materijali se mogu skladištiti na:
 - Otvorenom prostoru – formirajući različite oblike deponija ili
 - Za tu namenu izgrađenim objektima, kao što su:
hale posebnog oblika,
zgrade,
bunker i
silosi.

SKLADIŠTENJE RASUTE ROBE NA OTVORENOM

❑ Oblici formiranja slogova na otvorenim prostorima:

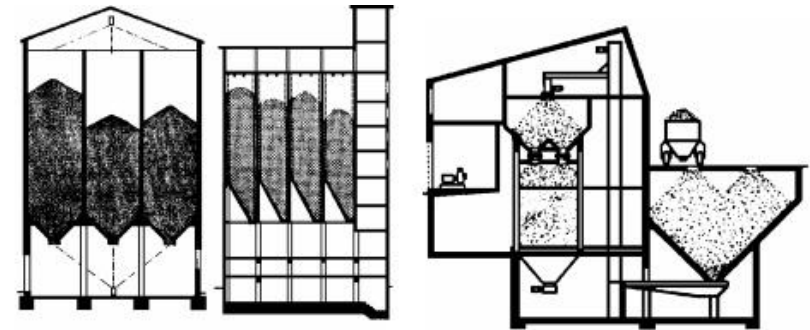
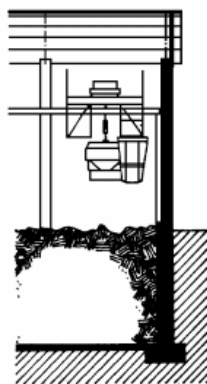
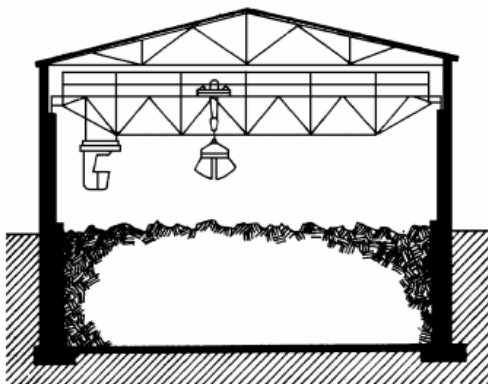
- kupasti slog,
- slog u obliku zarubljene piramide,
- linearna deponija ili
- polarna deponija.



SKLADIŠTENJE RASUTE ROBE U ZATVORENIM OBJEKTIMA

□ Izvode se u obliku:

- visokogradnje
- bunkera i silosa



Silos i bunkeri



TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA TEČNE I GASOVITE ROBE

- ❑ Skladištenje tečne i gasovite robe može se posmatrati kao skladištenje:
 - ambalažirane tečne ili gasovite robe prevedene u tečno stanje, koja se onda posmatra kao komadna roba,
 - masovne robe, koja zahteva specifične skladišne objekte i pretovarna sredstva (sisteme cevovoda, ventile, pumpe).
- ❑ Skladišta za masovnu tečnu i gasovitu robu imaju oblik rezervoara.

TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA TEČNE I GASOVITE ROBE

- ❑ Rezervoari predstavljaju hermetički zatvorena skladišta, u kojima se obavlja skladištenje tečnosti (vode, hemikalija ili ostalih opasnih materija u tečnom stanju) ili plinova.
- ❑ Postoji mnogo različitih tipova rezervoara u zavisnosti od:
 - geometrijskih i konstruktivnih karakteristika,
 - kapaciteta,
 - materijala od koga su napravljeni,
 - karakteristika robe koja se skladišti,
 - mesta i načina ugradnje,
 - načina postavljanja,
 - primene i drugo.

TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA TEČNE I GASOVITE ROBE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku

OSNOVI LOGISTIKE



- ❑ Kompanija planira da napravi dodatno pomoćno skladište za paletizovanu (euro palete dimenzija 800x1200mm) robu. U skladištu će se pojavljivati širok asortiman artikala i poželjno je da svaki artikal bude dostupan u bilo koje vreme. Prosečna visina jedne palete je 1m i palete se ne mogu slagati jedna na drugu. Kako bi se podmirili dugoročni zahtevi za skladištenjem potrebno je da novo skladište ima kapacitet od 9000 paleta. Konstrukcijska ograničenja omogućavaju unutrašnju visinu skladišta od 17 m.
- ❑ Razmatraju se tri alternativna skladišna sistema:
 - Selektivni paletni regal (iskorišćenje skladišnog prostora 60%)
 - Protočni regal (iskorišćenje skladišnog prostora 70%)
 - Blok skladištenje (iskorišćenje skladišnog prostora 80%)
- ❑ Nivo iskorišćenja skladišnog prostora predstavlja udeo skladišne zone (uključujući radne prolaze između regala, ali isključujući ostale prostore za kretanje sredstava mehanizacije i zona za prijem, otpremu, preradu robe itd. koji se mogu zanemariti u proračunu kod ovog zadatka) u ukupnoj površini skladišta. Kako bi se omogućilo bezbedno i efikasno uskladištenje i iskladištenje robe potrebno je ostaviti prostor visine 0,5 m iznad palete.
- ❑ **Izračunati potrebnu površinu za svaku od tri alternative.**
- ❑ **Koji bi skladišni sistem bio najpogodniji, uzimajući u obzir širok asortiman robe?**

REŠENJE



Saobraćajni fakultet Odsek za logistiku



OSNOVI LOGISTIKE

	Selektivni pal. regal	Protočni regal	Blok skladištenje
Potrebna površina za 9000 paleta (površina osnove Euro palete $1,2 \times 0,8 = 0,96 \text{ m}^2$)	$0,96 \times 9000 = 8640 \text{ m}^2$	$0,96 \times 9000 = 8640 \text{ m}^2$	$0,96 \times 9000 = 8640 \text{ m}^2$
Mogući broj nivoa skladištenja	$1 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 1,5 \text{ m}$ $17 \text{ m} : 1,5 \text{ m} = 11,33 \rightarrow 11 \text{ nivoa}$	11 nivoa	1 nivo
Potrebna površina skladištenja	$8640 \text{ m}^2 : 11 \text{ nivoa} = 785,45 \text{ m}^2$	$8640 \text{ m}^2 : 11 \text{ nivoa} = 785,45 \text{ m}^2$	8640 m^2
Površina skladišnog prostora kad se uzme u obzir stopa iskorišćenja	$(785,45 \text{ m}^2 * 100 \%) : 60 \% = 1309,08 \text{ m}^2$	$(785,45 \text{ m}^2 * 100 \%) : 70 \% = 1122,07 \text{ m}^2$	$(8640 \text{ m}^2 * 100 \%) : 80 \% = 10800 \text{ m}^2$
Najpovoljnija alternativa		X	