

1.0 Uvod

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijal dovodi u stanje mirovanja, a uključuje fizički proces rukovanja i čuvanja materijala i metodologiju za sprovođenje tih procesa. U industrijskom preduzeću, skladište je uređeno i opremljeno mesto za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala pre, tokom i posle njihovog trošenja i upotrebe u procesu proizvodnje.

2.0 Skladištenje

Iz svrhe skladištenja proizlaze njegovi ciljevi i zadaci:

1. Glavni zadatak skladišta je ***dinamičko uravnoteženje tokova materijala***, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa.

Racionalnom primenom unutrašnjeg transporta, skladište treba da osigura neprekidnost proizvodnje. Kontinuitet se osigurava tako da tok materijala teče po unapred određenom redu, planski i kontinualno.

Ovo važi u sledećim situacijama:

- kod ulaza sredstava za proizvodnju i proizvodni proces,
 - u toku kretanja materijala unutar proizvodnog procesa, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje i
 - na izlazu materijala radi prodaje.
2. Proces skladištenja treba realizovati uz ***najniže troškove skladištenja*** i uz najmanja moguća finansijska sredstva angažovana u kontroli zaliha.
 3. U skladištu se mora ***održavati stalni kvalitet zaliha materijala*** čuvanjem, zaštitom i održavanjem fizičko-hemijskih svojstava materijala. Ne sme se dopustiti rasipanje, kvar, lom i ostali gubitci na vrednosti zaliha.
 4. Skladište treba ***racionalno da ubrzava tok materijala***, kako bi se skratio proces poslovanja (npr. ciklus proizvodnje) i time ubrzao koeficijent obrta sredstava vezanih u zalihe.
 5. Svojim poslovanjem skladište ***treba uticati na povećanje konkurentne sposobnosti poslovnog sistema***.

Pravilno upravljanje skladištem, skladištenjem i materijalom je jako korisno u industriji. Za to postoji niz opravdavajućih razloga.

Razlozi za skladištenje materijala u industrijskom preduzeću mogu se prikazati na sledećim primerima:

a) skladištenje sirovina

- dugi rokovi nabavke materijala, s obzirom na dužinu proizvodnog ciklusa,
- dobavljačevo zakašnjenje isporuke,
- povremeni nedostatak materijala na tržištu,
- pojava škarta u proizvodnji,
- promene u planovima proizvodnje,

b) skladištenje poluproizvoda

- odstupanje od proizvodnog plana,
- zastoji u proizvodnji,
- razlike u trajanju tehnoloških operacija i ciklusa proizvodnje pojedinih delova,
- razlike u veličini serija,
- rad u više smena,
- kvarovi mašina na postrojenjima,
- razlike u kapacitetu pojedinih mašina i postrojenja,
- potreba za većom iskorišćenošću kapaciteta,
- posebni zahtevi tehnološkog procesa,

c) skladištenje gotovih proizvoda

- otežana prodaja gotovih proizvoda,
- kratki rokovi isporuke (uslovi tržišta),
- potreba osiguranja dopunskih delova,

d) skladištenje alata i pribora - rešava probleme pravovremene nabavke i zamene u procesu istrošenih ili oštećenih alata i pribora,

e) skladištenje delova potrebnih za održavanje opreme - nužno je radi osiguranja ispravnosti rada mašina i uređaja.

2.1 Skladišni proces

Skladišni proces predstavlja skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu, dok se pod nazivom skladište podrazumeva sastav skladišta. Osnovne komponente (elementi) skladišnog sistema su:

- skladišni objekti (npr. zgrade)
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta)
- transportna sredstva
- pomoćna skladišna oprema
 - komunikacijsko-informacioni sistem,
 - sredstva za sastavljanje i rastavljanje jediničnih tereta,
 - sredstva za određivanje dimenzija i težine,
 - sredstva za prevoz preko neravnina,
 - sredstva za pretovar, sredstva i oprema za pakiranje,
 - sredstva za zahvat materijala,
 - pomoćna sredstva za povezivanje s okruženjem,
- dodatna oprema
 - protivpožarni uređaji,
 - sigurnosno-zaštitni uređaji,
 - uređaji za klimatizaciju,
 - uređaji za grejanje/hlađenje,
 - sanitarno-higijenski uređaji,
 - uređaji za održavanje čistoće,
 - sredstva zaštite na radu.

Skladišta se mogu podeliti prema različitim pojedinačnim funkcijama, tabela 2.1.1

Tabela 2.1.1 - Funkcija skladišta

Redni broj	Kriterijum	Vrsta skladišta	
1.	Vrsta materijala	a)	☐ šipkasti materijal ☐ komadni materijal ☐ tečnosti ☐ plinovi
		b)	☐ alati ☐ ambalaža ☐ potrošni materijal ☐ otpad
		c)	☐ sirovine ☐ poluproizvodi ☐ proizvodi ☐ rezervni delovi
		d)	☐ kvarljivi materijali ☐ nepokvarljivi materijali
		e)	☐ zapaljivi materijali ☐ eksplozivni materijali ☐ radioaktivni materijali
2.	Stepen razvoja skladišnog sistema	a)	☐ ručna ☐ delimično mehanizovana ☐ mehanizovana ☐ delimično automatizovana ☐ automatizovana
3.	Strategija odlaganja materijala	a)	☐ s unapred određenim rasporedom ☐ sa slobodnim rasporedom odlaganja unutar određenog dela skladišta ☐ sa slučajnim rasporedom odlaganja materijala
		b)	☐ odlaganje u blokovima ☐ odlaganje u redovima
		c)	☐ na jednom mestu odlaganja istovrsni materijal ☐ na jednom mestu odlaganja raznovrsni materijal
4.	Model organizovanja	a)	☐ glavna ☐ za komisioniranje ☐ međuskladišta
		b)	☐ centralizovana ☐ decentralizovana ☐ kombinovana
5.	Glavna zamisao plana objekta (građevine)		☐ vodoravna ili niska (visina oko 7 m) ☐ uspravna ili visoka (visina preko 12 m)

Tabela 2.1.1 - Funkcija skladišta (nastavak)

Redni broj	Kriterijum	Vrsta skladišta	
6.	Stavke o građevinskom objektu	a)	☐ zatvorena ☐ otvorena ☐ natkrivena ☐ posebna
		b)	☐ podzemna ☐ prizemna ☐ višespratna ☐ silosi
7.	Tehnologija skladištenja		☐ podna (statička i dinamička) ☐ regalna i visokoregalna (statička i dinamička) ☐ sa skladištenjem na transportnim sredstvima (transportno-skladišna sredstva)
8.	Pripadnost delu preduzeća		☐ nabavka ☐ prodaja ☐ proizvodnja ☐ kooperacija ☐ servis ☐ održavanje ☐ alatnica ☐ laboratorija
9.	Vrsta toka materijala u skladištu		☐ s jednosmernim tokom ☐ s povratnim tokom
10.	Vrsta sredstava za skladištenje	a)	☐ bez sredstava za skladištenje (podna skladišta) ☐ sa sredstvima za skladištenje (regalna skladišta)
		b)	☐ s nepokretnim regalima (statička) ☐ s pokretnim regalima (dinamička)
		c)	☐ polični regali ☐ paletni regali ☐ konzolni regali ☐ prolazni regali ☐ protočni regali ☐ pokretni regali ☐ prevozni regali
11.	Zadatak u proizvodnom sistemu		☐ ulazna ☐ proizvodna ☐ izlazna (otpremna)
12.	Vrsta jedinica skladištenja		☐ statička ☐ dinamička
13.	Rešenje zaštite		☐ mala ☐ srednja ☐ velika

U proizvodnim procesima metaloprerađivačke industrije veliki značaj imaju skladišta povezana s proizvodnjom:

- **pomoćna skladišta** uz pojedine pogone, sa zadatkom snabdevanja tih pogona materijalom, alatima, itd.
- **međufazna skladišta** unutar proizvodnih pogona sa zadatkom uravnoteženja toka materijala između radnih mesta ili pojedinih mašina i pogona.

Osnovni subjekt i glavno polazište skladišnog sistema i skladišnog procesa je materijal za skladištenje.

U industrijskim preduzećima materijal se uglavnom deli na:

- šipkasti materijal,
- komadni materijal (najčešće je zastupljen u preduzećima metaloprerađivačke industrije),
- tečnosti i plinove.

Komadni materijal može se odlagati u skladištu:

a) pojedinačno

- bez sredstava za oblikovanje jediničnih tereta - direktno na mesto odlaganja,
- sa sredstvima za oblikovanje jediničnih tereta (npr. komad postavljen na paletu),

b) grupno (više komada odjednom)

- bez posebnih sredstava,
- s posebnim sredstvima.

Jedan ili više komada postavljenih na posebna sredstva čine jedinični teret kojim se rukuje jednim zahvatom ili koji se odlaže na jedno mesto. Uobičajena sredstva za oblikovanje jediničnih tereta su: ravna paleta, kutijaste palete, stalci, sanduci, ISO-kontejneri, itd. Jedinični tereti mogu biti određeni i na druge načine: snop cevi, paket limova, itd. Za oblikovanje jediničnih tereta mogu se koristiti i posebna sredstva standardnih mera i kvaliteta čija je namena prvenstveno za odlaganje materijala: različite palete, sanduci, stalci, kutije, kasete, korpe, itd.

Primenom sredstava za oblikovanje jediničnih tereta pri skladištenju i odlaganju komadnog materijala omogućava se ekonomičnije rukovanje materijalom, smanjuju se troškovi i omogućuje automatizacija tokova materijala u proizvodnim procesima. Glavna zamisao pri uvođenju jediničnih tereta je okrupnjivanje - povećanje količine materijala kojom se odjednom rukuje ili koja se skladišti na jednom mestu, a kao glavni značaj ističu se dimenzije i težina materijala.

Jediničnim teretom u skladišnom sistemu i procesu naziva se skladišna jedinica (ili jedinica skladištenja). Kod određivanja jedinice skladištenja treba po mogućnosti težiti primeni idealnog rešenja iz pozicije logistike:

$$\text{JEDINIČNI TERET} = \text{JEDINICA OBRADE} = \text{JEDINICA SKLADIŠTENJA} = \text{JEDINICA TRANSPORTA} = \text{JEDINICA PAKOVANJA} = \text{JEDINICA OTPREME}$$

Iskorišćenje skladišnog prostora bitno zavisi od jedinica skladištenja, odnosno od iskorišćenja njihove veličine.

3.0 Projektovanje skladišta

Projektovanje skladišta u načelu obuhvata sve projektantske radove neophodne za izradu skladišne zgrade, odnosno skladišnih prostorija, kao i definisanje transportnih uređaja, dodatne i pomoćne skladišne opreme, koja će se u određenom skladištu koristiti. Cilj projektovanja skladišta je oblikovanje skladišnog sistema koji će zadovoljiti sve tehničke, tehnološke, informatičke, organizacijske i ekološke zahteve uz najmanje troškove. Svako rešenje skladištenja temelji se na bilansu materijala, definisanim tokovima materijala proizvodnih procesa i rasporedu objekata preduzeća.

Metodologija projektovanja skladišta koja se koristi za definisanje tehnološkog projekta novog ili poboljšanja postojećeg skladišta, može se sažeti u sledeće faze:

1. definisanje polaznih podataka,
2. oblikovanje zona skladišta,
3. rešenje za svaku zonu,
4. dimenzionisanje tehničkih rešenja
5. analiza troškova i specifikacije,
6. analiza vrednosti.

Pri izboru lokacije za skladišta treba voditi računa o mogućnostima proširenja skladišnog prostora. Nakon određivanja lokacije sledi određivanje potrebnih zaliha materijala, potrebnih skladišta, te vrste i veličine skladišta. Zatim se donosi odluka o rasporedu pojedinih zona unutar skladišnog prostora. Tim se rasporedom osigurava funkcionalna veza skladište - okruženje.

Izbor vrste skladišta definiše određene stavke budućeg rešenja. Neke stavke u starijim i novim načinima izrade skladišta prikazane su u tabeli 3.0.1

Za svaki projekt skladišta ključni je podatak bilans svih materijala koji se skladište, tj. za svaki materijal određuje se:

- količine, dimenzije, oblik, težine, značaj i vrednost,
- učestalost (dnevna, nedeljna, mesečna, itd., učestalost po dokumentima ili po jediničnim teretima) i količina ulaza, učestalost i količina izlaza.

Vreme trajanja pojedinih aktivnosti važan je parametar za oblikovanje tehničkih rešenja svakog skladišta. Posebno se to odnosi na izbor i određivanje broja transportnih sredstava. Pravilan izbor transportnih sredstava zavisi ne samo od značaja materijala nego i od značaja procesa proizvodnje, dužine transportnih puteva i od načina gradnje skladišta (npr. nisko ili visoko skladište). Kod rešavanja ovog problema najbolje je primeniti teoriju redova čekanja, matematičke metode optimizacije i simulacije.

Tabela 3.0.1 – Stavke za izradu skladišta

Redni broj		Stara izrada	Nova izrada
1.	Objekti	☐ bez posebnosti gradnje ☐ smešteni u zajedničkim zgradama ☐ višestruka funkcija	☐ posebnosti gradnje ☐ posebne forme ☐ odvojene zgrade ☐ samo za skladištenje
2.	Tehnika	☐ jednostavni regali (često samogradnja) ☐ mala dodatna oprema ☐ veliki udeo ručnog rukovanja ☐ univerzalna oprema ☐ statičnost	☐ regali velike nosivosti ☐ veliki izbor opreme ☐ specijalizovana oprema ☐ dinamičnost
3.	Jedinični tereti	☐ sloboda u dimenzijama ☐ nesigurno rukovanje	☐ standardizacija i tipizacija ☐ uslov za automatizaciju ☐ sigurno rukovanje
4.	Područja (zone) skladišta	☐ gruba struktura ☐ bez posebne opreme	☐ stroga struktura ☐ za svaku zonu posebna oprema
5.	Radnici	☐ niska kvalifikacija	☐ visoka kvalifikacija

U jednom skladišnom prostoru ostvaruju se brojni i raznovrsni radni ciklusi, zavisno od složenosti radnih aktivnosti i od koordinata polazišta i odredišta. Radi toga se kod projektovanja računa s prosečnim radnim ciklusom.

U ostvarivanju skladišnih procesa razlikuju se dva ciklusa: **jednostavni i složeni ciklus skladištenja**.

Složeni ciklus skladištenja sastoji se od npr. aktivnosti odlaganja jedne jedinice skladištenja na odgovarajuće mesto npr. regala, zatim aktivnosti iz uzimanja neke druge jedinice skladištenja s drugog položaja u regalu, a sve s istim polazištem transportnog sredstva.

Pri određivanju radnog ciklusa transportnog sredstva potrebno je definisati strukturu svih aktivnosti koje čine taj ciklus.

Radni ciklus viljuškariste koji transportuje materijal odložen u nasložnom sanduku do odredišta – npr. valjčanog konvejera, sastoji se od sledećih vremena [3]:

1. podizanje viljuški,
2. nagib jarbola prema napred,
3. kretanje do tereta,
4. podizanje tereta,
5. nagib jarbola prema natrag,
6. kretanje viljuškara prema natrag,
7. spuštanje tereta do visine na kojoj se nalazi tokom vožnje,
8. vožnja prema natrag sa zaokretanjem viljuškara,

9. vožnja do odredišta tj. valjčanog konvejera,
10. dizanje tereta na visinu do 100 mm iznad valjčanog konvejera,
11. vožnja viljuškara prema napred,
12. nagib jarbola prema napred,
13. spuštanje tereta,
14. vožnja viljuškara prema natrag,
15. nagib jarbola prema natrag,
16. spuštanje viljuški u položaj za vožnju,
17. zaokretanje viljuškara,
18. vožnja viljuškara do polazišta - na početak novog ciklusa.

Nakon sprovedenog istraživanja prethodnih problema potrebno je odrediti veličinu skladišnog prostora, a ona zavisi od nekoliko faktora. Među njima najznačajniji su: opseg zaliha materijala koji treba uskladištiti, organska i fizičko-hemijska svojstva materijala, tehničko-tehnološke funkcije procesa proizvodnje, raspoloživa skladišna i transportna oprema, vrste skladišnih jedinica, metode rasporeda materijala u skladišnom i manipulativnom prostoru, kao i tehnike skladištenja materijala.

Neke analize koje su sprovedene pokazuju da odnos između skladišne i proizvodne površine iznosi u normalnim uslovima 1:6 do 1:3, dok se za mašinogradnju ovaj odnos kreće između 1:3 do 1:2. Međutim, savremene proizvodne filozofije ukazuju na potrebe snižavanja svih troškova, pa tako i troškova skladištenja. Krajnji cilj je projektovanje i realizacija proizvodnih sistema s minimalnim površinama skladišta, i konačno realizacija fabrike bez skladišta.

U načelu, veličina skladišnog prostora trebalo bi biti tolika da osigura smeštaj barem minimalnih zaliha. Međutim, s obzirom na tržišne situacije, a posebno na neizvesnost u pogledu rokova isporuka dobavljača, potrebno je barem za značajnije vrste materijala proceniti optimalni opseg zaliha, kao osnovu za proračun potrebnog skladišnog prostora. Svaka previsoka procena opsega zaliha materijala povećava troškove izgradnje i neiskorišćenost skladišnog kapaciteta, dok preniska procena dovodi u pitanje kontinualnost procesa proizvodnje.

Ukupna površina skladišta (A_s) može se izračunati uz pomoć izraza:

$$A_s = A_{s,neto} + A_{s,tr} + A_{s,pr} + A_{s,otp} + A_{s,rad} + A_{s,pom} \quad \text{m}^2$$

$A_{s,neto}$ - neto površina za skladištenje najveće količine materijala s usvojenim skladišnim jedinicama, policama, regalima, itd.,

$A_{s,tr}$ - površina za prolaze i puteve - transportna površina u skladištu,

$A_{s,pr}$ - površina za prijem,

$A_{s,otp}$ - površina za otpremu,

$A_{s,rad}$ - površina za radnike,

$A_{s,pom}$ - površina za pomoćnu i dodatnu skladišnu opremu.

Ukoliko će materijal biti paletiziran, pri određivanju potrebnog skladišnog prostora najpre treba ustanoviti dimenzije i težinu pojedinačnog materijala, a zatim izabrati jednu ili više vrsta

paleta. Prednost treba imati paleta 1200 x 800 mm. Između paleta u skladištu treba biti prazan prostor do 10 cm.

Za svaku paletu određenih dimenzija treba proračunati broj jedinica materijala koji se može smestiti na jednoj paleti. Pri slaganju materijala na palete treba što bolje iskoristiti prostor palete, osigurati njenu stabilnost i ne dopustiti da se donji materijal ošteti od gornjeg. Visina složenog materijala na paleti zavisi i od njegove težine, a ograničena je kapacitetom viljuškara (ili nekog drugog transportnog sredstva), a još više uslovima ručnog rada.

Kada je određen broj jedinica materijala za svaku paletu određenih dimenzija, potrebno je odrediti broj paleta u jednom slogu (skupu paleta), i to za svaku vrstu materijala i za svaku paletu određenih dimenzija. Visina sloga treba da se nalazi 0,5 m ispod neke zapreke u skladištu. Broj paleta u jednom slogu zavisi od stabilnosti sloga, drobljivosti materijala i nosivosti tla.

Broj paleta za svaku vrstu materijala i vrstu palete određuje se tako da se ukupna zaliha jedne vrste materijala podeli s brojem jedinica materijala jedne palete.

Potom se izračunavaju spoljne dimenzije i težina po svakom paletnom teretu po svakoj vrsti materijala i vrsti palete. Pri određivanju visine paletnog tereta treba uzeti u obzir i visinu palete. Uobičajeno je, radi stabilnosti, da visina tereta na paleti iznosi najviše do veličine duže stranice palete.

Treba odrediti i neto broj slogova - skupova paleta po svakoj vrsti paleta. To se izračunava tako da se ukupan broj paletnih tereta jedne vrste materijala podeli s brojem paletnih tereta u jednom slogu.

Zatim je potrebno odrediti bruto broj slogova tako da se neto broj slogova pomnoži s faktorom rukovanja (približno 1,2).

Potom je potrebno izračunati neto površinu tla potrebnu za svaku vrstu palete, tako da se pomnoži bruto broj slogova s površinom tla potrebnog za jedan slog. Ta površina jeste potrebna površina skladišnog prostora namenjenog funkciji uskladištenja materijala. Neto površini se pridodaje neophodni skladišni prostor za dodatne prostorije (hodnike, urede, sanitarije, garderobu, protivpožarne uređaje i prostor koji zauzimaju stubovi).

Ukoliko se u skladištenju materijal odlaže na tlo ili na regale, police ili bokseve, potrebni skladišni prostor može se odrediti na sličan način.

Na temelju navedenog, potrebna površina za materijal kod paletnih i podnih skladišta može se izračunati uz pomoć izraza:

$$A_{s,neto} = \frac{n_{pal} \cdot A_{pal} \cdot k_r}{n_r} \quad \text{m}^2$$

n_{pal} - broj paletnih mesta (jediničnih tereta),

A_{pal} - površina paletnog mesta (slika 1.), m²

k_r - faktor rukovanja (približno 1,2),

n_r - broj nivoa.

Zavisno od vrste materijala veličina površine $A_{s,neto}$ treba biti:

- ☐ za komadni materijal

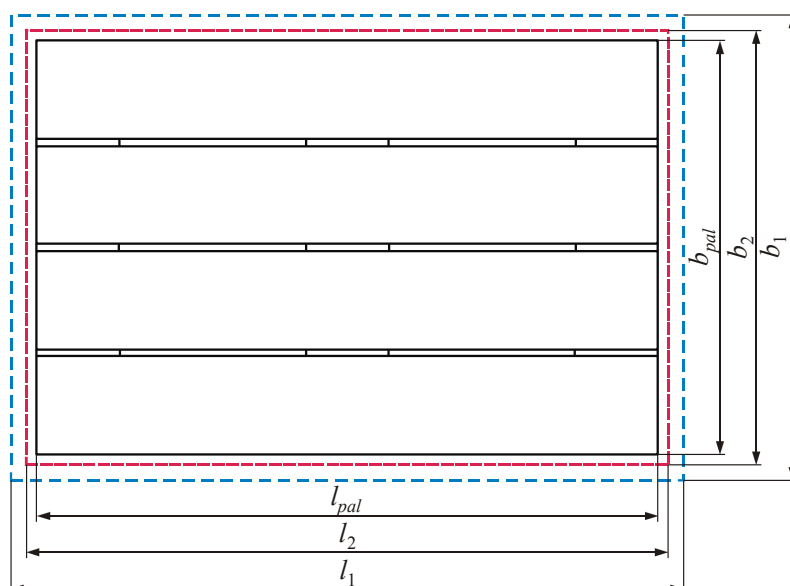
$$A_{s,neto} \geq \frac{n_{pal} \cdot G}{p_{dop}} \cdot k_r \quad \text{m}^2$$

G - težina materijala, N

p_{dop} - dopušteno opterećenje poda, N/m^2

- ☐ za šipkasti materijal

$$A_{s,neto} \geq \frac{G}{p_{dop}} \quad \text{m}^2$$



l_{pal}, b_{pal} - standardne dimenzije palete (npr. 1200 x 800 mm)

l_1, b_1 - dimenzije paletnog mesta (npr. 1300 x 900 mm)

l_2, b_2 - dimenzije s dopuštenim odstupanjem jediničnog tereta na paleti (npr. 1240 x 840 mm)

Slika 1. - Dimenzije paletnog mesta

Visina jedinice skladištenja (h_s) iznosi:

$$h_s \leq \frac{G_{pal}}{l_m \cdot b_m \cdot \rho_m \cdot 9.81} + h_{pal} \quad \text{m}$$

G_{pal} - nosivost palete, N

l_m - dužina materijala na paleti, m

b_m - širina materijala na paleti, m

ρ_m - specifična gustina materijala, kg/m^3

h_{pal} - visina palete, m .

Transportna površina u skladištu ($A_{s,tr}$) zavisi od dimenzija materijala, tipu i izradi regala, vrsti transportnog sredstva i organizaciji skladišta.

Prema nekim ispitivanjima [5], približna **veličina transportne površine** u skladištu iznosi:

$$A_{s,tr} = (0.3 - 0.5) A_{s,neto}$$

pri čemu se kod manjih neto površina usvaja veći faktor transportne površine.

Širina prolaza u skladištu zavisi od načina rukovanja materijalom u skladištu i iznošenju iz njega. Ako je u skladištu predviđeno samo ručno rukovanje glavni prolazi su širine oko 1,2 m, a sporedni prolazi su približno 1,0 m. Glavni put u skladištu treba da ima širinu koja će omogućiti okretanje vozila, tj. promenu smera kretanja. Kada je predviđeno da se glavni prolaz koristi i za prolaz radnika, potrebno je širini glavnog puta dodati između 0,75 – 1,5 m.

Pri projektovanju skladišne zgrade, a u odnosu na skladišni prostor, treba predvideti oko 0,65 m širok prolaz - put između složenog materijala i bilo kakvog zida radi eventualnog pristupa materijalu i opremi u slučaju požara. Potrebno je predvideti i put do protivpožarnih uređaja.

Površina za prijem materijala ($A_{s,pr}$) može se izračunati izrazom:

$$A_{s,pr} = \frac{Q_{uk}}{x_{pr} \cdot f \cdot p_p} = \frac{q}{f \cdot p_p}$$

Q_{uk} - ukupna količina prijemnog materijala u skladište godišnje, N/god

q - prosečna količina prijema, N

x_{pr} - prosečni broj prijema godišnje,

f - faktor iskorišćenja poda (0,5 do 0,6),

p_p - opterećenje poda (0,2 do 0,3 od prosečnog opterećenja poda za $A_{s,neto}$), N/m².

Ovim izrazom nisu obuhvaćene potrebe za kontrolu, paletizaciju, depaletizaciju i dr.

Na isti način može se izračunati i površina za otpremu materijala ($A_{s,otp}$). Kada se ista površina skladišta koristi za prijem i za otpremu materijala, njena ukupna površina može se usvojiti kao 60 do 70% od $2 \cdot A_{s,pr}$.

Površina za radnike koja obuhvata i prostor namenjen skladišnoj kancelariji ($A_{s,rad}$) zavisi od uređenja prostora i organizacije skladišta, a iznosi približno 10-15m² po osobi. Decentralizovano kancelarijsko poslovanje u skladištu u načelu zahteva veći prostor od centralizovanog.

Površina za pomoćnu i dodatnu opremu ($A_{s,pom}$) određuje se u skladu sa zahtevima tehničkih uslova instaliranja i funkcije opreme.

Pošto je određena veličina skladišnog i manipulativnog prostora potrebno je napraviti plan rasporeda skladišnih prostorija. Pri tome je potrebno voditi računa o sledećim faktorima: visini skladišta, podu, prolazima, zidovima - pregradama, nosačima i prostoru između nosača, vratima i prozorima, instalacijama, dodatnim prostorijama i prostorima za razne pomoćne delatnosti. *Visinu skladišta* treba prilagoditi mogućnostima posluživanja gornjih mesta

korišćenjem mehaničkih sredstava, odnosno mogućnostima rada skladišnih radnika koji slažu robu po visinama.

Pod skladišta treba biti čvrst, tj. potrebne nosivosti, ravan i sposoban za transport materijala bez šina, izveden tako da se ne zadržavaju nečistoće i da se ne zamašćuje lako, da nije prohladan, da je siguran od požara, da se po njemu može lako hodati i da se lako može održavati. Boja poda mora biti takva da se lako mogu označiti transportni putevi. Visina poda, zavisno od transportnih sredstava može biti u visini zemlje ili podignuta. Posebno su prikladna skladišta s podom u visini zemlje u koje se i iz kojih se materijal transportuje kamionima, koje utovaruju i istovaruju viljuškari. Ako je skladište povezano s industrijskim šinama potrebno je pod izgraditi iznad visine zemlje i koristiti se 1,20 do 1,30 m visokom rampom za utovar, odnosno istovar paletiziranog materijala upotrebom viljuškara.

Lokacija prolaza u skladištu zavisi od funkcija i vrste materijala koji je predmet skladištenja i od funkcije transportnih sredstava za transport materijala. Posebnu pažnju treba obratiti prijemnim i otpremnim prolazima, koji treba da budu dovoljno široki kako bi omogućili mimoilaženje dva transportna sredstva. Na prijemnim i otpremnim prolazima treba predvideti prostor za privremeni smeštaj paletiziranog materijala uz sam prolaz. To omogućava brži proces primanja odnosno otpreme materijala, odmah po istovaru, odnosno neposredno pred utovarom.

Unutrašnji zidovi - pregrade skladišta po mogućnosti treba da budu montažni, kako bi se skladišni prostor po potrebi mogao proširiti ili suziti.

Nosači u skladištu treba da budu što niži, po mogućstvu izrađeni od čelika, a prostor među nosačima treba da omogući skladištenje paletizovanog materijala.

Vrata i prozori trebaju biti sigurni i zaštićeni. Prozori treba da budu dovoljno veliki, s metalnim okvirima i da osiguravaju dovoljno svetla.

Instalacije u širem smislu reči obuhvataju: električne i vodovodne instalacije, instalacije grejanja, uređaje za ventilaciju, klimatizaciju, kontrolu vlage i rashladne uređaje. Električne instalacije i instalacije za grejanje treba da budu odgovarajuće zaštićene u slučaju požara. Pri instaliranju uređaja za grejanje treba paziti da toplota ne oštećuje robu.

Ukoliko neki materijal zahteva zagrevanje ili rashlađivanje, treba u skladištu predvideti potreban prostor za uređaje za klimatizaciju i za rashlađivanje. U skladištu su neophodni i uređaji za ventilaciju.

U skladištu je potrebno osigurati odgovarajuću svetlost i osvetljenje.

Pri određivanju skladišnog i manipulativnog prostora pažnju treba obratiti i na prostor za parkiranje transportnih sredstava koja dopremaju i otpremaju robu.

Sastavni deo skladišnog prostora može biti i prostor namenjen smeštaju i održavanju transportnih sredstava i ostalih uređaja. Taj prostor zavisi od vrste i broja transportnih sredstava, a može biti pod krovom skladišne zgrade ili u posebnoj zgradi.

U skladištu postoji i prostor za smeštaj i manipulaciju ambalažom. Ukoliko je ambalaža vrednija i trajnija, ona traži i odgovarajuće održavanje, što takođe pretpostavlja osiguranje potrebnog prostora. Smeštaj ambalaže preporučuje se u blizini primanja ili otpremanja materijala, već prema intenzitetu primanja ili otpreme.

Za normalne uslove rada u skladištu, načelno važe ovi podaci:

- ☐ svetlo jačine 10 do 40 lx (na radnom mestu 50 do 100 lx),
- ☐ temperatura 15⁰ do 22⁰ C zimi i do 28⁰ C leti,
- ☐ relativna vlažnost vazduha oko 75% zimi i do 60% leti,
- ☐ brzina strujanja vazduha 0,3 do 0,5 m/s zimi i 0,5 do 0,7 m/s leti,
- ☐ površina prozora za dnevno svetlo treba da iznosi oko 10% od površine skladišta.

Uz svako tehničko rešenje skladišta potrebno je odrediti i ekonomske parametre - troškove skladištenja. Troškovi skladišta mogu se razvrstati u nekoliko osnovnih grupa:

- ☐ troškovi skladišnog prostora i opreme,
- ☐ troškovi transportne opreme,
- ☐ troškovi rukovanja materijalom,
- ☐ troškovi zaliha,
- ☐ troškovi upravljanja i
- ☐ troškovi za plate.

Tehnički i ekonomski pokazatelji uspešnosti rešenja skladišta su:

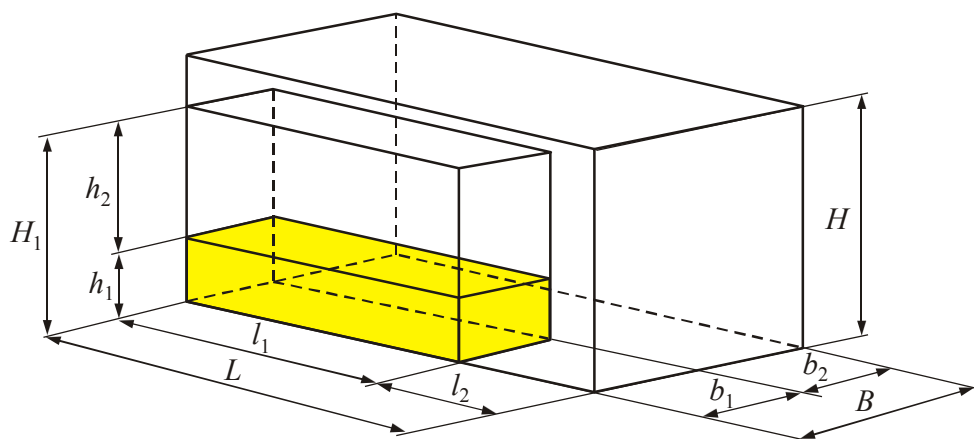
- ☐ iskorišćenost obima skladišta,
- ☐ iskorišćenost površine skladišta,
- ☐ udeo troškova skladišnih radnika u ukupnim troškovima za sve radnike proizvodnog sistema,
- ☐ odnos troškova skladišta i vrednosti zaliha,
- ☐ odnos vrednosti skladišta i površine skladišta.

Stepen iskorišćenja obima skladišta ($\eta_{s,V}$) je odnos između zbira svih zapremina skladišnih elemenata (regali, police, itd.) i ukupnog obima skladišta (slika 2.):

$$\eta_{s,V} = \frac{l_1 \cdot b_1 \cdot H_1}{L \cdot B \cdot H} \cdot 100$$

Stepen iskorišćenja površine skladišta ($\eta_{s,A}$) je odnos između zbira svih površina skladišnih elemenata i ukupne površine skladišta (Slika 2.):

$$\eta_{s,A} = \frac{l_1 \cdot b_1}{L \cdot B} \cdot 100$$



Slika 2. - Veličine za izračunavanje stepena iskorišćenja skladišta [Fray, 1975]

4.0 Postupak izbora lokacije skladišta

Određivanje lokacije predstavlja vrlo značajan zadatak u projekovanju novog skladišnog sistema. Pretpostavka za uspešan izbor lokacije je sastavni postupak uz pomoć odgovarajućih metoda. Postupak izbora lokacije obuhvata:

1. definisanje skupa uticajnih faktora relevantnih za izbor lokacije,
2. predviđanje i ocenu intenziteta, pravca i smera delovanja definisanih faktora u zadatom vremenu i zadatim uslovima okoline na poglede postupka odlučivanja o lokaciji,
3. vrednovanje varijanti mogućih rešenja i izbor optimalne varijante.

Određivanje lokacije može se podeliti na više koraka, tj. postupak se mora sprovesti od globalnog prema pojedinačnom rešenju.

Polazeći od spoljnih i unutrašnjih faktora preko inicijative preduzeća, definišu se osnovni faktori koji utiču na izbor lokacije. S obzirom na postavljene ciljeve preduzeća i definisani proizvodni program, problem određivanja lokacije se postupno ograničava.

4.1 Metode za ocenjivanje alternativnih lokacija

Metode za izbor najpogodnije lokacije mogu se podeliti u nekoliko osnovnih grupa. U nastavku su opisane sledeće metode ocenjivanja alternativnih lokacija: 1. bodovno ocenjivanje, 2. metode koje u obzir uzimaju transportne troškove, 3. vrednosna analiza i 4. metode koje u obzir uzimaju investicijske troškove.

1. Bodovno ocenjivanje

Za brzu odluku o najpogodnijoj lokaciji može poslužiti bodovno ocenjivanje. Ova se metoda može koristiti u fazi predizbora lokacije kada se na temelju ograničenog broja kriterijuma određuje izbor lokacije. Tabela 4.1.1 prikazuje primer ocenjivanja alternativnih lokacija uz pomoć bodovnog ocenjivanja.

Tabela 4.1.1 - Ocenjivanje alternativnih lokacija uz pomoć bodovnog ocenjivanja

Faktori za izbor lokacije			Alternativne lokacije				
Red. br.	Oznaka	Zahtevi	A	B	C	D	E
1.	Spoljna politika	orijentiranost prema državama iz EU	2	2	2	2	2
2.	Ekonomska politika	liberalna, slobodna trgovina	0	2	1	2	0
3.	Finansijska politika	slobodan protok kapitala	2	2	0	2	1
4.	Radna snaga	obrazovani radnici	1	0	2	2	0
5.	Promet na nivou makrolokacije	auto putevi, železnički saobraćaj	0	1	0	1	2
6.	Prodajno tržište	blizina prodajnog tržišta	0	2	1	2	1
7.	Vlast	spremnost na kooperativnost	2	2	1	1	0
8.	Zemljište	ravno, tvrdo, suvo	2	0	2	2	0
9.	Promet na nivou mikrolokacije	priključak na železničku liniju	0	2	0	2	2
10.	Energija	minimalno 10 kVA	2	0	0	1	0
11.	Troškovi	maksimalno 200 n.j/m ²	0	1	0	2	1
UKUPNO:			11	14	9	19	9

Značenje ocena: 2 - zahtev ispunjava u potpunosti, 1 - zahtev delimično ispunjava, 0 - zahtev ne ispunjava.

Maksimalan broj bodova (19) u ovom primeru dobila je lokacija D.

2. Metode koje u obzir uzimaju transportne troškove

Primenjuju se tamo gde je udeo troškova spoljašnjeg transporta u ukupnim troškovima relativno veliki, kao npr. kod visokih troškova transporta sirovina/poluproizvoda od dobavljača, odnosno kod visokih troškova transporta gotovih proizvoda do potrošača. Količina materijala koji se transportuje mora da bude poznata, a na temelju nje se izračunavaju transportni troškovi između potencijalnih lokacija proizvodnih sistema i isporučilišta (dobavljača), odnosno odredišta (kupaca). U jednostavnim slučajevima, za jedan proizvodni sistem može postojati više, prikladnih lokacija. Bira se ona lokacija koja zahteva najmanje transportne troškove. Pri izračunavanju transportnih troškova moraju se definisati transportna sredstva, ali i podaci o udaljenostima (u kilometrima) između moguće lokacije i isporučilišta/odredišta.

Ovaj problem može se prikazati grafički (*Slika 3.*), dok se matematički može opisati sledećim izrazom:

$$C_{tr,i} = \sum_{j=1}^m m_{ij} \cdot s_{ij} \cdot c_{ij}$$

$C_{tr,i}$ - ukupni transportni troškovi za pojedinu lokaciju, *n.j.*

m_{ij} - količina transporta između dobavljača/kupca *j* i lokacije *i*, *t*,

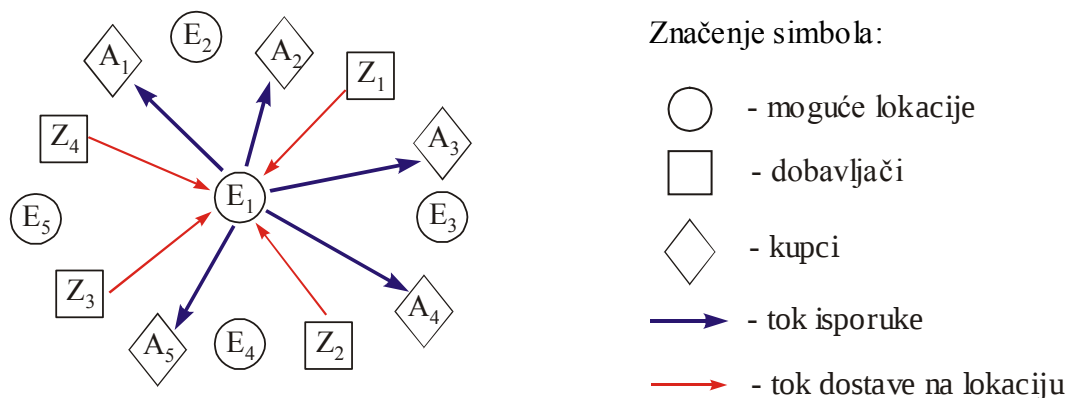
s_{ij} - udaljenost između dobavljača/kupca *j* i lokacije *i*, *km*

c_{ij} - transportni troškovi između dobavljača/kupca *j* i lokacije *i*, *n.j./t·km*

n.j. - novčane jedinice.

Za određivanje najpogodnije lokacije razvijeno je više metoda iz ove grupe, od kojih su najpoznatije sledeće:

- *Launhardtova* grafička metoda (*Launhardt, 1982.*), koja koordinate lokacije određuje računajući ih analogno određivanju težišta površine;
- *Rockstrohova* metoda (*Rockstroh, 1969.*) definiše optimalnu lokaciju određujući koordinate vrha radijusvektora težišta (pojedini radijusvektori predstavljaju proizvod pomnoženih vrednosti transportnog intenziteta i koordinata udaljenosti);
- metoda “severozapadnog ugla”[6], itd.



Slika 3. - Određivanje najpogodnije lokacije s obzirom na transportne troškove

3. Vrednosna analiza

Vrednosna analiza je vrlo prikladna za ocenjivanje optimalne lokacije s' obzirom na relevantne faktore. Ona se može opisati kao istraživanje skupa alternativnih rešenja sa svrhom da se te alternative rangiraju prema određenom cilju. Za postizanje rangiranja mora se za svaku alternativu odrediti vrednost rešenja. Vrednost rešenja izračunava se na temelju objektivnih i subjektivnih informacija o vrednosti pojedinih kriterijuma.

Pri upoređivanju pojedinih kriterijuma moguće je istovremeno uzeti u obzir različite jedinice (npr. kN , kW , $n.j.$) i faktore (npr. faktor sigurnosti). Stoga se vrednost rešenja izražava bezdimenzionalnim indeksom za različita rešenja koja se ocenjuju.

Vrednosna analiza se izvodi u sledećim koracima [5] :

1. postavljanje cilja, određivanje kriterijuma za ocenjivanje alternativnih rešenja i određivanje vrednosti pojedinih kriterijuma,
2. ocenjivanje težinskih faktora (faktora ponderiranja), odnosno izračunavanje vrednosti pojedinih kriterijuma u odnosu na ukupnu vrednost svih kriterijuma,
3. ocenjivanje alternativnih rešenja s obzirom na postavljene kriterijume, odnosno koliko pojedino postavljeno rešenje ispunjava određeni kriterijum,
4. određivanje vrednosti kvaliteta rešenja za sva alternativna rešenja,
5. postavljanje redosleda za sva alternativna rešenja s obzirom na dobijene vrednosti kvaliteta rešenja.

Pojedini kriterijumi se ocenjuju prema sledećim vrednostima: vrlo prikladan (5), prikladan (4), neutralan (3), nije posebno prikladan (2) i neprikladan (1). Ako se pojavi nekoliko lokacija koje su blizu optimuma, potrebno je uzeti u obzir i subjektivne činioce, kao što su stavovi investitora i društveno-političkih struktura, jer pozitivan stav i angažovanje ovih institucija može značajno olakšati izvođenje projekta.

Rezultati primene vrednosne analize za određivanje optimalne lokacije, prikazani su u tabeli 4.1.2 [Volmer,1993.]

Na temelju hijerarhije pojedinih kriterijuma izabrana su 22 kriterijuma. U drugom koraku, timski je ocenjena važnost pojedinih kriterijuma, odnosno određene su njihove težinske vrednosti w_i . Zbir vrednosti svih težinskih faktora iznosi 100.

Tabela 4.1.2 - Primer primene vrednosne analize za određivanje optimalne lokacije

Red. br	Kriterijumi za izbor lokacije	w_i	Lokacija 1		Lokacija 2		Lokacija 3		Lokacija 4	
			O	$w_i \cdot O$	O	$w_i \cdot O$	o	$w_i \cdot O$	O	$w_i \cdot O$
1.	Položaj u pogledu prodajnog tržišta	4.6	10	46	5	23	1	5	10	46
2.	Položaj u pogledu nabavnog tržišta	10.8	10	108	4	43	3	32	10	110
3.	Vodeni putevi	5.1	7	36	3	15	4	20	8	41
4.	Železnički promet	4.9	9	44	10	49	2	10	4	20
5.	Auto putevi	2.6	9	23	6	16	8	21	8	21
6.	Nosivost zemljišta	2.2	5	11	10	22	4	9	10	22
7.	Ravnoća tla	1.3	3	4	10	13	3	4	6	8
8.	Oblik zemljišta	1.8	8	14	9	16	6	11	7	13
9.	Veličina zemljišta	3.5	7	24	9	32	3	10	4	14
10.	Ugalj	4.0	9	36	8	32	9	36	7	28
11.	Nafta	1.3	10	13	10	13	10	13	8	10
12.	Energetika	4.0	10	40	7	28	2	8	4	16
13.	Plin	2.0	6	12	10	20	2	4	4	8
14.	Ostala energija	1.9	4	8	9	17	7	13	8	15
15.	Mogućnosti zapošljavanja	8.0	6	48	10	80	5	40	8	64
16.	Uslovi stanovanja	4.8	3	14	6	29	8	37	6	29
17.	Mogućnosti školovanja	2.5	1	3	7	18	3	8	4	10
18.	Socijalni uslovi	2.3	7	16	6	14	7	16	5	12
19.	Kulturni i ostali uslovi	1.4	8	11	10	14	6	8	4	6
20.	Cena zemljišta	10.9	8	87	7	76	4	44	6	65
21.	Investicije	9.2	9	83	8	74	6	55	8	74
22.	Troškovi rada	10.9	10	109	6	65	2	22	8	87
UKUPNO:		100	790		709		426		719	
REDOSLED:			1		3		4		2	

Nakon toga, ocenom O , procenjuje se koliko pojedina lokacija zadovoljava pojedini kriterijum ($10 \geq O \geq 1$; pri čemu se usvaja: $10 =$ lokacija u potpunosti zadovoljava određeni kriterijum, $1 =$ lokacija uopšte ne zadovoljava određeni kriterijum).

Množenjem težinskog faktora w_i sa vrednostima ocenjivanja O dobije se vrednost određenog kriterijuma za izbor lokacije. Na temelju ukupnog zbira vrednosti, određuje se optimalna lokacija (u ovom primeru to je lokacija 1).

Osnovna prednost ove metode je mogućnost uzimanja u obzir velikog broja kriterijuma za izbor lokacije. U obzir se mogu uzeti kako tehnički, tako i ekonomski kriterijumi.

Pored navedenih metoda, prilikom izbora lokacije mogu se primeniti i druge metode, kao npr. metode višekriterijumske analize.

4. Metoda izbora lokacije s obzirom na troškove

Prema ovoj metodi optimalna je ona lokacija koja proizvodnom sistemu za uloženi kapital osigurava najveći profit. Na temelju troškova proizvodnje, prihoda i proizvodnog kapitala zavisno od lokacije, za svaku potencijalnu lokaciju određuje se njena rentabilnost:

$$R_{VK} = \frac{U_P - C_{UK}}{V_K \cdot n_{VK}} \cdot 100$$

R_{VK} - rentabilnost vlastitog kapitala, %

U_P - ukupni prihod, *n.j.*

C_{UK} - ukupni troškovi, *n.j.*

V_K - vlastiti kapital, *n.j.*

n_{VK} - stopa vlastitog kapitala.

Od više mogućih lokacija optimalna je ona koja omogućava najveću rentabilnost. Nedostatak ovog postupka je dugotrajna i opsežna priprema. Podatci o troškovima i prihodima morali bi biti potpuni i stalno na raspolaganju. Ova metoda ne uzima u obzir kriterijume koji se ne mogu kvantifikovati, a koji se uglavnom pojavljuju pri izboru lokacije. Međutim, ovaj proračun može biti koristan i od interesa onima koji ulažu kapital u izgradnju novog proizvodnog sistema.

5.0 Principi klasifikacije skladišta

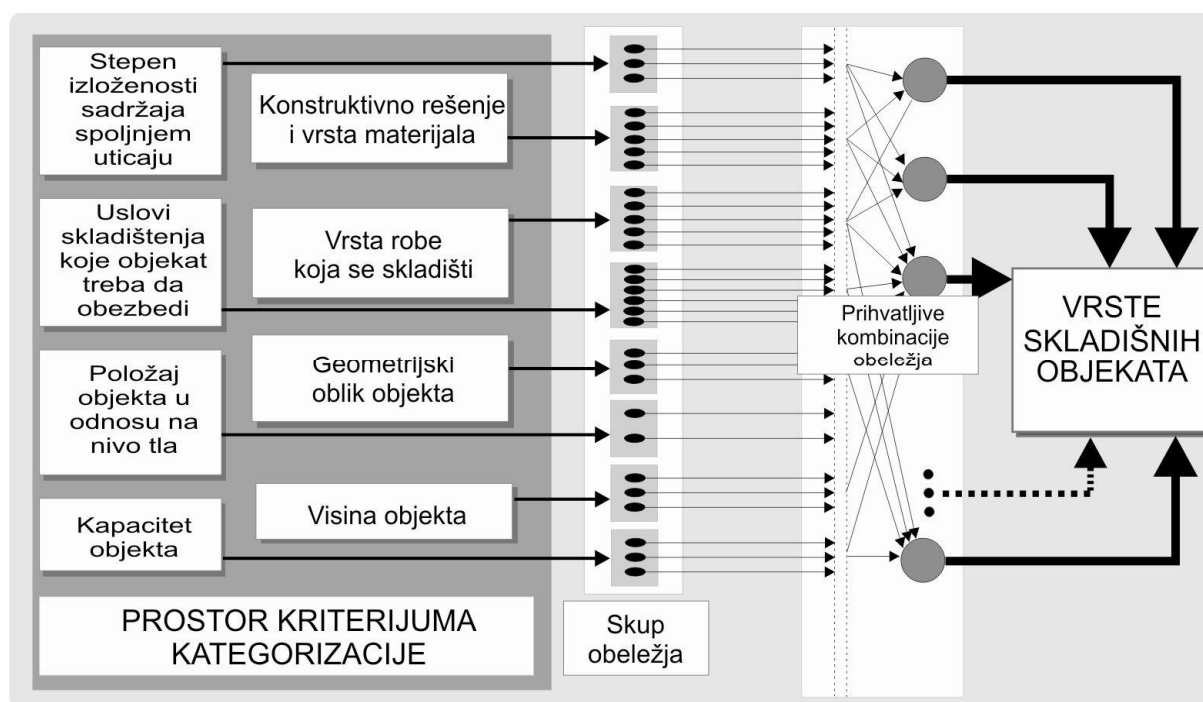
Osnovni zahtev koji skladišta treba da zadovolje jeste:

- roba koja se nalazi u skladištu treba da zadrži svoja svojstva u dozvoljenim granicama.

Prema nekim opštim karakteristikama, neke vrste skladišta mogu se klasifikovati po [1]:

- ekonomsko-eksploatacionim kriterijumima,
- tehničko-eksploatacionim kriterijumima.

5.1 Klasifikacija skladišnih objekata



Slika 4. Kriterijumi za izradu skladišta na osnovu klasifikacije skladišnih objekata [1]

Klasifikaciju skladišta možemo izvršiti prema:

1. stepenu izloženosti sadržaja objekta prema spoljnjem uticaju:

- *otvorena skladišta* (deponije, platoi; za robu čije karakteristike to dozvoljavaju)
- *zatvorena skladišta* (za robu koja se ne sme izložiti spoljašnjem atmosferskom uticaju.)
- *natkrivena skladišta* (sa natstrešnicom, bez, ili eventualno sa jednim ili dva bočna zida.)

2. položaju skladišnog objekta u odnosu na nivo tla:

- *nadzemna skladišta* (tipično rešenje)
- *skladišta zasuta zemljom* (za čuvanje opasnih roba)
- *poluukopana skladišta* (obično za rasute robe, obuhvata i skladišta smeštena u podrumске prostorije spratnih građevina.)
- *podzemna skladišta* (za opasne robe)
- *podvodna skladišta* (za zapaljive tečne materije, čuvanje nafte uz morske platforme)

3. geometrijskom obliku građevinskog objekta:

- *objekti u obliku ravnih geometrijskih figura, najčešće kvadra ili kocke* (različiti oblici zgrada namenjenih za skladištenje komadnih ili rasutih tereta)
- *objekti sferičnog oblika* (rezervoari za skladištenje tečnosti i gasova.)
- *objekti cilindričnog oblika* (bunker i kao “puferi” za prihvatanje robe pre daljeg otpremanja), silosi (za duže čuvanje robe), rezervoari za skladištenje tečnosti i gasova)
- *objekti u obliku cilindra uzdužno presečenog sa ravni* (različite vrste hala)
- *objekti u obliku kalote naslonjene na cilindričnu osnovu* (hale za komadne i rasute robe)

4. Konstruktivnim rešenjima i vrstama materijala:

- *skladišta sa betonskom nosećom konstrukcijom*
- *skladišta sa čeličnom nosećom konstrukcijom*
- *skladišta sa čelično betonskom nosećom konstrukcijom*
- *“vazdušne” hale* (zatvoreni skladišni objekti niske cene, imaju mogućnost premeštanja)
- *hale sa lakom metalnom konstrukcijom*
- *skladišta sa samonosećom metalnom konstrukcijom* (visokoregalna skladišta)
- *zidani skladišni objekti* (pomoćna skladišta manjih kapaciteta)
- *skladišni objekti drvene konstrukcije*
- *spratni skladišni objekti*

5. Vrste robe koja se skladišti:

- *objekti za čuvanje komadne robe,*
- *objekti za čuvanje rasute robe ,*
- *objekti za čuvanje tečnosti i gasova*

6. Uslovima skladištenja koje skladišni objekat treba da obezbedi:

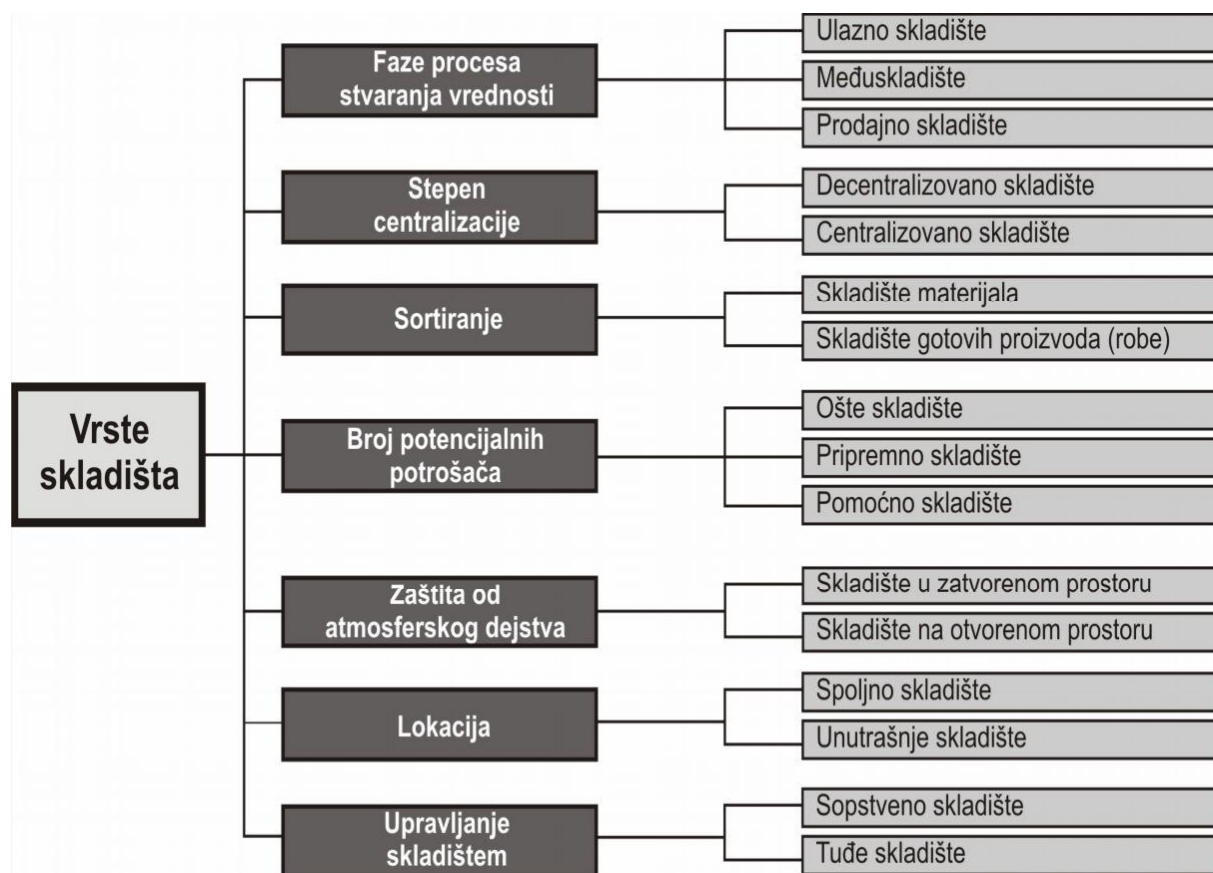
- *nekondicionirani skladišni objekti*
- *kondicionirani skladišni objekti*

7. Kapaciteti objekata:

- velikog kapaciteta,
- srednjeg kapaciteta,
- malog kapaciteta.

8. Visina objekata (saglasno domaćim propisima):

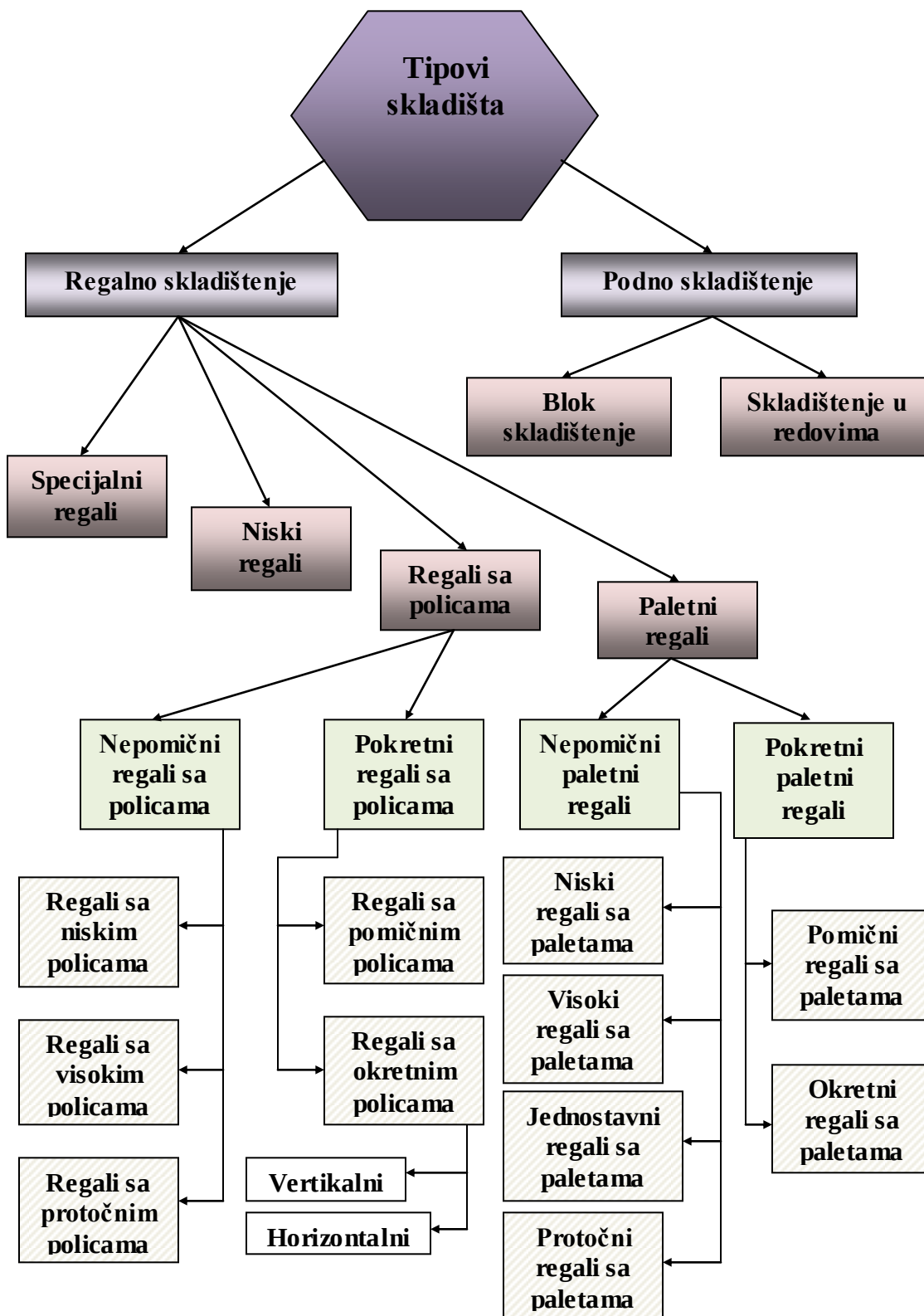
- male visine,
- srednje visine,
- velike visine.



Slika 5. – Pregled vrsta skladišta [1]

6.0 Tipovi skladišta

Osnovna podela skladišta je na osnovu načina skladištenja robe (slika 6.). Postoji **regalno skladištenje** i **podno skladištenje**. [1]



Slika 6. Tipovi skladištenja [1]

6.1 Podno skladištenje

Podna skladišta (slika 7. i 8.) mogu biti montažnog, kao i montažno-demontažnog karaktera. Ova skladišta su industrijski objekti, odnosno komercijalni kompleksi koji se koriste za skladištenje žitarica, uglja, cevastih materijala i sl. Konstrukcije se mogu oblagati profilisanim limovima, termoizolacionim panelima strukturalnim fasadama itd. Ovim konstrukcijama se može premostiti raspon do 60 metara, bez srednjeg stuba, dok su dužine – neograničene. Cene ovih objekata su veoma pristupačne, pa se može uštedeti i do 50% u odnosu na klasičan sistem gradnje.

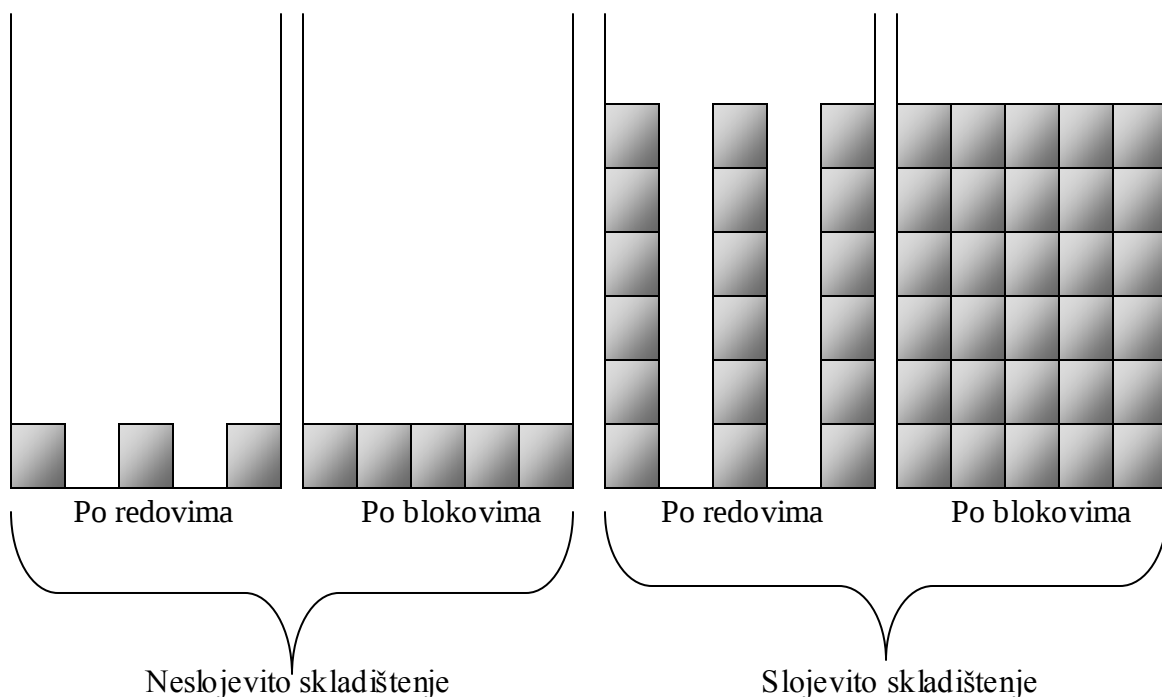


Slika 7. Izgled unutrašnjosti hale za podno skladištenje



Slika 8. Hala za podno skladištenje

Podno skladištenje može biti **neslojevito** (po redovima i po blokovima) i **slojevito** (po redovima i po blokovima).



Slika 9. Neslojevito i slojevito skladištenje [1]

- **Primena blok skladištenja:**

skladištenje po redovima:

Kod prosečnog broja različitih artikala, kod prosečne količine robe po artiklu, kod visokog obrta, kad postoji sposobnost slaganja robe.

skladištenje po blokovima:

Ako je manji broj različitih artikala, ako je velika količina po artiklu, kod prosečnog obrta, kad postoji sposobnost slaganja dobara za uskladištenje (planiranje pokrivenih površina, stabilnost oblika).

- **Prednosti Blok skladišta / Skladištenja u redovima:**

- *Visoka fleksibilnost*
- *Manji investicioni troškovi*
- *Zadovoljavajuća iskorišćenost površina odnosno prostora*
- *Manje potrebe za kadrovima*
- *Zanemarljiva pojava smetnji, kada je skladište dobro sposobno za slaganje i skladištenje i kada se ima u vidu stabilnost.*

- **Nedostatci Blok skladišta / Skladištenja u redovima:**

- *Manja mogućnost automatizacije odnosno mehanizacije*
- *Potreba za uređivanjem zauzetosti skladišnih mesta*
- *Moguće je direktno uzimanje samo iz perifernih područja blokova*
- *Nepovoljnost vođenja i kontrole zaliha u slučaju većeg broja artikala*
- *Princip uskladištenje "first-in- first-out" moguć samo kod homogenih blokova odnosno redova.*

7.0 Regalna skladišta

Savremeni sistemi skladištenja, sve veća proizvodnja i promet roba u savremenom svetu nameće potrebu za efikasnim metodama manipulacije i skladištenja. Pored sve veće tendencije za unifikacijom i standardizacijom zbirnih pakovanja (palete, kontejneri i sl.), te korišćenjem manipulativnih sredstava (viljuškari različitih tipova, translatori, specijalno projektovani transportni sistemi za palete i kontejnere) kao ključni preduslov efikasnog korišćenja robnih i magacinskih resursa nameću se regalni skladišni sistemi (slika 10.).

Osnovne prednosti regalnih skladišta nad klasičnim sistemom skladištenja su omogućavanje preglednosti, sistematičnosti i dostupnosti robe uz višestruko povećanje kapaciteta skladišta. Sve veća upotreba regala rezultirala je pojavom velikog broja proizvođača i velikim brojem različitih regalnih sistema orijentisanih ka specifičnim vrstama roba.



Slika 10. Regalni skladišni sistem

Namena regala je vrlo široka počev od pojedinačnih stalaža do kompletnih skladišta koja zauzimaju ogromne prostore. Roba koja se u ovakve sisteme regala može odlagati je najraznovrsnija zavisno od potrebe korisnika. Montaža je laka i jednostavna, pa se praktično svaki prostor namenjen skladištenju može iskoristiti izuzetno racionalno. Maksimalno iskorišćenje poslovnog prostora je jedan od veoma bitnih preduslova uspešnog poslovanja. Upravo zbog toga se preporučuju regalna skladišta i time se poslovni prostor iskorišćava na najbolji mogući način. Regalnim skladištima se smanjuju troškovi i stiče se jedan od najvažnijih preduslova za uvođenje ISO standarda.

Regali su montažno-demontažnog tipa tako da su prilagodivi svim vrstama prostorija. U iste se mogu skladištiti sve vrste roba i prilagodljivi su raznovrsnoj ambalaži. Skladišta se izrađuju i kao samonosiva i takođe kompjuterizovana kao jedno od najoptimalnijih rešenja.

Regali omogućuju bolje iskorišćavanje ne samo skladišne površine nego i visine. Regali mogu ispuniti ceo prostor za skladištenje, obezbeđujući da se roba ne ošteti.

Da bi se skladištenje što bolje neprekidno obavilo, potrebne su posebne zone:

- *sabirna zona,*
- *zona glavnog skladištenja,*
- *manipulativna*
- *rezervna zona.*

Postoji dosta tipova i varijanti regalnih skladišta u zavisnosti od oblika, vrste i načina izrade regala. Neki od njih su [3]:

- visokoregalna
- niskoregalna
- samonosiva
- kombinovana
- prolazna
- protočna
- sa podestom
- paletna
- polična
- konzolna

Regalno skladište u najužem smislu može biti sa:

1. Policama

2. Paletama

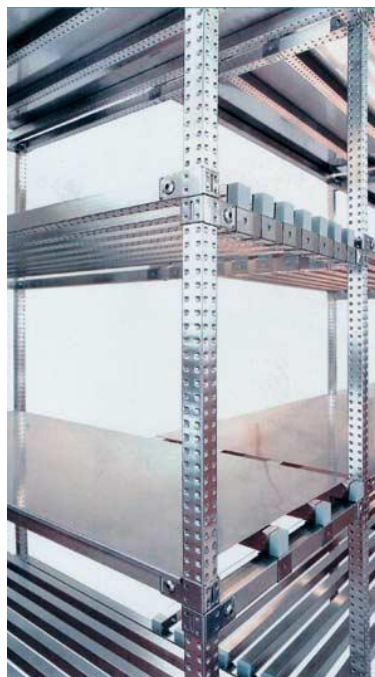
- *niskoregalno* skladište sa paletama (čija građevinska visina iznosi do 7 m),
- regalno skladište sa paletama *srednje visine* (građevinska visina im je otprilike između 7 m i 15 m),
- *visokoregalno* skladište sa paletama (građevinska visina od 15 m do 45 m).

7.1 Regalno skladište sa policama

Polični regali (*Slika 10.*) čine najlakšu kategoriju regala. Najčešće su izrađeni od profilisanog pocinkovanog lima. Lako i brzo se montiraju i demontiraju (često nema ni jednog zavrtnja). Neke od standardnih dubina polica su: 320, 400, 500, 600, 700 i 800 mm a dužine: 900, (1050), 1200, (1350), 1500 i 1800 mm. Standardne visine ramova su od 1972 do 5000 mm. Nosivost po jednoj polici kreće se od 150 do 280 (640) daN. Bogata dodatna oprema koju čine: fioke, separatori, nosači, paneli, kontejneri, montažna vrata, međuspratna gazišta, stepeništa i gelenderi proširuje mogućnost primene ovog sistema na poslovni prostor (arhive), biblioteke, prodavnice (priručni magacini i zidne police u prodajnom prostoru), veletrgovine (auto delovi, elektro roba i sl.), distributivni centri (PTT, apoteke, telešoping...), servisne radionice, međufazna skladišta poluproizvoda u lakoj industriji, dostavna vozila i sl. Postoje i ojačani polični regali (*Slika 11.*). Njihova glavna karakteristika je vertikalni stub od kutijastog limenog profila u obliku slova T. Ovim je omogućena veća nosivost regala i visine do 8000 mm i poboljšan estetski utisak. Zbog svoje povećane nosivosti i pouzdanosti, pored napred navedenih oblasti, proširuje primenu i na smeštaj teških predmeta (skupi elektronski uređaji, manje palete i kontejneri). Takođe, pogodan je i za formiranje pokretnih regala u bibliotekama i slično.



Slika 11. Ojačani polični regali



Slika 12. Polični regali

Polični regali (*Slika 12.*) namenjeni su prvenstveno prehrambenoj, hemijskoj i farmaceutskoj industriji i trgovini. Upotrebljeni materijal dozvoljen je za direktan kontakt sa mesom, mlečnim proizvodima i ostalim prehrambenim artiklima. Pri projektovanju je posebno vođeno računa o potrebi za lakim pranjem i dezinfekcijom.

Skladištenje u regalnim skladištima sa policama se obavlja na zatvorenim policama sa podovima od čeličnog lima ili drveta u više nivoa. Dimenzije regalnog skladišta sa policama zavise od: količine dobara koja se skladište, broja različitih artikala (širina asortimana), učestalosti obrtaja kao i od raspoloživosti prostora.

Visina regala bi kod ručnog opsluživanja trebala da iznosi najviše 2m. Dubina regala kod velike brzine obrtaja ne bi smela da iznosi više od 0,4 m za razliku od polica gde se njihova dubina dopušta i do 0,8 m širina prolaza između regala kod ručnog pogona iznosi između 0,75 i 0,85 m.



Slika 13. Polični sistem koji obezbeđuje veliki broj poličnih nivoa i veliku nosivost (100-230 kg po polici).

- Primena regalnog skladišta sa policama

- *Kod skladištenja različitih dobara u željenim količinama*
- *Kod velikog asortimana malih do srednjih količina dobara kada nije pogodna paletizacija*
- *Kada su različite veličine skladišne robe; naročito malih delova*

- Prednosti regalnog skladišta sa policama

- *Mogućnost direktnog pristupa svakom artiklu*
- *Pogodnost za ostvarivanje visokih obrta*
- *Fleksibilnost kod promene strukture*
- *Zanemarljiva sklonost poremećajima*
- *Dobre mogućnosti sređivanja i kontrole zaliha*
- *Moguća je jednostavna organizacija skladišta*
- *Osrednji investicioni troškovi (zavisno od opremljenosti)*

- Nedostatci regalnog skladišta sa policama

- *Delimično nepovoljan pristup uslužnog osoblja (ispod/iznad)*
- *Visoki personalni izdatci kod ručnog opsluživanja (pešačenje, zahvatanje)*
- *Visoke potrebe za površinama i malo iskorišćenje pri manuelnom opsluživanju regala*
- *Ograničene mogućnosti automatizacije, odnosno mehanizacije*
- *Slabo se ostvaruje FIFO (First In First Out) princip.*

7.2 Regalno skladište sa paletama

Paletni regali su vid poličnih, gde je polica redukovana na dva horizontalna nosača (letve) koji služe za smeštanje jedne do četiri palete. Manipulacija paletama se vrši viljuskarima ili translatorima i može biti automatizovana. Pri projektovanju skladišta sa ovim tipom regala na izbor elemenata najviše utiču: masa i gabarit palete, visina prostora i tip sredstva manipulacije (najčešće viljuškara). Pored opremanja skladišnih prostora (klasični građevinski objekti), ovi regali omogućavaju i gradnju samonosivih skladišta koja su brzo i jeftino rešenje za dobijanje skladišnog prostora. Cena ovakve gradnje je do 30% niza i znatno brža od klasičnih.

Regalno skladište sa paletama služi za skladištenje paletizovanih dobara. U zavisnosti od konstrukcije skladišnih polica, u jednoj paletnoj polici mogu biti odložene jedna ili više tovarnih jedinica.

Kod sistema sa jednim mestom tovarne jedinice se oslanjaju na dve konzole (najčešće od ugaonih profila) po polju na jednom nivou.

Kod sistema sa više mesta, uz pomoć dodatno ugrađenih uzdužnih greda, omogućeno je da se više paleta odlože jedna pored druge.

Prema visini regalnog skladišta sa paletama razlikujemo:

- **niskoregalno** skladište sa paletama (građevinska visina iznosi do 7 m.)
- regalno skladište sa paletama **srednje visine** (građevinska visina im je otprilike između 7 i 15 m.),
- **visokoregalno** skladište sa paletama (građevinska visina od 15 do 45 m.)

7.2.1 Niskoregalno skladište

Ova skladišta zahtevaju relativno manje organizacione i finansijske izdatke. Odlikuje ih osrednja iskorišćenost površine i prostora. Građevinska visina im iznosi do 7 m.

- Primena niskoregalnih skladišta

- *Primenjuju se kod velikog asortimana za veliku količinu po artiklu*
- *Kod srednje teških do teških dobara sa stabilnim položajem težišta*

- Prednosti niskoregalnih skladišta

- *Osrednja iskorišćenost površine i prostora*
- *Visoka fleksibilnost (mogućnost usklađivanja sa promenjenom strukturom artikla, dobra mogućnost izgradnje)*
- *Mogućnost automatizacije i mehanizacije*
- *Moguć veliki broj obrta*
- *Direktan pristup svoj skladišnoj robi*
- *Dobre mogućnosti komisioniranja*
- *Dobra kontrola zaliha*
- *Srednja veličina investicionih ulaganja*

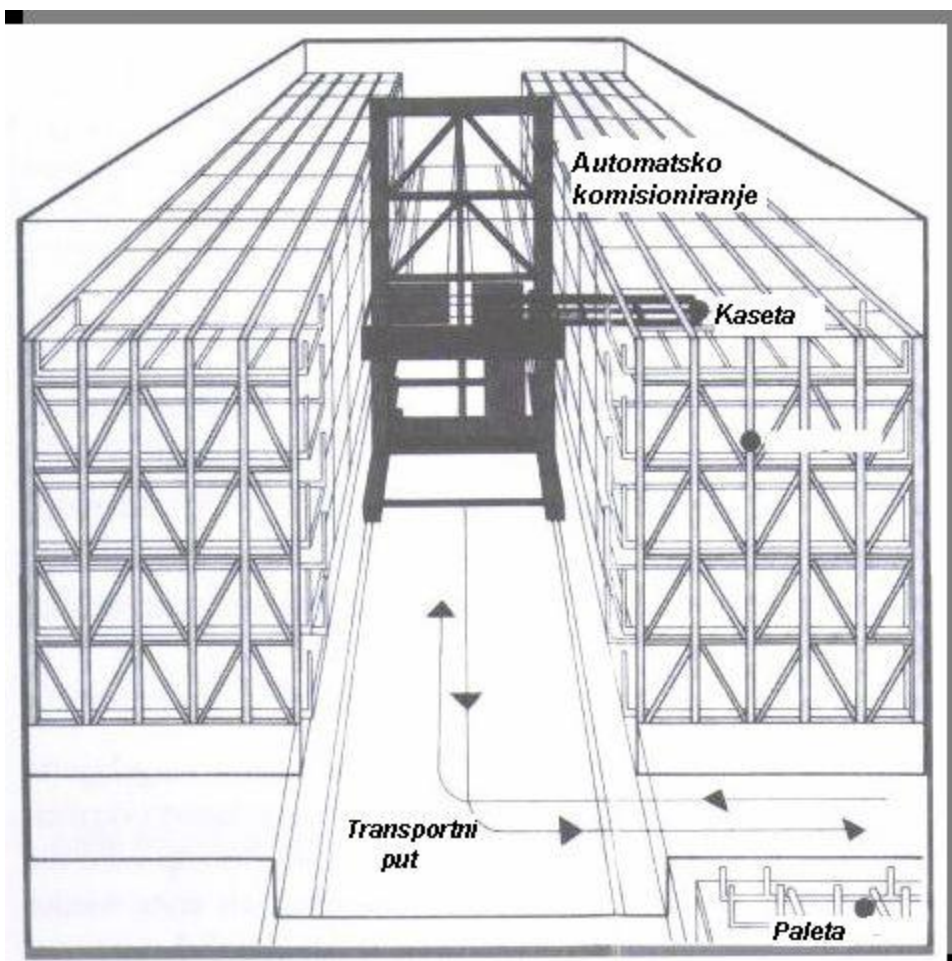
- Nedostatci niskoregalnih skladišta

- *Visoko angažovanje kadrova u zavisnosti od stepena automatizacije, odnosno mehanizacije*
- *Moguće smetnje kod višeg stepena automatizacije*
- *U zavisnosti od izbora transportne tehnike neophodna su i rešenja koja zahtevaju velike površine*
- *Neophodno je formiranje tovarnih jedinica koje su optimalne sa aspekta iskorišćenja prostora i ekonomičnosti.*

7.2.2 Paletna skladišta sa regalima srednje visine

Kod paletnih skladišta sa regalima srednje visine, težište korišćenja leži u skladištenju artikala velikog asortimana gde pojedine artikle odlikuju velike količine.

U odnosu na skladišta paleta sa niskim regalima, paletna skladišta sa regalima srednje visine karakterišu veći organizacioni i investicioni izdaci. Kod visokih obrta, skladište srednje visine je ekonomičnije od skladišta sa niskim regalima. Kao transportna sredstva, posebno su prikladni visoko regalni viljuškari sa pozicionim pomagalicama kao što su uređaji koji opslužuju regale.



Slika 14. Regali srenje visine

7.2.3 Visokoregalna skladišta

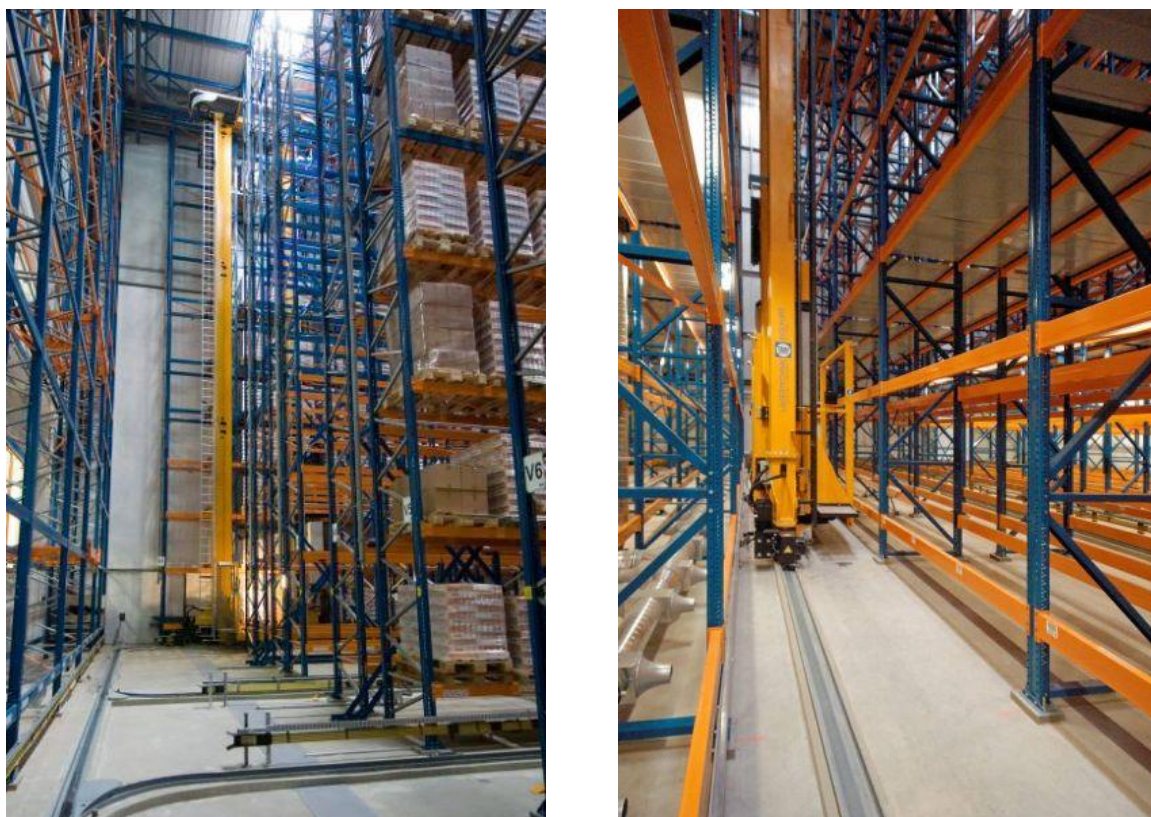
Visokoregalnom građevinom nazivamo spoljašnji deo visokoregalnog skladišta, tj. onaj deo koji se vidi. Nju čini čelična regalna konstrukcija, fasada i krov. Čelična konstrukcija igra centralnu ulogu kao središnji element visokoregalnog skladišta. Ona čuva ambalažne jedinice u regalnom sistemu i obezbeđuje stabilnost zgrade.

Stalni razvoj konstrukcije regala doveo je do visokih regala, koji mogu da imaju visinu i do 45 metara.

Postoje dve različite vrste gradnje:

- montažna skladišta sa visokim regalima i
- skladišta sa nosačima zgrade tipa silosa.

Bitna karakteristika montažnih visokoregalnih skladišta je građevinsko-tehničko razdvajanje skladišnih uređaja i skladišnog objekta. Ova koncepcija se pokazuje kao ekonomična samo onda kada već postoje zgrade sa odgovarajućim prostorom. Ekonomično iskorišćenje visokoregalnog skladišta sa može se ostvariti kod haotičnog skladištenja sa slobodnim izborom mesta za skladištenje.



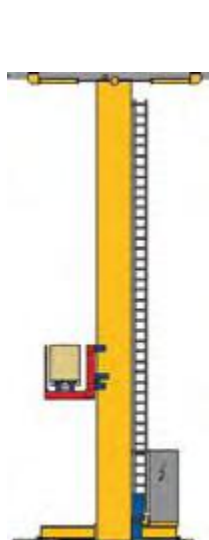
Slika 15. automatizovano visokoregalno skladište

- Primena Visokoregalnih skladišta
 - Primenjuju se kod velikog obima proizvodnje
 - Pretežno za laku robu do srednje teške robe
 - Kod srednjeg do visokog obrta robe (po transportnoj tehnici)
- Prednosti Visokoregalnog skladišta
 - Dobra iskorišćenost prostora i površine
 - Velika mogućnost prilagođavanja promenama strukture asortimana
 - Moguć visok stepen automatizacije
 - Mogućnost direktnog pristupa
 - Mala potreba za osobljem
 - Dobra mogućnost komisioniranja pri upotrebi adekvatnih prevoznih sredstava
 - Omogućava visok obrt
- Nedostatci Visokoregalnih skladišta
 - Visoki organizacioni i investicioni troškovi
 - Mogućnost pojave smetnji (u zavisnosti od instaliranog skladišnog hardvera i softvera)
 - Ograničena mogućnost izgradnje
 - Vezivanje transportnih sredstava za područje skladištenja
 - Neophodno stvaranje tovarnih jedinica koje treba da budu optimalne u korišćenju prostora i ekonomične.

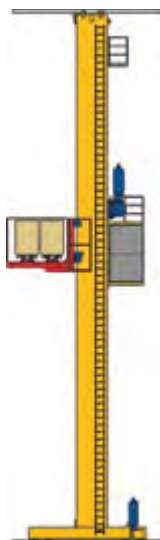
7.2.4 Visokoregalna skladišta – način rada

Visokoregalna i niskoregalna skladišta su dva potpuno različita koncepta skladišta gde svaki za sebe ima određene prednosti. Visokoregalno skladište (VRS), ili na engleskom High Bay Warehouse (HBW), je u osnovi malih dimenzija, što nadoknađuje visinom od 15 m do 45 m. Konvencionalni tip skladišta (Niskoregalno skladište) je u osnovi velikih dimenzija a sa malim visinama – do oko 7 m. Iz ove osnovne razlike odmah se uočava mogućnost primene jednog ili drugog. Konvencionalni tip skladišta je u najvećoj primeni na Severno Američkom kontinentu, gde ne postoji problem prostora, a uz to je cena parcela pristupačna. VRS su svoju najveću primenu našla na Evropskom kontinentu i u Japanu gde je problem prostora zaista izražen, uz veoma visoke cene zemljišta. Tako je, s obzirom na ove činjenice, razvoj “mašinerije” koja omogućava automatizaciju manipulacije u ovim skladištima išao drugačijim pravcima u ovim delovima sveta.

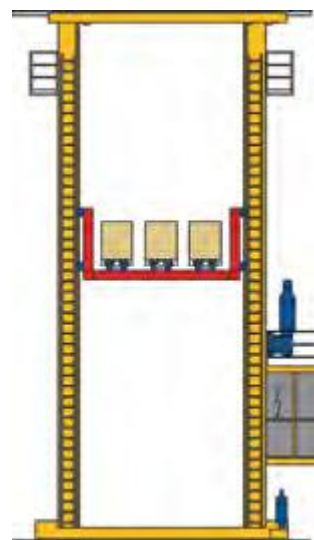
VRS odlikuje upotreba viskoregalnih kranova različitih tipova (*Slika 15.,16.,17.*) i u većini slučajeva služe za manipulaciju sa paletama. Kranovi - ASRM (Automated Storage and Retrieval Machines) su konstruisani za nošenje jedne, dve ili tri palete, sa kapacitetom i preko 2 t.



Slika 15.



Slika 16.



Slika 17.

Slika 15. Destamat 1224; 1200 kg; 24 m

Slika 16. Destamat I; 2000 kg; 45 m

Slika 17. Destamat II; 2000 kg; 45 m

Donedavno su se koristili kranovi kojima je upravljao čovek ali to je već zastarela i prevaziđena tehnika. Kranovi se kreću u takozvanim ulicama VRS. Ulice su, u stvari, uski prolazi između regala VRS čija širina zavisi od tipa kрана koji se primenjuje, a najčešće je oko 1200 - 1600 mm. U horizontalnom pravcu kran se kreće brzinom i do 240 m/min, a u vertikalnom pravcu brzinom do 90 m/min, sa ubrzanjima do 1 m/sec². Kran istovremeno vrši i horizontalno i vertikalno kretanje do zadate paletne destinacije gde ostavlja paletu (kod prijema paleta u skladište) ili gde uzima paletu kod izuzimanja paleta iz skladišta. Opsluživanje kрана s ulaznim paletama ili izlaznim paletama vrši sistem paletnih konvejera (transportera) u frontalnoj zoni VRS. Najmanje jedna frontalna zona je potrebna za normalno funkcionisanje VRS, a može se imati i više frontalnih zona, recimo za svaki nivo - sprat na kome ima nekakva manipulacija s paletama. Više frontalnih zona povećava visinu investicije te se tome pribegava samo ako to investitor želi i ako to tehnološki proces zahteva.



Slika 18.



Slika 19.

Slika 18. Kran u “ulici”

Slika 19. Front zona VRS sa paletnim konvejerima

Regali koji se koriste u VRS su precizne izrade (preciznije nego konvencionalni tip), sa robusnom konstrukcijom koja omogućava stabilnost objekata pri manipulaciji kрана s paletama.

Postoje dve vrste regalnih sistema za VRS i to:

- regali koji se montiraju u građevinski objekat i
- regali koji istovremeno nose zidove i krov VRS (samonoseći tip VRS).

Koji tip VRS će biti primenjen zavisi od investitora, a najčešće je korišćen samonoseći tip VRS. Broj paletnih mesta ide od nekoliko hiljada do nekoliko stotina hiljada paletnih mesta (Dematic je napravio u Španiji VRS sa oko 250 000 paletnih mesta). Regali se prave sa dubinom od jedne palete (“single deep” regali) ili sa dve palete u dubinu (“double deep” regali). “Double deep” regali omogućavaju daleko bolje iskorišćenje prostora te za isti raspoloživi prostor omogućavaju daleko veći broj paletnih mesta, tako da se cena po paletnom mestu drastično smanjuje. Efikasnost rada u “double deep” VRS ni u čemu ne zaostaje u odnosu na “single deep” dizajn VRS-a, uz minimalnu dodatnu manipulaciju paleta. Nasuprot tome prednosti - koristi od “double deep” dizajna su mnogostruke.

Osim manipulacije paletama u VRS se mogu skladištiti i same kutije, do 50 kg težine. U tom slučaju govorimo o maloteretnim “Mini load” kranovima i VRS za skladištenje kutija - plastičnih gajbi umesto paleta. Ovaj tip VRS (često primenjiv u distribuciji šrafovske

galanterije, okova za bravariju, rezervnih delova za auto industriju itd.) omogućava istovremeno i skladištenje i automatsko komisioniranje - kompletiranje narudžbi. Osnovni princip pravljenja ekonomski isplativog VRS je da se nikako ne ide u širinu nego samo u visinu, ili, ako je visina maksimalno iskorišćena i ne može se više ići u visinu zbog raznih urbanističkih uslova, onda treba ići na korišćenje dužine VRS. VRS je pogodno za skladištenje u više temperaturnih zona tako da se po visini skladišta mogu ostvariti razne temperature skladištenja (npr. plus 10, 15, 20 ili različite minus temperaturne zone), zavisno od artikala koji se skladište (primenjivo u farmaceutskoj industriji ili u industriji hrane).



Slika 20.



Slika 21.



Slika 22.

Slika 20. "Double deep" regali sa dve palete u dubinu

Slika 21. VRS u auto industriji - Renault, VRS u Španiji

Slika 22. "Mini load" kran manipuliše sa malim teretima

Niskoregalni - konvencionalni tip skladišta je najčešće visine oko 7 m, a ide retko do 12 m. Opremljeno je konvencionalnim tipom regala. Smeštaj paleta u regale vrši se viljuškarima koji dopremaju palete iz kamiona sa prijemnih dokova, ako je roba stigla u prijem na paletama. Roba takođe može da stigne na prijemne rampe natovarena u prikolice kao pojedinačne kutije.

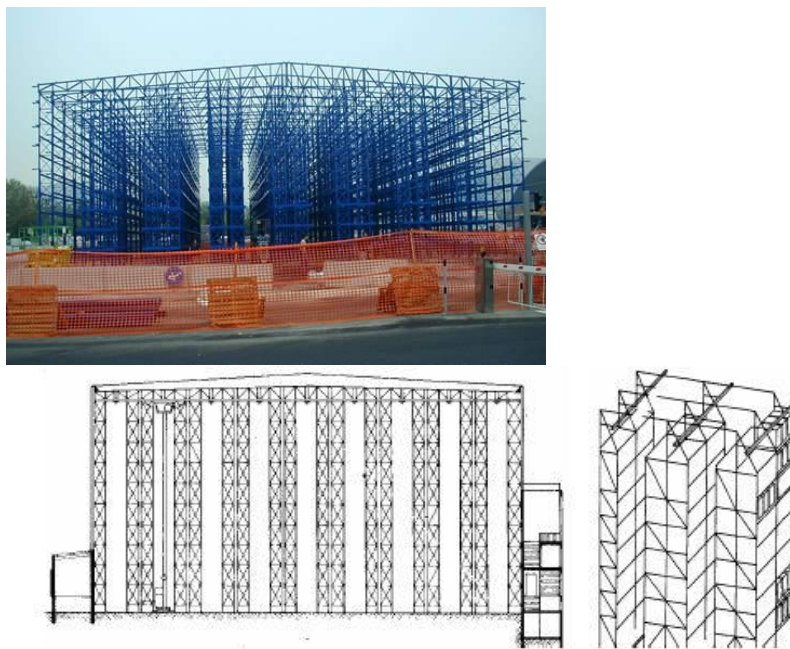
S obzirom na ova dva različita načina transporta robe automatizacija prijema robe može da se uradi na dva načina:

- paletna automatizacija pomoću Automatski vođenih vozila AGV (Automated Guided Vehicles) koji bez operatora preuzimaju palete i odnose do regala, ili
- pomoću specijalnih istovarivača - “unloader” konvejera koje operator uvuče u prikolicu i na njih jednostavno stavlja kutije iz prikolice koje bivaju odnešene pomoću konvejskog sistema do određenih destinacija unutar skladišta ili do sorterskih sistema za kompletiranje narudžbi i otpremu.

Za isti broj paletnih mesta unutar konvencionalnog skladišta potrebna je mnogostruko veća površina osnove skladišta nego u VRS. Zbog veće površine skladišta manipulativni troškovi su značajni ukoliko se ne uradi automatizacija transporta uvođenjem konvejskih linija, modula za pikiranje - komisioniranje i sorterskih sistema.

7.2.5 Samonosiva regalna skladišta

Paletni regali omogućuju gradnju samonosivih skladišta. Objekti ovog tipa se dobijaju montažom regala na pripremljenu, nosivu, betonsku ploču. Prostorna rešetka regala ujedno je i nosac zidnih i krovnih panela. Cena ovakve gradnje je do 30% niza i znatno brza od klasičnih.



Slika 23. Izgled i skica samonosivog regalnog skladišta

7.2.6 Prolazna regalna skladišta

Prolazni (DRIVE-IN) regali omogućuju veliko zapreminsko i površinsko iskorišćenje sistema. Primjenjuju se kod skladištenja malog broja artikala u velikim količinama. DRIVE IN (*slika 24.*) regali (prolazni regali) su nastali iz potrebe za smetanjem velikog broja paleta u ograničenom prostoru. Paleta se smetaju jedna za drugom po dubini u hodnike. Svaki hodnik ima više spratova (tunela). Hodnik se formira između dva reda regalnih ramova sa konzolnim nosačima paleta, što omogućava ulazak viljuškara u hodnik. Stepun popunjenosti baterije ovakvih hodnika paletama je oko 90%. Neophodan je čeon prazan prostor za pristup viljuškara i tunel za ukrućenje konstrukcije (tzv. bracing tunnel). Prednost ovog sistema je efikasno korišćenje prostora skladišta i relativno niska cena paletnog mesta. Nedostaci su mu: ograničena dostupnost paleta - poslednja uložena prva se iznosi (LIFO – Last In First Out) što je bitno kod robe sa ograničenim vekom trajanja i loša preglednost što uslovljava da se u jednom hodniku drži jedna vrsta robe. DRIVE IN je veoma popularan u firmama sa masovnom proizvodnjom i kratkim zadržavanjem paleta u magacinu.



Slika 24. Prolazno skladište

7.2.7 Protočna regalna skladišta

Skladište sa protočnim regalima (*Slika 25.,26.*) sastoji se iz regala sa odvojenim uskladištenjem i izskladištenjem koja se nalaze u serijskom rasporedu (jedno za drugim), pri čemu se materijalna dobra kreću usled dejstva sile teže ili nekih drugih pokretačkih elemenata od mesta nalaženja do mesta njihovog preuzimanja.

Uskladištavanje i izskladištavanje se obavlja na suprotnim otvorima kanala.

Kod oblikovanja kanala ili protočnih jedinica realizuju se različiti transportni principi:

- noseći valjak, prolazni ili podeljeni: za teške terete na paletama ili u posudama sa glatkim dnom
- valjkasti transporter, šine za valjke: za lake do srednje teških tereta u posudama sa glatkim dnom ili profilom za vođenje
- L-profil: sa obe strane kanala za teret koji lako klizi sa ili bez sanki za klizanje ili za srednje teške do teških tereta sa uređajem za kotrljanje na donjoj strani posude;

Pored uštede prostora od 60-100% u odnosu na skladišta sa klasičnim regalima, ova tehnologija omogućava veliku brzinu komisioniranja najfrekventnijih artikala. Spadaju u FIFO – First In First Out sisteme (prvi unutra, prvi napolje). Izvode se takođe, od standardnih komponenti regala, kojima se dodaju gravitacioni valjkasti transporter.

Skladište se sastoji od većeg broja tunela složenih po visini između regalnih ramova. Palete se kreću po valjcima popunjavajući tunel od izlaza ka ulazu istom vrstom robe. Specijalni inercijalni valjci sprečavaju ubrzavanje palete pri kretanju i udare na kraju tunela. Sistem za razdvajanje i zaustavljanje omogućava lako izuzimanje prve palete. Ovaj sistem nudi niz prednosti u visokoserijskoj i masovnoj proizvodnji (lako i brzo opsluživanje, stvara se red sam po sebi, velika gustina skladištenja). Posebnu vrstu protočnih regala predstavljaju komisioni protočni regali koji služe za razvrstavanje robe i formiranje raznovrsnih pakovanja.

- Primena protočnog regalnog skladišta

Protočno regarno skladište sa paletizovanim robom

- ako su u pitanju velike količine po artiklu kod malog asortimana i srednje do velike sopstvene težine
- Kod stabilnog položaja težišta robe
- Ako je srednja do velika učestalosti obrta

Protočno regarno skladište sa posudama

- Za velike količine po artiklu kod srednjeg asortimana i male do srednje sopstvene težine
- Za srednju do velike učestalosti obrta

- Prednosti protočnog regalnog skladišta

- FIFO (First In First Out)
- Nije potrebno stvaranje hodnika za preuzimanje robe pomoću viljuškara pošto postoji samostalno pristizanje tovarnih jedinica
- Obezbeđena srednja do visoka iskorišćenost površina i prostora
- Moguća automatizacija
- Moguće prilagođavanje promenama asortimana kada se dimenzije tovarnih jedinica nalaze u okviru mogućnosti prijema kanala
- Moguć nadzor nad zalihama

- Nedostatci protočnog regalnog skladišta

- Složeno komisioniranje kod delimičnog preuzimanja
- Prednost imaju trase samo sa čistim artiklima
- Zahtev da sve palete budu ispravne i dobrog kvaliteta
- Gubitak prostora usled nagiba, koji kod dugih hodnika može biti znatan
- Direktan pristup samo u prednje područje regala
- Pojave smetnji (posebno u sistemima sa šinama sa koturovima)
- Potrebne investicije (zavise od transportno tehničke opreme)



Slika 25. Protočno regalno skladište



Slika 26. Valjci u protočnom regalu

7.2.8 Pokretna regalna skladišta

Pokretni paletni regali (slika 27.), predstavljaju klasične paletne regale postavljene na platforme sa sopstvenim pogonom. Platforme se kreću po šinama. Zahvaljujući ovome, kapacitet sistema i iskorišćenje prostora se znatno povećavaju.

Pokretni regali (slika 28.,29.) mogu da imaju police za odlaganje knjiga, papira, dokumentacije i koriste se kada je mala frekvencija ulaza i izlaza uskladištenih jedinica.

- Primena pokretnih regalnih skladišta

-Kod male do srednjih količina artikala kod velikog asortimana

-Kad je mala učestalost prometa

- Prednosti pokretnih regalnih skladišta

-Visoka iskorišćenost površine i prostora u poređenju sa regalima poredanim u redove i hodnike

-Dobra sigurnost funkcionisanja

-Moguće haotično skladištenje

-FIFO

-Prosečna sposobnost prilagođavanja promenama strukture asortimana

- Nedostatci pokretnih regalnih skladišta

-Nizak obrt kod visoke iskorišćenosti prostora tj. malog broja regalnih hodnika

-Neprikladna su za automatizaciju

-Direktan pristup moguć samo u zoni rastavljenih redova regala

-Ograničena mogućnost komisioniranja

-Prema obliku gradnje i težini tereta zahteva se odgovarajuća nosivost dna (koncentracija težina)

-Ograničene mogućnosti izgradnje



Slika 27. Skladište sa pokretnim regalima



Slika 28. Pokretni regali



Slika 29. Biblioteka sa pokretnim regalima

7.2.9 Konzolna regalna skladišta

Konzolni regali (*Slika 30.,31.*) su namenjeni za smeštaj velikogabaritnih komada nestandardnih dimenzija. Najčešće se koriste pri opremanju stovarišta za smeštaj cevi, profila, limova, ploča, rezane građe i sl.

Mogu biti za velike i manje terete. Za manje terete visina stuba je do 4000 mm.



Slika 30. Konzolni regali



Slika 31. Konzolni regali

8.0 Sistemi komisioniranja

8.1 Funkcionisanje sistema za komisioniranje

Komisioniranje predstavlja spajanje određenih delova (artikala) u definisanim količinama izdvajanjem iz jedne pripremljene ukupne količine (asortiman) na osnovu informacije o potrebama.

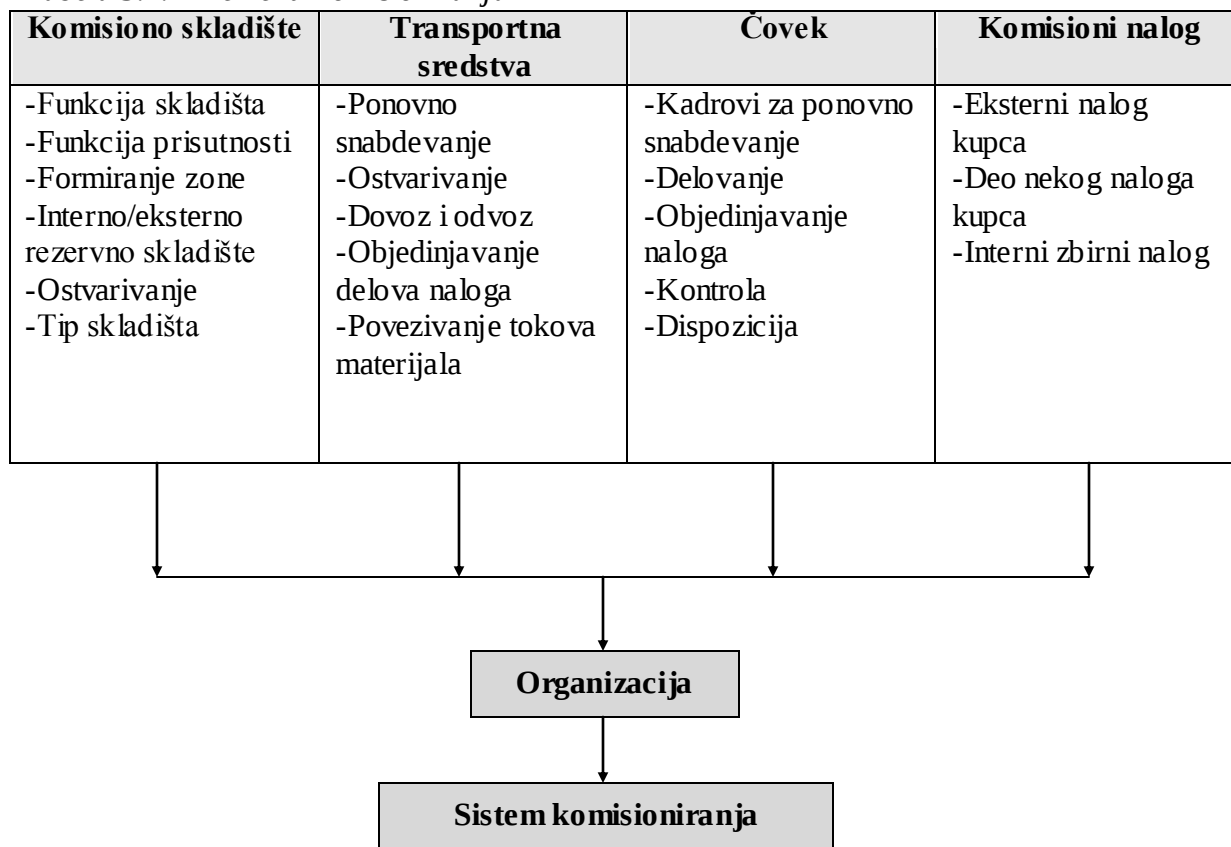
Pojedini procesi, koji su neophodni za komisioniranje, zahtevaju višestruke izdatke za koordinaciju i upravljanje. U oblikovanju procesa komisioniranja se, po pravilu, nalazi znatan potencijal racionalizacije.

U okviru komisioniranja se moraju izvesti sledeće osnovne operacije:

- priprema informacija o potrebama (nalozi za komisioniranje),
- priprema grupa artikala,
- kontrolisano uzimanje traženih količina iz pripremljene ukupne količine,
- planska realizacija izuzimanja i predaje,
- predaja traženih količina narednim instancama i potvrda izvršenja isporuke.

8.2 Elementi sistema komisioniranja

Tabela 5.2.1 Elementi komisioniranja



8.2.1 Skladište za komisioniranje

U komisionom skladištu se uskladištavaju artikli koji su predmet naloga za komisioniranje. Komisiono skladište tada ispunjava **funkciju prisutnosti**.

U komisionom skladištu se mogu formirati skladišne zone koje sadrže delove ukupnog asortimana. Formiranje skladišnih zona može se, na primer, ponuditi na osnovu osobina artikala koji se skladište, strukture porudžbina ili strukture kupaca.

Rezervna i komisiona skladišta u principu se mogu prostorno razdvojiti ili integrisati.

Ako su komisiono skladište i skladište rezervi razdvojeni, može se razlikovati interno i eksterno komisiono skladište.

- Interno komisiono skladište predstavlja, u suštini, jednu posebnu jedinicu, ali je fizički spojeno sa skladištem rezervi.
- Eksterno komisiono skladište fizički je potpuno odvojeno od skladišta rezervi.

Jedan drugi bitan parametar oblikovanja predstavlja način dodeljivanja skladišnog mesta za artikle u skladištu.

Kao alternativne mogućnosti pojavljuju se **fiksni, slobodni ili haotični razmeštaji** u skladištu.

- Za slučaj **fiksno raspoređivanja**, mesto svakog artikla je utvrđeno na osnovu kriterijuma, na primer broj artikla ili alfabetsko sortiranje. Ovaj razmeštaj se napušta kod slobodnog dodeljivanja mesta u skladištu.
- Kod **haotičnog razmeštaja** mesto skladištenja nekog artikla se stalno menja, zavisno od situacije.

Kao tip komisionih skladišta u primeni su: skladišta na tlu, regalna skladišta, skladišta sa policama, obrtni regali, protočni regali. Izbor tipa komisionog skladišta zavisi od karakteristika artikala i korišćene ambalaže kao i od količina za pretovar (razvrstanih po vremenskim periodima) i traženih usluga komisioniranja.

8.2.2 Transportna sredstva

Zadatci transportnih sredstava u komisionom skladištu su sledeći:

- *Doprema robe u komisioni sistem*
- *Podrška čoveku pri izvršavanju njegovih zadataka*
- *Dovoz i odvoz skladišnih i komisionih posuda u sistem sa obezbeđenjem dinamičke spremnosti*
- *Odvoženje poručenih komisioniranih delova, odnosno otprema porudžbina.*

Odlučivanje za neko određeno transportno sredstvo uvek zavisi od polazne situacije, zadataka koji se izvršavaju i sredstava za rukovanje teretima koja su primenjena kod komisioniranja.

8.2.3 Čovek

Centralni zadatak komisionog osoblja je izuzimanje komisionih pozicija.

U realizaciji komisionih zadataka obezbeđuje se mnogostruka podrška čoveku, na primer, ergonomskim oblikovanjem radnog mesta komisionara, sistemima dinamičke pripreme koja dovodi do izbegavanja kretanja kao i primenom modernih sistema prenošenja i obrade informacija.

Ako se analiziraju aktivnosti koje mora da obavlja čovek u komisionim sistemima, onda se mogu razlikovati tri hijerarhijske ravni:

- *dispoziciona,*
- *kontrola i nadzor, i*
- *fizička realizacija*

U **ravni dispozicije** vrši se integracija komisionih sistema u celinu preduzeća. Vrš se sledeće radnje:

- planiranje i kontrola angažovanja osoblja
- usklađivanje sa potrebama drugih oblasti,
- utvrđivanje redosleda naloga da bi se osiguralo ravnomerno i visoko iskorišćenje pojedinih komisionih oblasti.

U **ravni kontrole i nadzora** obuhvaćene su aktivnosti **fizičke realizacije** i njihov završetak. Tu spadaju sledeće funkcije:

- pokretanje obrade naloga,
- izvođenje povratne veze,
- ispitivanje celovitosti,
- obrada smetnji u komisionim tokovima
- kontrola realizacije aktivnosti

Fizička realizacija u ravni izvršavanja obuhvata sledeće:

- nadzor nad zalihama i ponovno snabdevanje,
- izvođenje popunjavanja robe,
- realizacija komisioniranja,
- objedinjavanje delova naloga,
- izvođenje operacija pakovanja i izdavanje otpremnica i
- predaja robe u druge oblasti (jedinice) preduzeća.

8.2.4 Nalog za komisioniranje

Porudžbine kupca sadrže najčešće niz komisionih pozicija. U skladu sa izabranom metodom komisioniranja, postoje tri mogućnosti za transformaciju porudžbine kupca u nalog za komisioniranje:

- Najjednostavniji postupak se sastoji u tome da se eksterna porudžbina kupca dopuni specifičnim skladišnim podacima a redosled artikala presortira prema redosledu skladišnih mesta za izdavanje.

Postupak predstavlja serijsko ili sekventno komisioniranje u kojem se uzastopno obrađuju sve stavke iz porudžbenice kupca.

- Ako se u komisionom skladištu komisionira paralelno na više mesta, onda to predstavlja raščlanjavanje porudžbine kupca i obaveznu izradu parcijalnih porudžbina, koje uvek sadrže samo poručene pozicije iz jedne konkretne zone.
- Objedinjavanjem porudžbina prema vrsti artikala, ne mora se u jedno te isto skladište odlaziti više puta.

Komisioniranje, u principu, mogu da obavljaju sami radnici ili isključivo upotrebom automata.

U osnovi, kod korišćenja ljudi kao radne snage za komisioniranje razlikujemo dve alternativene metode:

- Komisionar ide po robu (statička metoda)
- Roba ide ka komisionaru (dinamička metoda)

9.0 Automatizovani skladišni sistemi

Automatska skladišta sa opremaju sa mehanizmima koji redukuju ljudski rad i automatizuju operacije u skladištima.

Za automatizovana skladišta su potrebna velika ulaganja. Uvođenjem automatskog sistema utiče se i na neke druge operacije (npr. uvodi se učešće mehanizama u operacijama i tarnsacijama u skladištima; i takođe u visoko automatizovanim sistemima teret se kompjuterski kontroliše na ulasku i izlasku iz skladišta).

Objektivni razlozi za automatizaciju skladišnih operacija:

- Povećanje kapaciteta skladišta
- Povećanje gustine skladišta
- Povećanje ukupne iskorišćenosti fabričkog prostora
- Povećanje sigurnosti u radu i smanjenje štete i otuđenja
- Povećanje produktivnosti i redukcija ljudskog rada
- Povećanje bezbednosti u radu i poboljšanje kontrole inventara
- Poboljšanje znavljanja* zaliha
- Unapređenje servisa kupcima
- Povećanje dostupnosti i transportnih puteva

*Zanavljanje obuhvata aktivnosti sa ciljem da se roba, čije je vreme čuvanja ograničeno, zameni novom po isteku definisanog vremenskog intervala (roka). Reč je o kombinaciji nekih osnovnih procesa u skladištu. Tipično se realizuje kod skladišta materijalnih rezervi.

Tipovi automatizovanih skladišta mogu biti:

Automatizovana skladišta/Obnovljivi sistemi

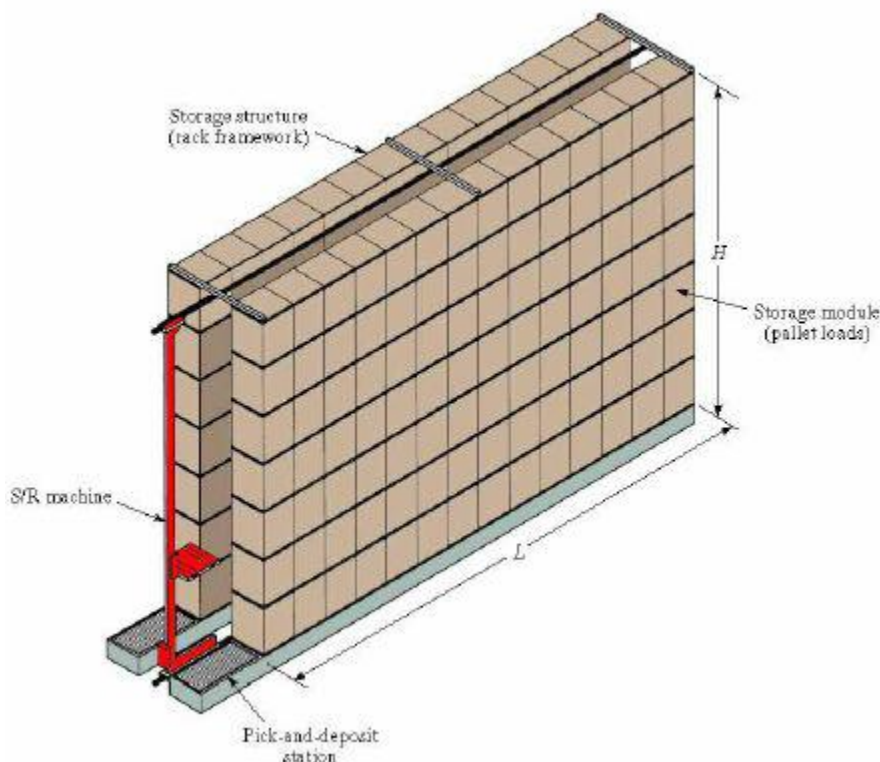
- Regalni sistemi sa mehanizmima ili automatizovanim dizalicama (kranovima) za skladišta/zanavljanje tereta

Pokretni skladišni sistem

- Ovalne transportne trake (konvejer sistem) sa sanducima za pojedinačne artikle

• Tipovi Automatizovanih skladišta/Obnovljivih sistema :

- *Jedno teretni AS* –veliki automatizovani sistemi sa paletnim teretima
- *Duboki linijski AS* – kretanje kroz regal kroz bočni ulaz
- *Maloteretni AS* –mali ručni tereti sanduci sa fiokama
- *Čovek na platformi AS* – operacije ljudi u skladištu sa pojedinačnim izborom
- *Automatski pojedinačni sistemi za pretraživanje*-sistemi za individualna pretraživanja
- *Vertikalni dizalični skladišni modul* – vertikalni bočni i horizontalno bočni tipovi AS.



Slika 32. Pojedinačno tereti sa automatizovanim kretanjem kroz sredinu skladišta- bočni ulaz

Automatizovani skladišni sistemi se primenjuju kod jediničnih skladišnih tereta i znavljanja. Unapređuju skladištenje i operacije distribucije. Ovi tipovi AS su: jednoteretni i koriste linijsko kretanje. Njihova prednost je i velika čistoća zgrada. Ovi tipovi AS su: mali tereti, čovek na platformi, pojedinačna obnova.

Unapređuju radni proces u skladištu i to u vidu:

- pomoći u upravljanju fabričkim operacijama,
- postoji bufer skladišta između različitih proizvodnih operacija (konstantno se preuređuju podaci u sistemu pa su up to date svi podaci).
- Podrška JIT proizvodnoj strategiji.

• Pokretni (okretni) skladišni sistemi

Pokretni skladišni sistemi mogu biti horizontalni i vertikalni.

Aplikacije:

1.Skladišne i operacije pretraživanja

- Lakši izbor
- Montaža delova

2.Transport i akumulacija

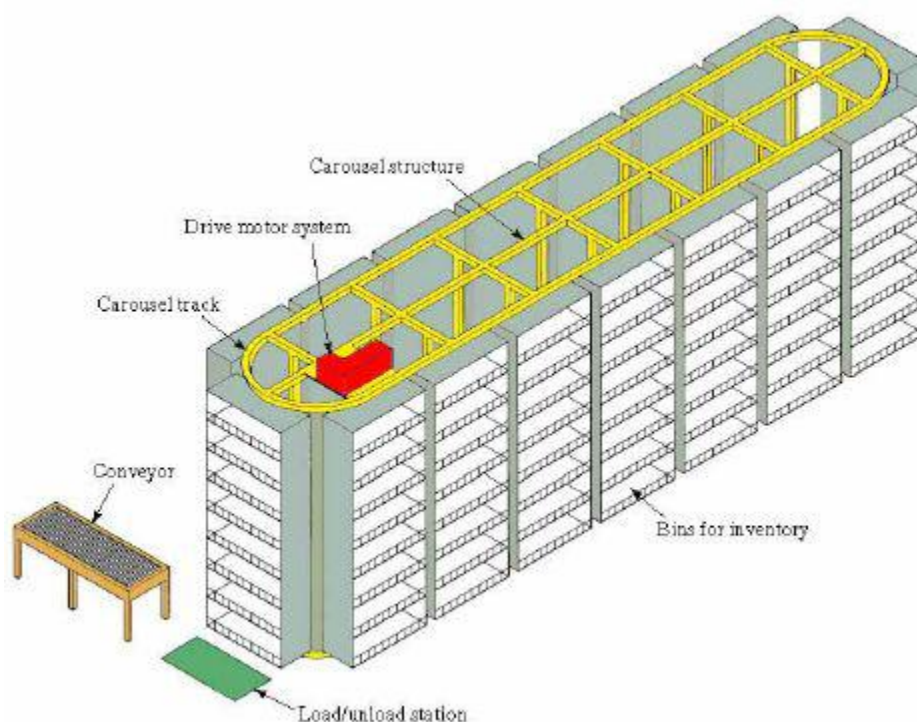
- Montaža sa predviđenim lokacijama u toku kretanja

3.Radni proces

- U elektronskoj industriji

4.Jedinstvena primena

- Primer: vreme testiranja električnih proizvoda



Slika 33. Ručni horizontalni pokretni skladišni sistemi

10.0 Zaključak

Savremeno poslovno okruženje u kom partnerski odnosi svih učesnika u lancu vrednosti imaju ključnu ulogu u ostvarenju konkurentnosti i strateške uloge svake privredne grane daje i poslovanju skladišta potpuno novu dimenziju. Skladište postaje glavni oslonac i stub jednog industrijskog procesa i industrijskog lanca.

Skladištenje robe je vrlo odgovoran zadatak jer nepravilno skladištenje može dovesti do oštećenja robe, ugrožavanja zaliha, a takođe može doći i do propadanja i kvarenja robe u situacijama kada roba ima ograničen rok trajanja. Za vreme neodgovarajućeg uskladištenja dolazi do različitih gubitaka. Uzroci gubitaka mogu biti u prirodi robe, uslovima uskladištenja, nesavesnim ili neispravnim manipulisanjem robom i sl. Ako se roba pravilno uskladišti, čuva se od nepovoljnih uticaja, gubitaka i kvarenja. Važan deo procesa skladištenja je i optimizacija skladištenja, odnosno svi oni procesi koji su potrebni da bi se roba najekonomičnije preuzela u skladište, pravilno složila u skladištu i isporučila krajnjim korisnicima. U ovim brzim vremenima, gde je industrija došla do izvesnog maksimuma, je više nego bitno pitanje i rešavanje izbora skladišta i skladišnih principa. Dobrom osnovom u vidu dobre organizacije i infrastrukture skladišta i kvalitetnim rešavanjem skladišnih procesa povećava se konkurentnost na tržištu. Iako u savremenoj logistici rešavanje ovih pitanja oduzima dosta vremena, mora se obratiti pažnja na date probleme jer je skladište izvestan temelj svih proizvodnih procesa.

Literatura

- [1] PROF. DR DUŠAN REGODIĆ : Logistika, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2011.
- [2] FERISAK, V.; MEDVEŠČEK, I.; RENKO, F.; SREMAC, D.; ŠNAJDER, B.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983.
- [3] OLUIĆ, Č.: Transport u industriji - Rukovanje materijalom, I dio, Sveučilišna naklada d.o.o. Zagreb, 1991.
- [4] OLUIĆ, Č.: Skladištenje u industriji - Rukovanje materijalom, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1997.
- [5] VEŽA, I.: Projektiranje proizvodnih procesa, FESB, Sveučilište u Splitu, Split, 1994.

Internet linkovi

- [1] www.google.com
- [2] www.wikipedia.com
- [3] <http://www.rumekon.co.rs/sr/proizvodi/sitos-program/regalna-skladista.html>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Pallet_racking
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse>
- [6] http://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE_%D1%81%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0