

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
Doc. dr. sc. Goran Đukić

Tomislav Nemčić

ZAGREB, 2010.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Projektiranje skladišne regalne konstrukcije

Tomislav Nemčić

ZAGREB, 2010.

IZJAVA

Izjavljujem pod moralnom, materijalnom i krivičnom odgovornošću da sam završni projekt radio samostalno koristeći literaturu koju su mi dali u poduzeću ITS Križevci d.o.o. i koju mi je dao mentor, te koristeći literaturu koju sam i sam pronašao.

Prilikom izrade završnog projekta koristio sam znanja i iskustva stečena tijekom studija.

(Tomislav Nemčić)

ZAHVALA

Zahvaljujem svima profesorima koji su mi tokom moga studija omogućili stjecanje znanja potrebnog za izradu završnog projekta.

Posebno zahvaljujem cijenjenom mentoru, doc. dr. sc. Goran Đukiću, na davanju sadržajnih sugestija tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se i djelatnicima poduzeća ITS Križevci d.o.o. na podacima koje su mi ustupili i na utrošenom vremenu.

SAŽETAK

Skladište u industrijskom poduzeću je mjesto uređeno i opremljeno za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala. U industriji se komadni materijali najčešće odlažu u regalna skladišta čiji glavni elementi su skladišni regali. U ovom radu opisan je postupak odabira elemenata skladišne regalne konstrukcije na primjeru skladišta „Gorenje Navis.

Paletno regalno skladište je jedno od najčešćih vrsta regalnog skladišta zbog jednostavnosti montaže, povoljne cijene, varijabilnosti (laka promjena visinskog razmaka između paletnih nosača) te jednostavnosti rukovanja materijalom koji se skladišti na paletama. Također je vidljivo da je odabir elemenata relativno jednostavan. Većina elemenata je standardizirana, a elementi koji su glavni za statiku cijele konstrukcije (stupovi, nosači paleta) se odabiru na osnovu tablica s obzirom na zadana opterećenja. Projektiranje konstrukcije je mnogo jednostavnije ako je dobiven idejni projekt, sa osnovnim zahtjevima za skladište. U suprotnom je projektiranje mnogo složenije zbog potrebe određivanja samih izmjera skladišta i potrebnog kapaciteta s obzirom na proizvodnju i distribuciju te druge procese u poduzeću naručitelju skladišta.

POPIS SLIKA

Slika 1. Podna skladišta.....	16
Slika 2. Paletni regal.....	19
Slika 3. Polični regali	20
Slika 4. Konzolni regal	21
Slika 5. Prolazni regali	22
Slika 6. Protočni regal	23
Slika 7. Prijevozni regali	24
Slika 8. Vertikalni karusel.....	25
Slika 9. Horizontalni karusel.....	26
Slika 10. Nosač paleta sa kutnikom	27
Slika 11. Stranica regala (stupovi i ukrute).....	27
Slika 12. Veznik dvostrukog reda regala.....	28
Slika 13. Veznik dvostrukog reda regala za spreg	28
Slika 15. Poprečni nosač paleta.....	29
Slika 16. Štitnik stupa.....	29
Slika 17. Štitnik reda regala	30
Slika 18. Linija profiliranja	31
Slika 19. Polični regali	32
Slika 20. Paletni regali	32
Slika 21. Drive-in regali	33
Slika 22. Konzolni regal	33
Slika 23. Samonosivo regalno skladište	34
Slika 24. Montažna hala	34
Slika 25. Idejni projekt (nacrt)	37
Slika 26. Idejni projekt (tlocrt i bokocrt).....	38
Slika 27. Odabir stupa regala	40
Slika 28. Veznici stranica regala	41
Slika 29. Nosač paleta sa kutnicima.....	41
Slika 30. Odabir paletnih nosača.....	42
Slika 31. Natpisna tabela sa nosivostima	43
Slika 32. Veznik dvostrukog regala	44
Slika 33. Veznik dvostrukog reda regala za spreg	44
Slika 34. Štitnici stranice regala	45
Slika 35. Natezno tijelo	45
Slika 36. Specifikacija elemenata.....	46

1.UVOD

Skladište u industrijskom poduzeću je mjesto uređeno i opremljeno za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala. U industriji se komadni materijali najčešće odlažu u regalna skladišta čiji glavni elementi su skladišni regali. U ovom radu opisan je postupak odabira elemenata skladišne regalne konstrukcije na primjeru skladišta „Gorenje Navis“, kojem je cilj oblikovanje skladišta koji će zadovoljiti sve tehničke, tehnološke, organizacijske i druge zahtjeve poduzeća „Gorenje“ uz najpovoljniju cijenu. Rad je napisan većim dijelom u veljači i ožujku 2010.godine. Opis izrade temeljen je na saznanjima o izradi regalnog skladišta u tvrtci ITS Križevci d.o.o., gdje je i dobiven dio materijala potrebnih za izradu rada. Na početku su dani osnovni podaci o poduzeću ITS Križevci, njegova organizacijska struktura, opis djelatnosti i proizvodni program. Nakon toga opisan je proces izrade ponude za bilo koji proizvod iz programa poduzeća. U idućem poglavlju dane su teorijske osnove logistike i skladištenja, te su opisani termini i nazivlje vezano uz elemente regalne konstrukcije kako bi se ti termini kasnije mogli koristiti pri opisu izrade konkretnog skladišta. Proces projektiranja i izrade skladišta dan je u idućem poglavlju, gdje je detaljno opisan odabir elemenata regalne konstrukcije na primjeru ranije spomenutog skladišta „Gorenje Navis“. Tu su prikazani konkretni podaci o skladištu: broj paletnih mjesta, dimenzije regala, skladišna zona, širine prolaza i dr. Na kraju rada prikazani su najvažniji zaključci i problemi koji nastaju prilikom projektiranja regalnog skladišta, te vlastiti komentari rada.

2. TEORIJSKE OSNOVE LOGISTIKE I SKLADIŠTENJA

2.1 Logistika

S obzirom da je skladište dio logističkog sustava, a projektiranje regalne konstrukcije dio projektiranja skladišta, u sljedećem poglavlju bit će opisane teorijske osnove skladištenja i logistike kako bi se mogli upoznati sa osnovnim pojmovima sa tog područja.

Podrijetlo izraza logistika veže se uz grčke riječi *logistikos* što znači „vješt, iskusan u računanju, procjeni, *lego* što znači zamisliv, odnosno *logik* što znači logički misleći.¹ Pojam logistika vezuje se i uz francusku riječ *loger* što znači „stanovati“, „noćiti po vedrim nebom“, „smjestiti se“, „ukonačiti se“, odnosno „nastaniti se“.² Nasuprot općem uvjerenju da je pojam novijeg datuma, povijesni izvori ga prvi put spominju u 17. stoljeću i to u vojnom smislu. God. 1670. spominje ga Ludwig XIV. u vojnim dokumentima u značenju opskrbljivanju vojničkih trupa potrebnim materijalima i transportnom podrškom. U 19. stoljeću vojni smisao pojma u potpunosti je definiran kao „znanost o pozadinskoj vojničkoj službi, tj. transportu i opskrbi.“³ Izraz se ustalio u vojničkoj praksi, a početkom 20. stoljeća dobiva civilno značenje.

Za razliku od vojne logistike, gdje se ciljevi postavljaju na osnovi političko-vojnih kriterija, u civilnom području vrijede tehnološki, ekonomski i socijalni kriteriji. Danas je teško izdvojiti neku civilnu aktivnost gdje se sa sigurnošću može reći da nije povezana sa pojmom logistike. Neprijeporna je činjenica da se oko 150 godina paralelno s razvojem znanosti, tehnike i tehnologije, proizvodnih snaga, proizvodnih i društvenih odnosa, postepeno i sustavno razvijala logistika kao znanost, iako se ona više razvila u zadnjih dvadesetak godina nego prije toga u više od jednog stoljeća. S tim u svezi moglo bi se reći da je opća logistička znanost skup interdisciplinarnih i multidisciplinarnih znanja koja izučavaju i primjenjuju zakonitosti brojnih i složenih aktivnosti (tj. funkcija, procesa, mjera, poslova, pravila, operacija, radnji) koje funkcionalno i djelotvorno povezuju sve djelomične procese svladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, stvari, (polu)proizvoda, repromaterijala, kapitala, znanja, ljudi, informacija u sigurne, brze i racionalne (tj. optimalne) jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala, kapitala, znanja, informacija od točke isporuke do točke primitka, ali s ciljem da se uz minimalne uložene resurse i potencijale (proizvodne, ljudske, financijske) maksimalno zadovoljava zahtjeve tržišta.

¹ Klaus, B.: Natuknica Logistika, op. cit., str. 814.

² Segetlija, Z., Lamza-Marunić, M.: Distribucijski sustav trgovinskih poduzeća, Pravni fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1994., str. 75.

³ Zelenika, R., Jakomin, L., Lipičnik, M.: op.cit, str.356.

Tako definirana opća ili univerzalna logistička znanost sadrži sve relevantne elemente brojnih specijalističkih logističkih znanosti (ili logističkih disciplina). Gotovo svaka vrsta logistike, osim zajedničkih znanja (spoznaja) ima „svoju“ logističku znanost, tako bi se moglo reći da postoji znanost proizvodne logistike, znanost trgovinske logistike, znanost prometne logistike, znanost osiguravateljne logistike.

Nakon definiranja pojma opće i specijalističke znanosti, potrebno je definirati te pojmove kao aktivnost.

Na današnjem stupnju razvoja znanosti, proizvodnih snaga, proizvodnih i društvenih odnosa moglo bi se reći da je opća ili univerzalna logistika kao aktivnost skup planiranih, koordiniranih, reguliranih i kontroliranih nematerijalnih aktivnosti (tj. funkcija, procesa, mjera, poslova, operacija, radnji, i ostalo) kojima funkcionalno i djelotvorno povezuju sve djelomične procese u svladavanju prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, stvari, (polu)proizvoda, repromaterijala, kapitala, znanja, ljudi, informacija u sigurna, brze i racionalne (tj. optimalne) jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala, kapitala znanja, informacija od pošiljatelja (tj. točke isporuke: sirovinske baze, (polu)proizvođača, skladišta, terminala, prodavatelja, izvoznika, itd.) do primatelja (tj. točke primitka, (polu)proizvođača, skladišta, terminala, kupaca, uvoznika, korisnika, potrošača), ali s ciljem da se uz minimalne uložene resurse i potencijale (proizvodne, ljudske financijske i drugo) maksimalno zadovolje zahtjevi tržišta (tj. kupaca, korisnika, potrošača).⁴

Logistika je proces planiranja, implementacija i kontrole efektivnog i efikasnog protoka i skladištenja sirovina, zaliha, finalnih dobara i usluga i srodnih informacija od točke podrijetla tih dobara do točke njihove potrošnje (uključujući vanjski i unutrašnji transport i pokrete) u svrhu zadovoljavanja zahtijeva potrošača.

⁴ **Zelenika, R.:** Špediterovo pravo, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2001., str. 34

2.2 Skladištenje

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijal dovodi u stanje mirovanja, a uključuje fizički proces rukovanja i čuvanja materijala te metodologiju za provedbu tih procesa. U industrijskom poduzeću, skladište je uređeno i opremljeno mjesto za privremeno i sigurno odlaganje, čuvanje, pripremu i izdavanje materijala prije, tijekom i poslije njihova trošenja i uporabe u procesu proizvodnje.⁵

Iz svrhe skladištenja proizlaze njegovi ciljevi i zadaci :

1. Glavna zadaće skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju u proizvodni sustav, bilo o toku materijala unutar proizvodnog sustava, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje, bilo da se radi o izlazu materijala radi prodaje.
2. Proces skladištenja treba realizirati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća financijska sredstva angažirana u zalihe.
3. U skladištu se mora održavati stalna kakvoća zaliha materijala čuvanjem, zaštitom i održavanjem fizičko-kemijskih svojstava materijala. Ne smije se dopustiti rasipanje, kvar, lom i ostale gubitke na vrijednosti zaliha.
4. Skladište treba racionalno ubrzavati tok materijala, kako bi se skratio proces poslovanja (npr. ciklus proizvodnje) i time ubrzao koeficijent obrtaja sredstava vezanih u zalihe.

Glavne tehničke funkcije skladišta su skladištenje i distribucija materijala. Zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, a odnosi se na prihvatanje veće količine materijala u kraćem vremenskom razdoblju, ili prihvatanje gotovih proizvoda kroz dulje vremensko razdoblje koji se onda distribuiraju u kraćem vremenu.

Komponente skladišnog sustava su:

- skladišni objekti (zgrade, površine...)
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (za oblikovanje jediničnih tereta)
- transportna sredstva

⁵ Oluić, Č: Skladištenje u industriji, FSB, Zagreb 1997

- pomoćna skladišna oprema (komunikacijsko-informacijski sustav, sredstva za paletizaciju, za kontrolu i mjerenje...)
- ostala oprema (protupožarna oprema, oprema za grijanje i klimatizaciju, rasvjeta)

U industrijskim se poduzećima komadni materijal može skladištiti:

- a) po jedan komad, pojedinačno,
 - bez sredstava za oblikovanje jediničnih tereta na mjesto odlaganja
 - sa sredstvima za oblikovanje pojedinačnih tereta
- b) više komada zajedno s posebnim sredstvima ili bez njih.

Skladištenje materijala bez sredstava, odnosno opreme za oblikovanje jediničnih tereta najčešće je i najskuplje rješenje, jer obično zahtijeva ručno rukovanje. Primjenom sredstava za oblikovanje jediničnih tereta pri skladištenju komadnog materijala humanizira se rukovanje materijalom, smanjuju se troškovi i omogućuje automatizacija proizvodnih procesa.

Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu skladišni je proces. Skladišni proces najčešće podrazumijeva ove aktivnosti:

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

Skladišta se u industrijskim poduzećima organiziraju centralizirano ili decentralizirano. Glavni kriterij izbora jest iznos troškova za jednu ili drugu varijantu u svakom konkretnom slučaju. Tome treba dodati daje i vrsta materijala bitan čimbenik. Tako će npr.:

- skladište gotovih proizvoda najčešće biti centralizirano,
- skladište alata i naprava obično je decentralizirano, smješteno neposredno uz proizvodne pogone,
- skladište rezervnih dijelova obično je organizirano uz službu održavanja,
- skladište izradaka bit će obično organizirano neposredno u proizvodnji, kao međufazno skladište (međuskladište, pufer, bafer) i td.

Za dobu organiziranost skladišta važna su rješenja: obradbe podataka, identifikacije materijala i sredstava (za vrijeme mirovanja i kretanja), opskrbe energijom, potrebne sigurnosti, trajanja radnih ciklusa, vođenja zaliha, iskoristivost prostora, veza i odnosa s drugim dijelovima poduzeća i procesa, metoda upravljanja i dr.

Vođenje i upravljanje skladišnim procesima danas se najčešće rješava računalom. Osobito se za aktivnosti poslovnog procesa mogu naći brojna programska rješenja. Način i metode upravljanja ostalim aktivnostima ovise o stupnju centralizacije skladišta.

Iskoristivost skladišta izražena stupnjem punjenja za zadani kapacitet ovisi o izboru varijante odlaganja. Tako će iskoristivost biti najveća kod slučajnog rasporeda, a najmanja kod izbora fiksnog rasporeda. Značajke materijala i učestalost prijama i otpreme također treba uzimati u obzir pri organiziranju skladišta. Iskustveno je potvrđeno da:

- materijal većih izmjera i masa treba odlagati na donje razine regala i bliže izrazu.
- materijal s većom učestalošću treba odlagati u regale koji su na glavnim prolazima ili što bliže njima
- materijal za koji treba više vremena pri odlaganju ili izuzimanju skladišti se na mjestima manjeg prometa.
- materijal koji se ručno izuzima, a najviše se traži, treba smjestiti u regalu između visine koljena i okna.
- materijal je poželjno odlagati i prema redoslijedu montaže ili pak redoslijedu u katalozima.

Priprema materijala za izdavanje jedna je od važnih aktivnosti u skladištu, napose radi vremena trajanja. Ako je riječ o skladištu sirovina, tada je priprema materijala prva operacija obrade (npr. rezanje šipkastog materijala, limova.) i ona se organizacijski postavlja u skladištu. U tom slučaju, potreban je i prostor za odlaganje pripremljenog materijala, koji čeka na otpremu u proizvodnji.

U drugom slučaju, za materijal na skladištu koji ne zahtijeva nikakvu tehnološku operaciju, već ga samo treba prikupiti i pripremiti za otpremu, potreban je također određen prostor. Ovdje se radi o komisioniranju, za koje se određeni prostor rješava i posebnim skladištima za komisioniranje, u slučaju većih količina i češćih izuzimanja. Najčešće se taj prostor osigurava u dijelu prijamno-otpremnoga prostora samoga skladišta. Za komisioniranje su također razvijena brojna programska rješenja, kao npr.: DIALOG 2000, LAGERPACK, mTMS, ILIS, SILINE, SISA, IVER, INSOFT, LAGOS, ORIS, ZEUS, FAKTUM, ORDER, LOBOS, uni/store, PROTOS, CHAOS i dr. Komisioniranje može biti ručno, ručno-mehanizirano ili automatizirano, a organizira se a principima čovjek-robi ili roba-čovjeku odnosno robot-robi ili roba-robotu.

Projektiranje skladišta je oblikovanje skladišnog sustava koji zadovoljava sve tražene uvjete uz minimalne troškove. S obzirom na razinu složenosti projektiranja nekog skladišta, projekti mogu biti izvedbeni ili idejni, tj. može se raditi potpuno novo rješenje ili razraditi već postojeće vlastito, odnosno rješenje kupca. Kod projektiranja definiraju se rješenja tehnologije, određuje se potrebna oprema, konstrukcija, građevine, te organizacija i način upravljanja skladištem.

Rješenje skladišta temelji se na količini i tokovima materijala kroz proces te rasporedu postojećih objekata poduzeća. Treba voditi računa i o mogućnosti proširenja prostora za skladištenje. Nakon što se odabere optimalna lokacija, utvrđuje se količina potrebnih sirovina i zaliha materijala te količina gotovih proizvoda koji će se skladištiti a prema tome i vrsta i veličina skladišta. Nakon toga određuje se raspored zona unutar skladišta čime se određuje funkcionalna veza između skladišta i okruženja. Projektiranje skladišta može se podijeliti u sljedeće faze:

- a) definiranje polaznih podataka
- b) oblikovanje zona skladišta
- c) rješenje za svaku zonu
- d) dimenzioniranje tehničkih rješenja
- e) troškovnik i specifikacije
- f) analiza vrijednosti

Prethodno spomenuta paradigma koristi se za definiranje tehnološkog projekta skladišta, a razlikuje se za slučaj novog i poboljšanje postojećeg rješenja. Za svaki projekt ključni su podaci o materijalu koji se skladišti. Za svaki materijal određuje se količina, dimenzije, oblik, vrijednost, te učestalost ulaza i izlaza materijala iz skladišta.

Pri projektiranju skladišta može se primijeniti redosljed po kojem se definira:

- projektni zadatak
- bilanca materijala
- analiza i značajke materijala
- jedinični tereti
- tokovi materijala
- skladišni sustav-koncepcija u više varijanti (optimalizacija)
- tehnologija skladištenje
- komponente skladišnog sustava
- zahtjevi za druge projekte (grijanje, protupožarna zaštita, elektrooprema i strojarska oprema, građevinski zahtjevi...)
- specifikacije, troškovnik, ekonomska analiza,
- plan realizacije.

2.3. Vrste skladišta

Raznovrsnost, brojnost i posebnosti industrijskih poduzeća i proizvodnih procesa neki su od razloga za izuzetno velik broj raznih izvedbi skladišnih sustava.

U proizvodnim procesima metaloprerađivačke industrije sve veću važnost imaju skladišta neposredno povezana s proizvodnjom:

- pomoćna skladišta uz pojedine pogone, sa zadaćom opskrbe toga pogona materijalom, alatima...
- međufazna skladišta unutar proizvodnih pogona s a zadaćom uravnoteženja toka materijal između radnih mjesta ili pojedinih strojeva; ta su skladišta izravno segmenti toka materijala.

2.3.1. Podna skladišta

Njihova je glavna značajka da nemaju sredstva za skladištenje (opremu za smještaj materijala). Jedinice skladištenja oblikuju se u ovisnosti o vrsti materijala, načinu zahvata ili vrsti transportnog sustava. Odlaganje komadnog materijala može biti:

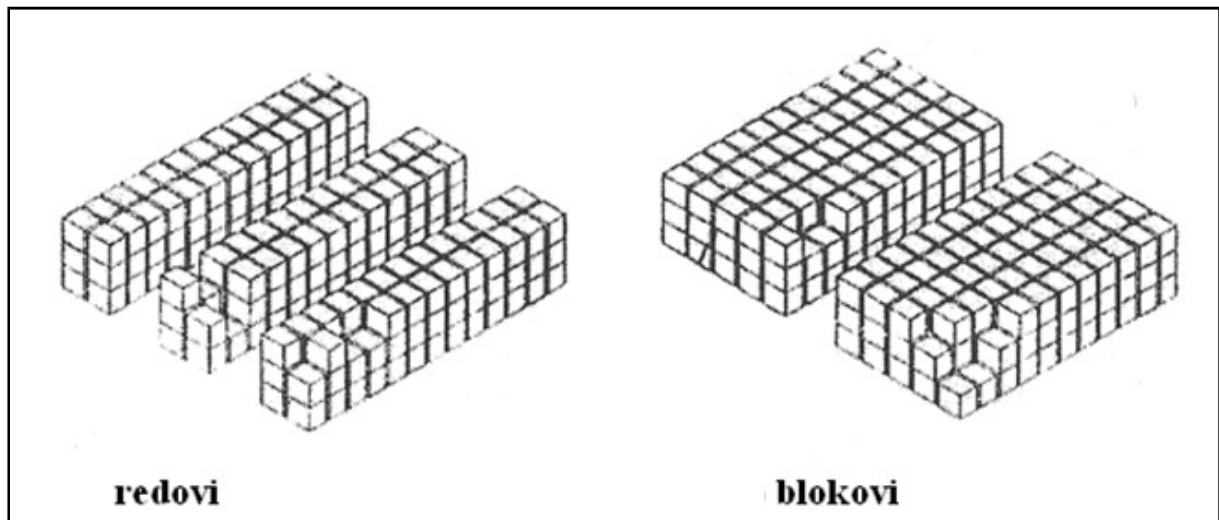
- komadni materijal izravno se odlaže na pod (s raznim podlošcima ili bez njih), a za rukovanje se mogu uporabiti granici (sa sredstvima za zahvat) i viličari,
- komadni materijal na paletama čini jedinice skladištenja kojima se rukuje s pomoću podnih viličara

- jedinicu skladištenja čini nasložni sanduk s materijalom, a za rukovanje se primjenjuju granik-viličar ili viličar
- jedinicu skladištenja tvore nasložna kasete ili stalak kojim se rukuje s pomoću granika

Podno skladištenje u industrijskim poduzećima izvodi se u zatvorenim na otvorenim skladištima za manju količinu komadnog materijala (većih izmjera i težina te s posebnim zahtjevima).

Pri podnom skladištenju materijal se može odlagati:

- slobodnim nasipavanjem ili gomilanjem materijala na određenoj plohi (hrpe ili kupovi)
- slobodnim odlaganjem, bez određena rasporeda komadnog materijala,
- slaganjem jedinica skladištenja u redove (primjenjuje se u slučaju većeg asortimana i manje količine komadnog materijala)
- slaganjem jedinica skladištenja u blokove (primjenjuje se u slučaju manjeg asortimana a veće količine materijala)



Slika 1. Podna skladišta

Ukupna površina skladišta sadrži površine za materijal, prolaze i putove, prijam i otpremu materijala, administraciju te potrebe sigurnosti i ugradnju ostale opreme (grijanje, protupožarna zaštita...)

2.3.2. Regalna skladišta

U poduzećima metaloprerađivačke industrije komadni se materijal najčešće odlaže u regalnim skladištima. Skladišni su regali glavna komponenta ovih skladišta, a mogu biti postavljeni u redove (paletni, konzolni) i u blokove (prolazni, protočni).

Regalna se skladišta izvode s nepokretnim (fiksni) regalima u kojima materijal leži u nepokretnim ili pokretnim policama, ili se može premještati na nepokretnim policama. Osim nepokretnih sve su češća dinamična skladišta, odnosno skladišta s pokretnim regalima. Najčešće izvedbe regala su:

- a) polični i paletni regali:
 - nerastavljivi i rastavljivi (fleksibilni)
 - nepokretni (fiksni) i pokretni
 - jednostruki i dvostruki
 - otvoreni i zatvoreni
 - standardni i posebni
 - za ravne i za boks-palete, te za razne veličine sanduka
 - za jednu i više jedinica skladištenja
- b) konzolni regali
- c) prolazni ili stupni regali
- d) protočni regali:
 - s pogonom i bez njega
 - s valjčanom stazom ili s valjčanicima na paleti
- e) visoki ili samonosivi regali
- f) pokretni regali
 - prijevozni
 - optočni
 - kombinirani.

Osim skladišta s navedenim se regalima u industrijskim poduzećima rabe i posebne izvedbe skladišta, npr.:

- a) kontejnerska skladišta
- b) skladišta s regalima smještenima u okvire

c) putujuća skladišta:

- s ovjesnim konvejerima
- s lančanim podnim konvejerima
- s regalima smještenim na podnim vozilima

d) skladišta s raznim izvedbama stalaka:

- pregradni stalak (za limove, šipke)
- piramidni stalak
- konzolni stalak
- nasložni stalak.

Najčešće se tehničke izvedbe skladišta nazivaju po vrsti regala, odnosno po nazivu sredstava za skladištenje (kao glavne komponente skladišnog sustava).

Odlaganje materijala u regalnim skladištima može se organizirati na dva načina:

- princip PU-PI (prvi ulazi-prvi izlazi), u literaturi se često naziva FIFO,
- princip ZU-PI (zadnji ulazi-prvi izlazi), u literaturi se često naziva LIFO.

Jedan od bitnih parametara za funkciju skladišta jest trajanje radnog ciklusa, koji može biti:

- jednostavan ciklus, odnosi se na aktivnosti s jednom paletom ili pri odlaganju ili pri izuzimanju materijala,
- složeni se ciklus odnosi na aktivnosti s jedinicom skladištenja pri odlaganju i pri izuzimanju.

Ovisno o koordinatama, polazišta i odredišta, brojne su mogućnosti strukturiranja radnih ciklusa, tako da pri projektiranju treba računati s prosječnim radnim ciklusom. Najbolji se rezultati dobiju simulacijom rada transportnoga sredstva u skladištu. Ova se metoda uspješno primjenjuje kod izbora i za određivanje broja transportnih sredstava.

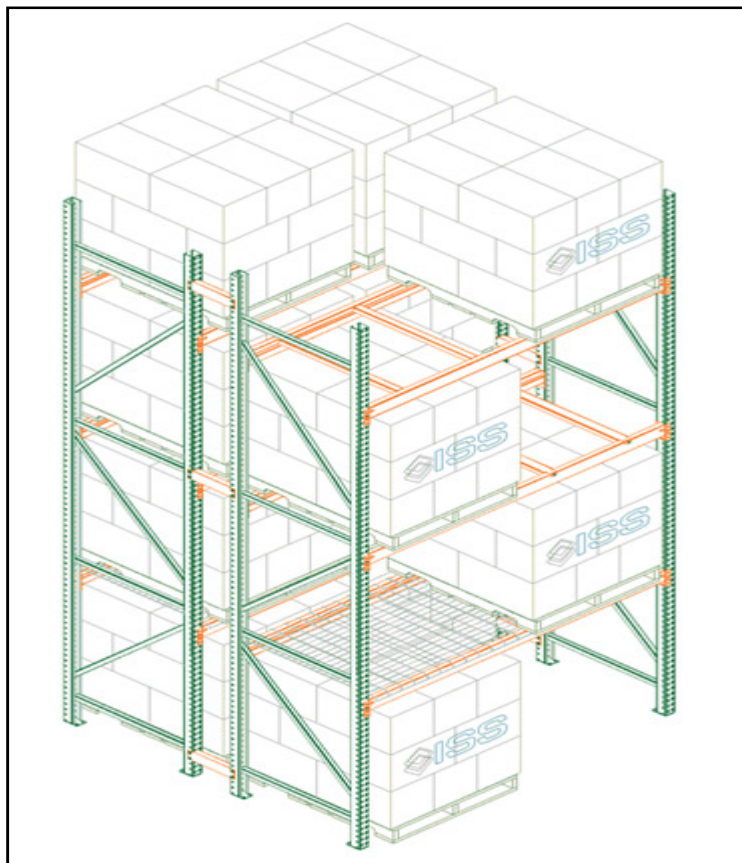
2.4. Izvedbe regala

Tehničke izvedbe skladišta najčešće se nazivaju po vrsti regala, odnosno po nazivu sredstava za skladištenje (kao glavne komponente skladišnog sustava).

2.4.1 Paletni regali

Kod **paletnih regala** materijal ili jedinica skladištenja se odlaže uz primjenu posebne opreme (za oblikovanje jediničnih tereta) i obavezno pomoću transportnog sredstva (najčešće viličara). U odlaganju paleta u paletne regale razlikujemo dvije varijante odlaganja:

- poprečno odlaganje, kod kojega se kraća stranica palete odlaže po dubini regala, npr. za paletu izmjera 1200x800 mm dubina regala iznosi do 800 mm
- podužno odlaganje, kod kojeg se duža stranica palete ulaže po dubini regala, npr. za paletu 1200x800 mm dubina regala iznosi do 1200 mm



Slika 2. Paletni regal

Budući da je projektiranje skladišta opremljenog paletnim regalima predmet ovog rada, elementi paletnih regala su detaljnije opisani u poglavlju 2.5.

2.4.2 Polični regali

U **polične regale** materijal se odlaže izravno na policu, sa ili bez sredstava za oblikovanje jediničnih tereta (palete, sanduci). Polica je element regala kojega čine ulošci izrađeni od drveta ili metala (najčešće čelični lim). Ulošci se postavljaju na polične nosače regala tako da oblikuju punu uložnu, najčešće vodoravnu ploštinu.

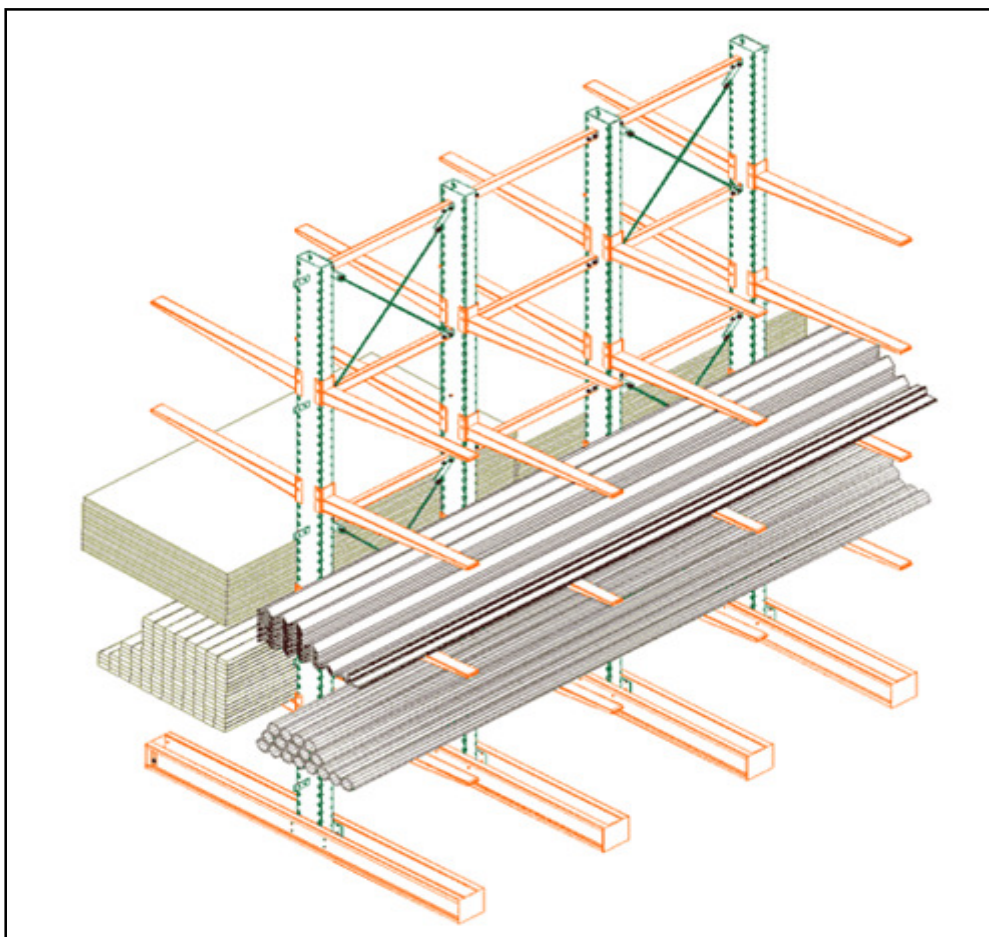


Slika 3. Polični regali

Polična i paletna skladišta najčešće su zatvoreni objekti, s regalima postavljenim u redove. Kod takvog rasporeda regala moguć je izravni pristup svakoj jedinici skladištenja. Takav pristup osiguran je time što se na jednu policu po njenoj dubini uvijek odlaže jedna paleta, a po širini police može se odložiti više paleta. visina skladišta iznosi do oko 8 m (najviše 12m). U objektima višim od 4 m skladištenje u regalima se može organizirati u više razina (2 do 3). To su podestna skladišta. Za rukovanje materijalom na podestu koriste se uglavnom ručna vozila, a veze između više razina ostvaruju se, osim stubama, dizalom ili viličarima.

2.4.3. Konzolni regali

Konzolni regali primjenjuju se u industrijskim poduzećima za odlaganje, u otvorenim i zatvorenim prostorima, komadnog materijala s jednom ili dvije karakteristične izmjere, kao npr. cijevi, šipke, profili, paketi limova i dr. regali su visine do oko 8 m, duljine konzolnih nosača do 3 m, nosivosti regala do oko 200 kN ukupno (do oko 25 kN po konzoli). Standardne izvedbe su fleksibilne, odnosno stup regala ima raster (do oko 100 mm) koji omogućava promjenu visine pojedinih razina. Konzolni regal može biti sastavljen od jedne ili više jedinica regala, ovisno o duljini materijala. Ovi regali postavljaju se najčešće u redove, a mogu biti jednostruki ili dvostruki. Jednostruki konzolni regali obično se postavljaju uza zid objekta. Najčešća sredstva za transport i rukovanje komadnim materijalom u konzolnim regalima su podni viličari i granici-viličari.



Slika 4. Konzolni regal

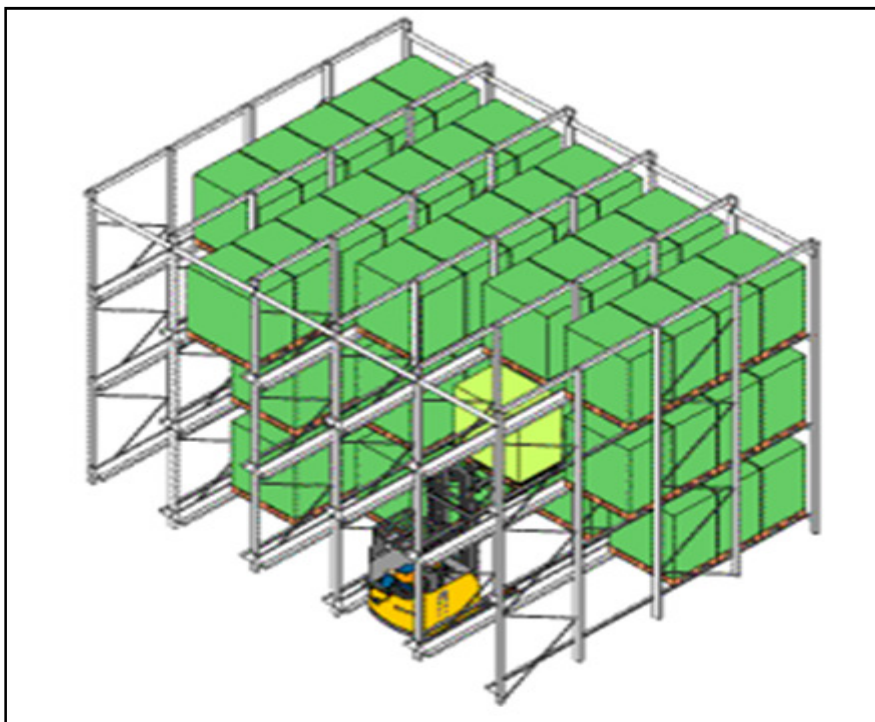
2.4.4. Prolazni regali

Kada se skladište veće količine istovrsnih materijala pomoću posebne opreme (palete, sanduci), koriste se **prolazni ii stupni regali** (eng. drive-in). Ovi regali su jednostavne konstrukcije sastavljene od međusobno povezanih vertikalnih nosača stranica regala visine do 8 m na kojima se nalaze nosači paleta. Stranice regala su raspoređene tako da oblikuju mjesta za odlaganje i slobodne prolaze transportnom sredstvu koje rukuje jediničnim teretima (važan je raspored odlaganja).

Značajke skladišta sa prolaznim regalima:

- niska cijena izrade regala
- velika iskoristivost podne površine i prostora skladišta
- nema posebnih prolaza za transportne putove
- pogodna su za materijal koji se duže vrijeme zadržava u skladištu

Skladišta s prolaznim regalima pripadaju skupini skladišnih sustava s odlaganjem na više mjesta. Za takve sustave karakteristično je da nije moguć izravan pristup svakom skladišnom mjestu. S obzirom na druge dobre značajke takvih skladišta, taj se nedostatak može izbjeći tako da se u jedan red odlažu samo istovrsni materijali (isto vrijedi i za protočne regale, tunelska skladišta i sl.)



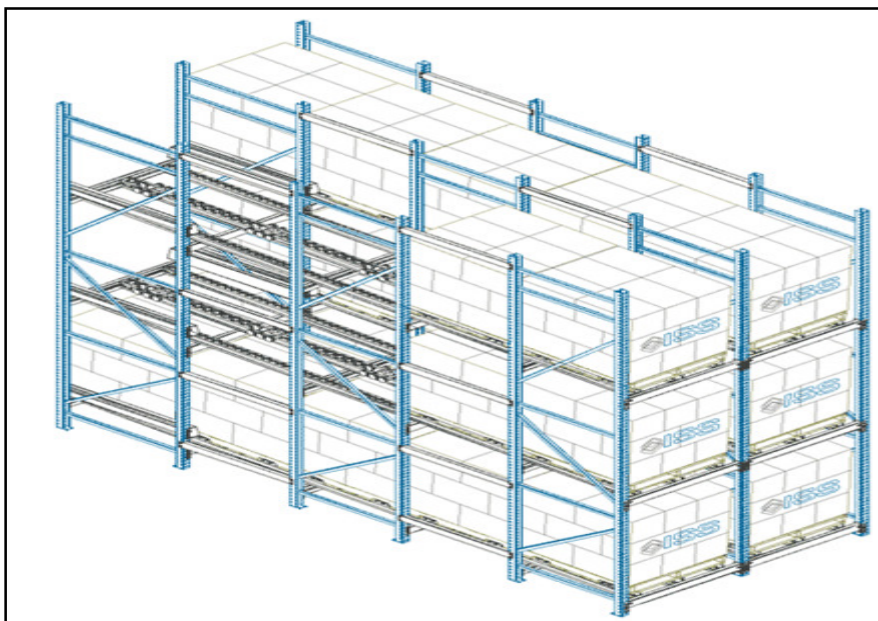
Slika 5. Prolazni regali

2.4.5. Protočni regali

Protočnim regalima ostvaruje se dinamično skladištenje komadnog materijala, kao jediničnog tereta na paletama, u sanducima, kutijama ili odgovarajućoj ambalaži. Tisu skladišta pogodna za odlaganje istovrsnog komadnog materijala većih količina, a često se koriste i kao skladišta za komisioniranje. Protočni regali ostvaruju rukovanje materijalom po načelu FIFO. Kretanje materijala u protočnom (otuda i naziv dinamično skladištenje) regalu može biti izvedeno:

- a) Voznom stazom bez pogona, jedinice skladištenja kreću se silom teže (s tim u svezi je i naziv takvih izvedba: gravitacijski regali). Kut nagiba nosača (ovdje vozne staze) jediničnog tereta iznosi od 1 do 5 %, ovisno o težini materijala, kvaliteti ambalaže/kutije/paleta te značajkama vozne staze (najčešće su izvedene kao valjčana staza).
- b) Voznom stazom s pogonom koja je u tom slučaju vodoravno postavljena. Kretanje materijala (brzinom oko 0.3 m/s) može biti izvedeno:
 - sredstvima neprekidnog transporta, npr. pogonjene valjčane, lančane ili trakaste staze ili pruge (ili pogonjeni samo pojedini segmenti staze)
 - sredstvima prekidnog transporta posebno izvedenim (automatiziranim) vozilima koja se kreću ispod jediničnog tereta

Najčešće izvedbe protočnih regala imaju duljinu do oko 20 m, visinu do oko 12 m. transportna sredstva koja poslužuju protočno skladište su viličari (podni, ovjesni ili regalni), granici, spiralne klizne staze i dr.



Slika 6. Protočni regal

2.4.6. Prijevozni regali

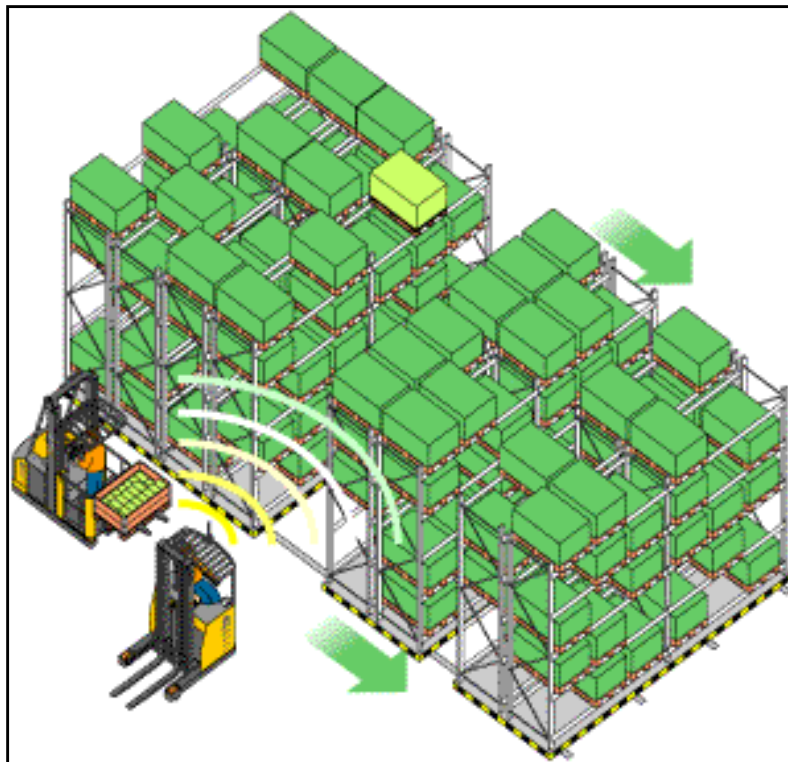
Prijevozni regali (kompaktni sustav regala, pomični regali, šiber regali) koriste se za skladištenje komadnog materijala, osobito ako je manja učestalost ulaza-izlaza (budući da treba više vremena za izravan pristup materijalu). Izvedba prijevoznih regala istovjetna je izradbi poličnih (paletnih, konzolnih), a razlikuje samo u tome što su prijevozni regali postavljeni na pokretna postolja.

Pokretanje jedinica regala može se ostvariti:

- ručnim pogonom mehanizma za pomicanje regala, za opterećenja do 150 (200) kN po jedinici regala
- motornim pogonom, za opterećenja veće od 200 kN po jedinici regala

Visine prijevoznih regala najčešće su do oko 6 m (najviše 10 m), a u jednom bloku nalazi se 6 do 8 jedinica regala (ako ima više jedinica regala, formira se više blokova).

Pokretni regali (u izvedbi konzolnih regala) mogu se koristiti i za skladištenje komadnih materijala s jednom karakterističnom izmjerom.



Slika 7. Prijevozni regali

2.4.7. Optočni regali

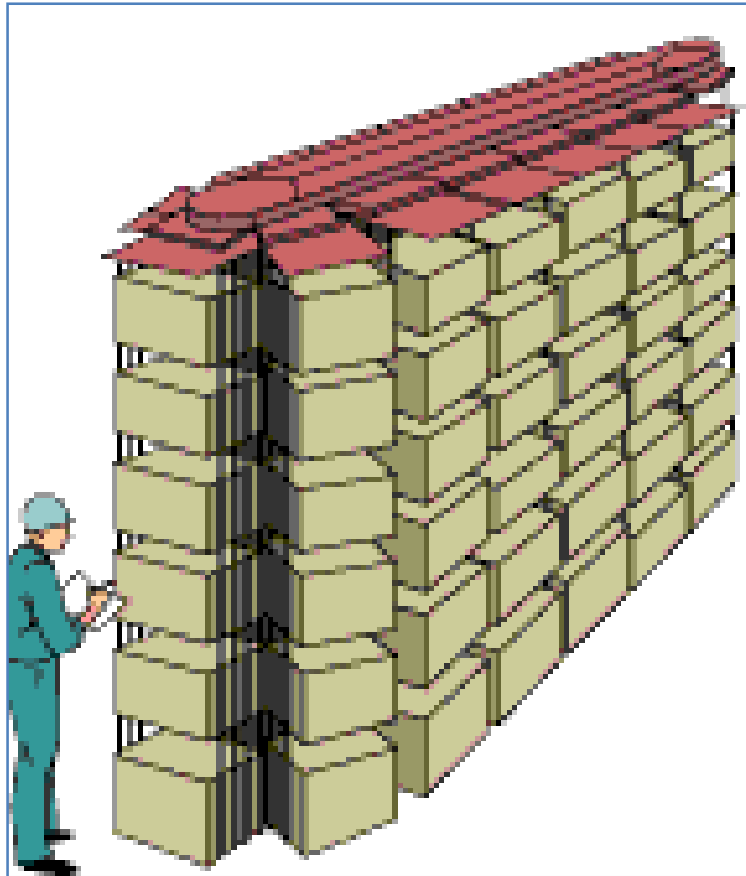
Optočni regali sastavljeni su od polica, kao elemenata za odlaganje materijala, koje se kreću kružno (najčešći je elektromotorni pogon):

- u vodoravnoj ravnini (regali s vodoravnim optokom, Karusel-regali)
- u okomitoj ravnini (regali s vertikalnim optokom, Paternoster-regali)

Optočni regali primjenjuju se najčešće za skladištenje materijala manjih težina i dimenzija. Potreba minimalnih podnih površina glavna je posebnost ovih tipova regala. Osim toga zatvorena izvedba optočnih regala omogućava veliku sigurnost i zaštitu uskladištenog materijala. Pojedine su aktivnosti skladištenja, kao i upravljanje skladišnim procesom, automatizirane, što omogućava široku primjenu za skladištenje materijala manjih težina i dimenzija. Sve se češće klasični polični regali zamjenjuju s pokretnim regalima (sve češće i automatiziranim) u slučaju kada je riječ o rezervnim dijelovima, standardnim dijelovima, alatima i sl.



Slika 8. Vertikalni karusel

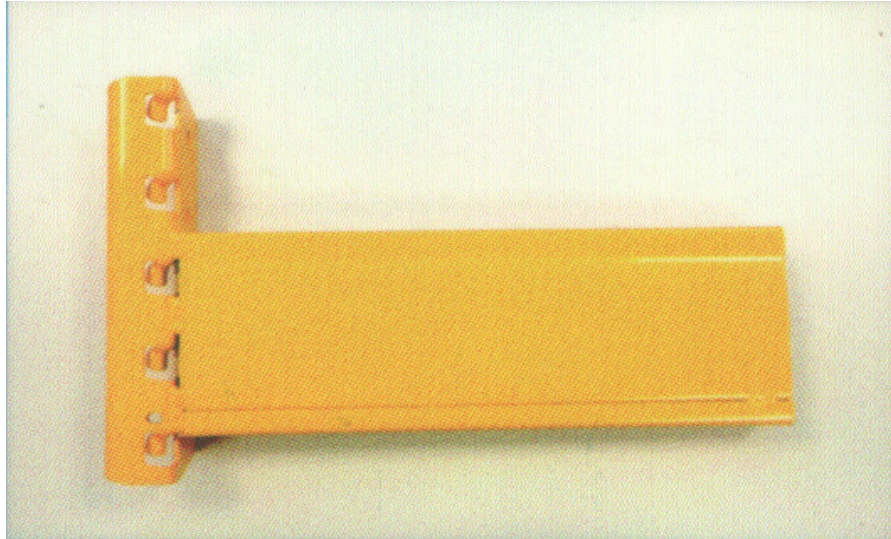


Slika 9. Horizontalni karusel

2.5. Elementi paletnog regalnog skladišta

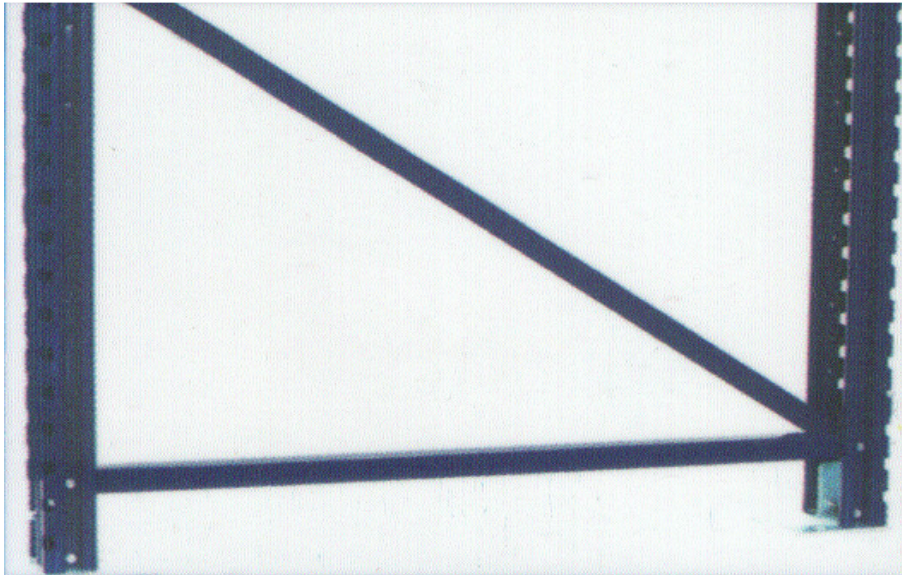
Zbog jednostavnosti izrade i montaže te varijabilnosti sustava, regalna skladišta izrađuju se od standardiziranih (uglavnom unutar poduzeća) elemenata. Uobičajeni elementi paletnih regalnih skladišta su sljedeći:

1. **Nosači paleta** su elementi koji se izrađuju od čeličnog lima na alatu za savijanje, te se oblikuju u specifične pravokutne profile različitih dimenzija i nosivosti. Služe za preuzimanje opterećenja paleta koje se stavljaju na njih. Postavljaju se u paru na stranice regala, za koje se pričvršćuju nazubljenim kutnicima. U slučaj da se regali koriste kao police, te se između nosača umeću popune, koriste se polični nosači.



Slika 10. Nosač paleta sa kutnikom

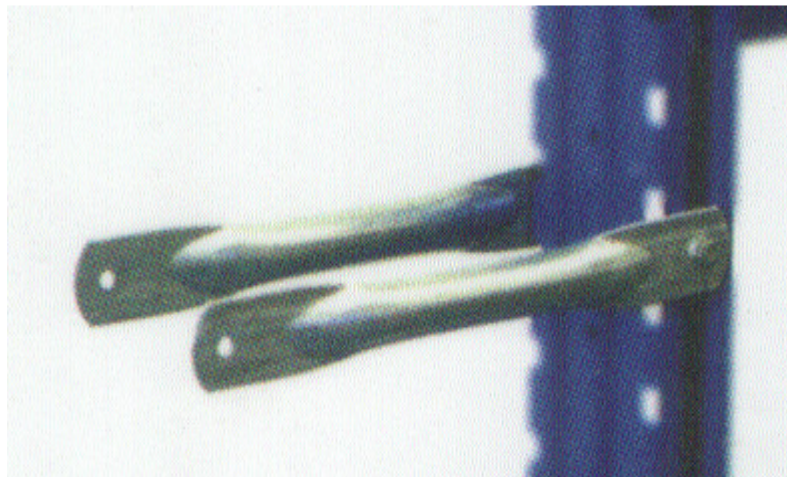
2. **Stranica regala** se sastoji od vertikalnih stupova različitih dimenzija i profila koji se oblikuju na liniji za profiliranje, te se na njima posebnim alatom utiskuje perforacija u koju ulaze nazubljeni kutnici sa nosača paleta. također se sastoji i od poprečnih ukruta kojima su povezana dva stupa. Ukrute su najčešće zavarene za stupove, a ponekad se pričvršćuju vijcima za stupove. Stranice regala služe za preuzimanje opterećenja sa nosača paleta. U poduzeću se proizvode stupovi na kojima je moguće mijenjati korak, odnosno pomicati nosač paleta po visini stupa za 35mm.



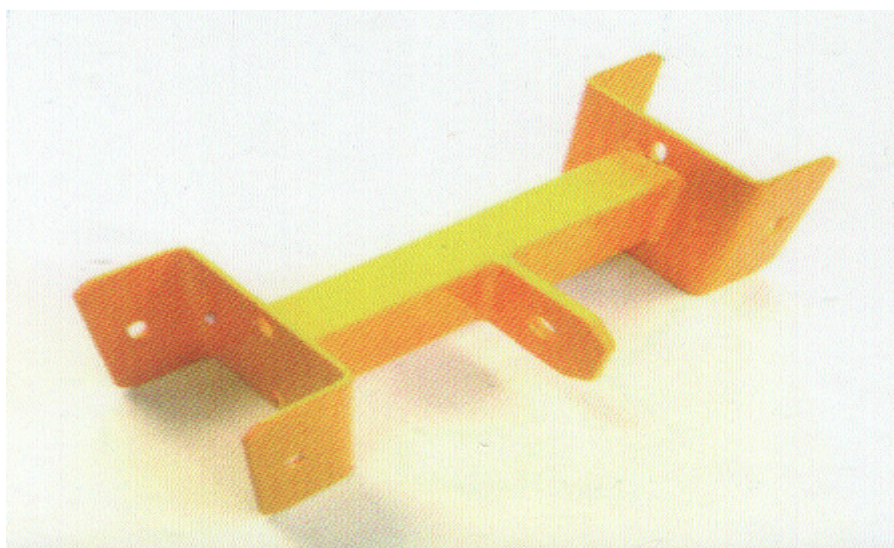
Slika 11. Stranica regala (stupovi i ukrute)

3. **Veznik duplog reda regala** (eng. row spacer) se koristi za međusobno povezivanje dva reda regala ako su postavljeni paralelno jedan do drugog (eng. back-to-back), da bi osigurali konstantnu udaljenost između tih redova i pridonijeli čvrstoći konstrukcije.

Također se koristi i veznik dvostrukog reda regala za spreg, koji također povezuje dva reda regala, ali sa mogućnošću da se dva takva veznika povežu nateznim tijelom za dodatno učvršćivanje.

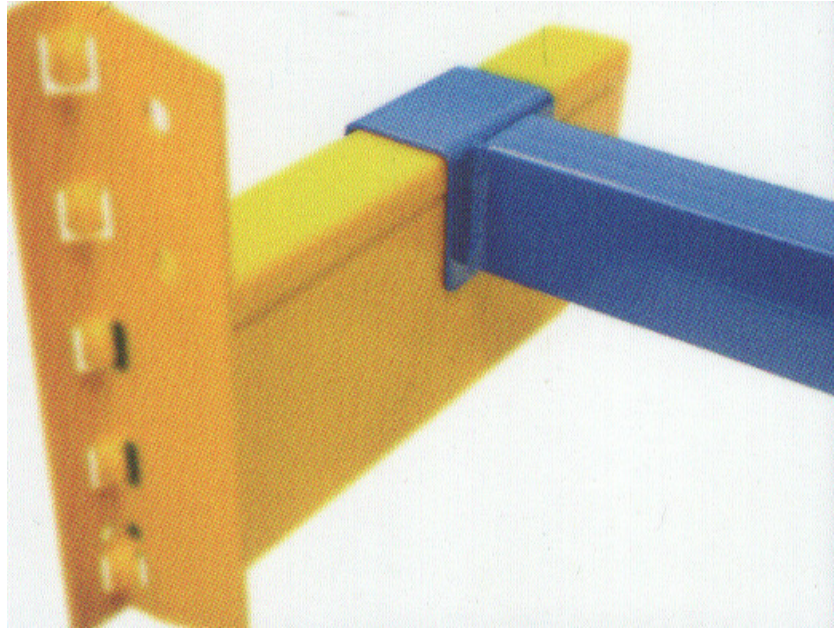


Slika 12. Veznik dvostrukog reda regala



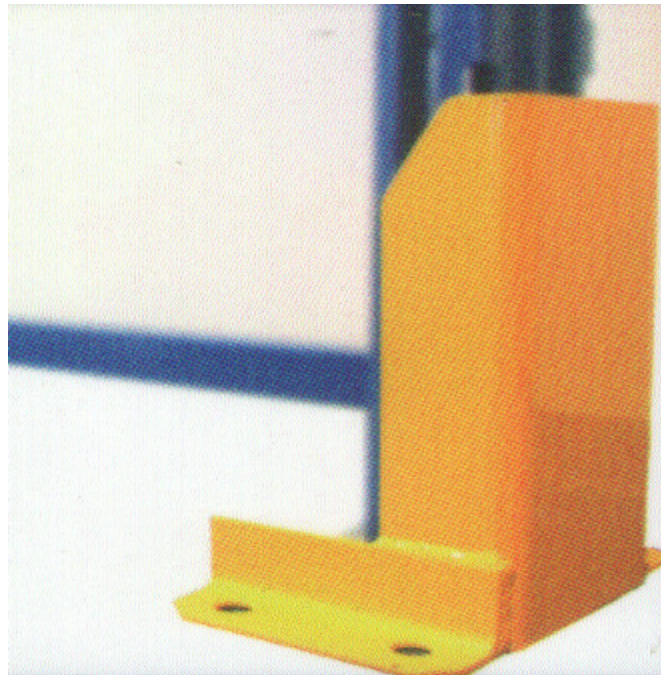
Slika 13. Veznik dvostrukog reda regala za spreg

4. **Poprečni nosač paleta** služi za podupiranje paleta između dva nosača paleta. Postavljen je tako da povezuje nosače paleta na prednjoj i stražnjoj strani regala.



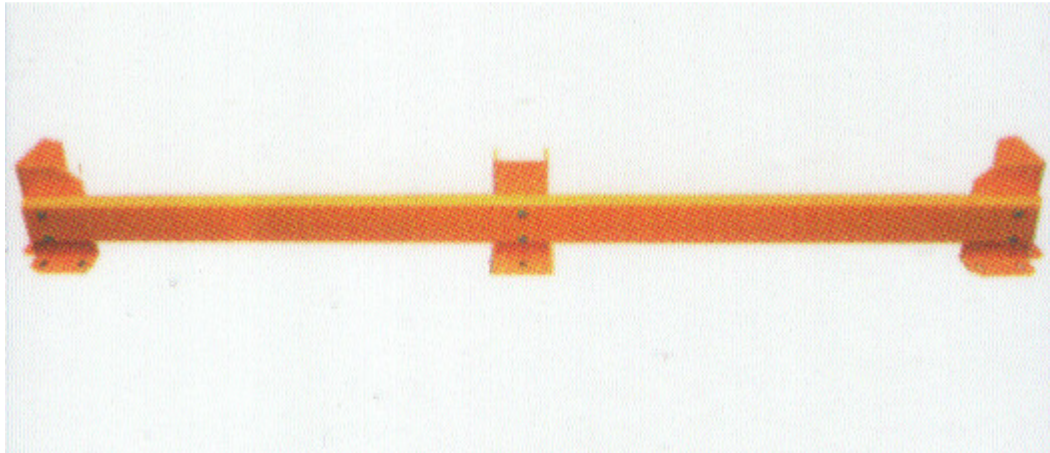
Slika 15. Poprečni nosač paleta

5. **Štitnik stupa stranice regala** služi za zaštitu stupova od mogućeg udara viličara ili tereta te od njegovog oštećivanja, a samim time i narušavanja njegove stabilnosti i nosivosti. Šteta na stupu pri njegovom početku mogu narušiti stabilnost kompletne konstrukcije a tada je moguće i da se sruši čitavi regal, te je zbog toga vrlo važna ugradnja štitnika. Štitnici se postavljaju na pod skladišta ispred stupova te se učvršćuju vijcima.



Slika 16. Štitnik stupa

6. **Štitnik reda (jednostrukog i dvostrukog) regala** služi za osiguravanje regala od udaraca sa bočne strane tj udaraca u stranicu regala.



Slika 17. Štitnik reda regala

7. **Ostali elementi:**

- **Stopa** služi za pričvršćivanje stupova za pod skladišta
- **Sidreni vijci** služe se pričvršćuje stopa za pod skladišta
- **Osigurači nosača paleta** osiguravaju da se nosači paleta ne podignu i spadnu sa stupova zbog npr. podizanja viličarom tijekom izuzimanja ili spremanja palete
- **Vijčana roba**

3. OPIS PODUZEĆA

3.1. Osnovni podaci o poduzeću

Poduzeće ITS osnovano je 1991. godine u Križevcima. Puni naziv poduzeća je Industrija transportnih sredstava i skladišnih sistema. Poduzeće se nalazi u Križevcima, u Koprivničko-križevačkoj županiji. U poduzeću je zaposleno 48 djelatnika, od toga jedan magistar strojarstva, jedan diplomirani inženjer te vlasnik ing. stroj. Tendencija je povećanja broja zaposlenika zbog sve većih i kompleksnijih poslova.

Proizvodnja se odvija u novoj tvornici površine 7000 m² koja je vrhunski opremljena za proizvodnju regalnih konstrukcija koja omogućuje brzu i kvalitetnu proizvodnju. Kao primjer dobre opremljenosti može se navesti npr. linija plastificiranja, dvije automatske linije za profiliranje stupova različitih vrsta regala, te automatski zavarivač nosača paleta.



Slika 18. Linija profiliranja

Certifikati „ISO 9001“ te „Certifikat proizvoda“ jamče vrhunsku kvalitetu proizvoda kao i preko 500 opremljenih i izgrađenih objekata na području Hrvatske i inozemstva. Poduzeće je iznimno izvozno orijentirano. Proizvodi se plasiraju na tržišta Slovenije, Srbije, Crne Gore, BiH, Bugarske i dr. Razvojna orijentacija poduzeća vidljiva je i iz interesa za mladim i obrazovanim kadrovima strojarskog smjera. U budućnosti je u planu razvoj novih proizvoda koji bi konkurirali na zahtjevnim zapadno-europskim tržištima te bi upotpunili paletu proizvoda.

3.2 Proizvodni program poduzeća

Osnovna djelatnost poduzeća je proizvodnja regalnih skladišta različitih izvedbi, a osim toga važna djelatnost je i proizvodnja nosivih konstrukcija za proizvodne pogone, prodajne centre, i druge namjene te na kraju proizvodnja industrijskih vrata i ograda.

Iz programa regalnih konstrukcija proizvode se lagani polični regali koji se mogu koristiti u trgovačkim centrima, arhivima, knjižarama i drugdje. Nosivosti poličnih nosača su 600, 450, 350,250 kg/par.



Slika 19. Polični regali

Proizvode se paletni regali različitih nosivosti i visina, drive-in regali i regali sa podestom. Nosivosti paletnih regala su od 1000 do 3000 kg po paletnom mjestu.



Slika 20. Paletni regali



Slika 21. Drive-in regali

Također se proizvode i konzolni regali koji se koriste za odlaganje materijala sa jednom ili dvije dimenzije (npr. cijevi, profili, limovi, daske, iverice i dr.) Visina stupa konzolnog regala je od 2400-8000 mm, nosivost stupa do 11500 kg, dužina konzole 500-2000 mm, nosivost konzole 100-6700 kg.



Slika 22: Konzolni regal

Važno je reći da se regali veoma jednostavno montiraju i demontiraju te nadograđuju. Korak promjene visine nosača polica, odnosno paleta je 35 mm.

U proizvodnom programu su i visokoregalna samonosiva skladišta izvedena u takozvanom SILO sistemu.



Slika 23. Samonosivo regalno skladište

Nosive konstrukcije proizvode se u raznim dimenzijama od npr. 8-9 metara širine pa sve do 30 i više metara. Konstrukcije su izvođene najviše za prodajne centre i proizvodne pogone.



Slika 24. Montažna hala

U nešto manjem obujmu se proizvode industrijska vrata i ograde. Za sve proizvode vrši se i montaža prema željama kupaca.

- Reference:
- KTC Križevci, 14200 paletnih mjesta
 - Interinvest Sarajevo, 6200 paletnih mjesta
 - Lagermax Rijeka, 10500 paletnih mjesta
 - Belupo Koprivnica, 4300 paletnih mjesta
 - Alca Zagreb, 11600 paletnih mjesta
 - Montažna hala vlastitog proizvodnog pogona 7000 m²
 - Montažna hala Lim-mont Vrbanovec
 - Montažna hala prodajnog centra KTC Subotica
 - Montažna hala prodajnog centra KTC Apatin

3.3. Proces izrade ponude za projekt

Proces izrade ponude za projekt ovisi o složenosti, zahtjevima kupca i prethodnom stupnju razvoja projekta od strane kupca. U daljnjem tekstu razmotriti ćemo dvije verzije razrada ponuda za projekt. Prva će biti složenija, kada kupac zahtijeva cjelokupno rješenje, te druga- jednostavnija, kada se razrađuje idejno rješenje kupca.

U prvom slučaju, kada naručitelj zahtijeva cjelokupno rješenje, dobiju se većinom samo osnovni podaci o izgledu potrebnog skladišta: vrsta proizvoda/materijala koji će se skladištiti, njegove dimenzije, masa, količina proizvoda, podaci o dostupnom prostoru za izradu skladišta i dr. Ti podaci se primaju u odjelu prodaje. Iz prodaje se proslijeđuju u projektni biro. Tamo se na osnovi dobivenih podataka izrađuje ponuda. Definiraju se dimenzije skladišta, način skladištenja, raspored i vrsta regala, skladišna sredstva (oprema, viličari) i dr. Na kraju se izračunava cijena, te se gotova ponuda vraća odjelu prodaje koji je proslijeđuje potencijalnom kupcu proizvoda.

U drugom, jednostavnijem, slučaju od potencijalnog kupca se dobiva idejni projekt (kao u primjeru koji će biti kasnije obrađen, „Gorenje-Navis“) koji se dalje razrađuje u poduzeću. Ovdje također narudžbu prima odjel prodaje, koji je, zajedno sa idejnim projektom proslijeđuje projektnom birou. Projektni biro na osnovu dobivenih podataka određuje potreban broj, dimenzije i vrstu elemenata regala, materija za izradu skladišnog prostora i dr. Na osnovi standardiziranih podataka određuje se cijena i kreira se ponuda. Ponuda se, kao u i u prvom slučaju, preko odjela prodaje proslijeđuje potencijalnom kupcu.

Kupac, naravno, u oba slučaja, na osnovi dobivenih podataka, određuje da li je ponuda zadovoljavajuća ili se u potpunosti odbija. Moguće je, i naknadno korigiranje ponude s obzirom na zahtjeve kupca, te mogućnosti ponuđača (izmjena tehničkih parametara skladišta, pregovori oko cijene i dr.).

4.0. PRIMJER PROJEKTA REGALNE KONSTRUKCIJE SKLADIŠTA

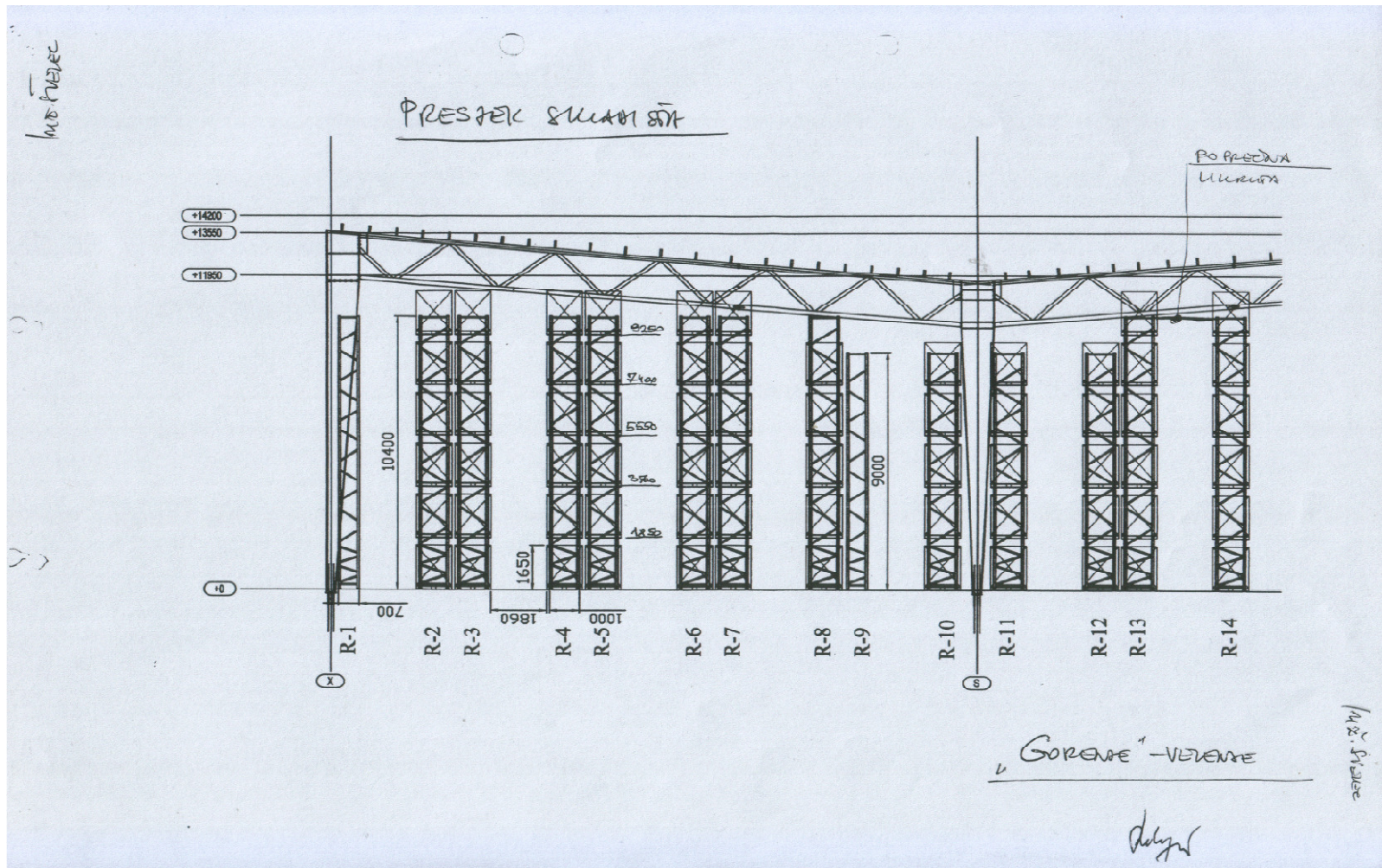
4.1. Opis idejnog projekta logističkog centra

„Navis“ je logistički centar tvrtke „Gorenje“, koji je posljednja karika proizvodnog procesa u pogonima tvrtke u Velenju. Središte centra je 130 metara dugačko, 90 m široko i 40 m visoko regalno skladište, sa kapacitetom skladištenja 140 000 uređaja na 21 000 paletnih lokacija, te na površini od 50 000 m². Kapacitet ovog skladišta je dimenzioniran prema proizvodnji od 4 mil. uređaja godišnje, odnosno 20 000 uređaja dnevno. Centar omogućava istovremeni utovar 10 kamiona i 5-10 željezničkih vagona. Internetska veza poslovnim informacijskim sustavom Gorenja omogućava jednostavno i pregledno vođenje procesa. U centru je zaposleno 116 skladišnih radnika, a cjelokupni iznos investicije iznosi 30,2 mil. €.

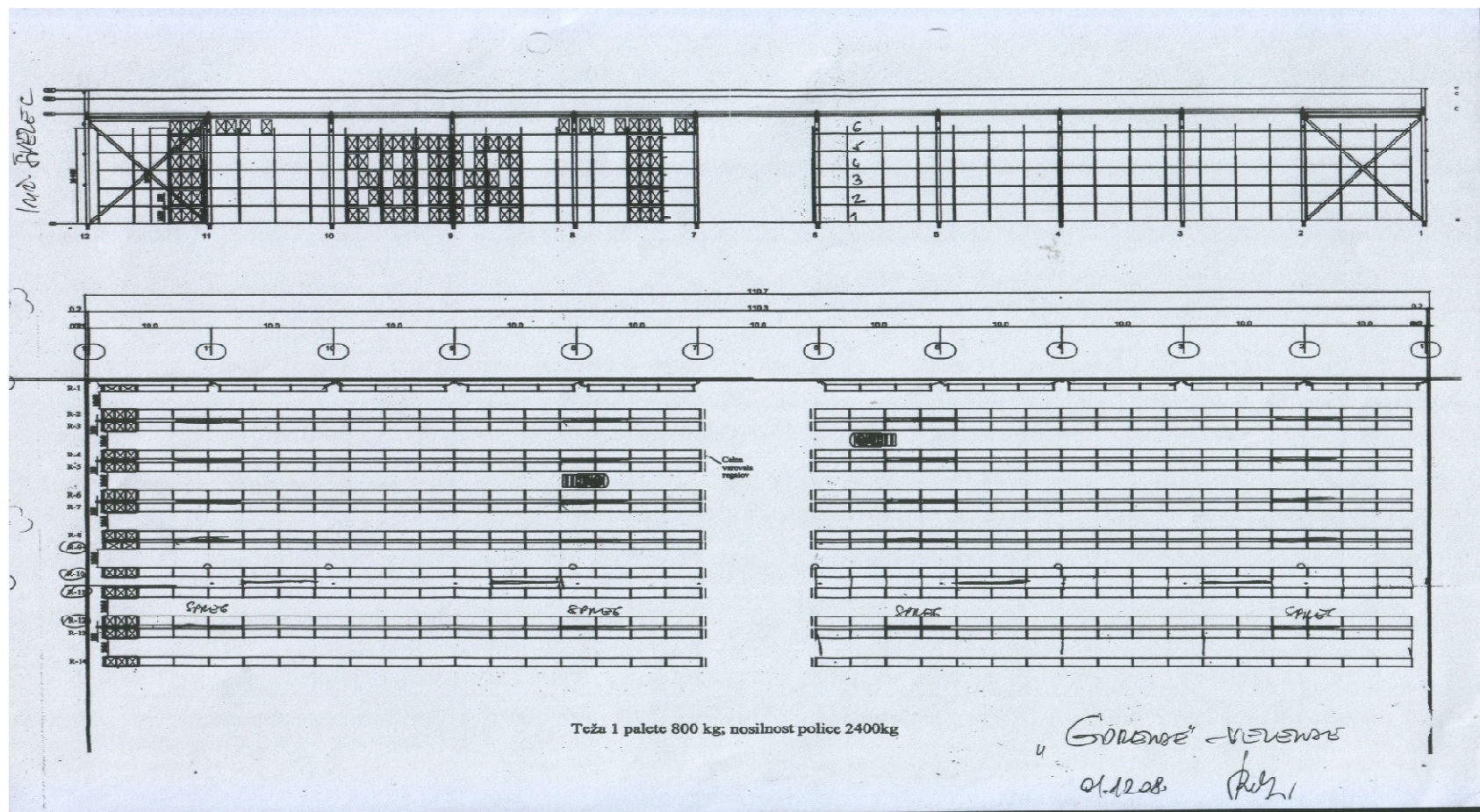
Tvrtka ITS Križevci je sa paletnim regalima opremala novi dio skladišta koji je završen 2009. godine. Skladište je napravljeno prema idejnom projektu samog naručitelja, tvrtke Gorenje, a projekt je razrađen u tvrtci ITS, te poslan na razmatranje naručitelju. Projekt je kasnije, sa manjim izmjenama, i prihvaćen.

Projektni biro je na osnovi dobivenih podataka u idejnom projektu odredio potreban broj, dimenzije i vrstu elemenata regala, materija za izradu skladišnog prostora i dr. Na osnovi standardiziranih podataka odredila se cijena i kreirala se ponuda.

Idejni projekt koji je dobiven iz Gorenja, vidi se na sljedećim slikama 25. i 26. te se iz njih vide osnovni podaci o samom skladištu (dimenzije, broj paletnih mjesta, visina i duljina regala, dimenzije paletnih mjesta, širina regalnog prolaza i dr.)



Slika 25. Idejni projekt (nacrt)



Slika 26. Idejni projekt (tlocrt i bokocrt)

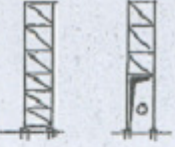
- Iz priloženih nacрта se vidi da je dužina skladišta 110.7 m, širina cca. 22.5 m a visina 14.2 m.
- Ukupna površina skladišta je 2490 m².
- Postoji 14 redova regala od kojih je 10 redova visine 10 400 mm, a 4 reda visine 9000 mm.
- Dužina jednog reda regala je 47685mm, jer postoji 18 stupova između kojih je udaljenost (paletni nosač 2700mm+stup 100 mm + kutnik 2x2,5mm) 2805mm.
- Regali su odvojeni u dva glavna dijela, lijevi i desni, između kojih je prolaz širine 10 m. Širina prolaza između regala je 1680 mm, a odlaganje paleta se vrši bočnim viličarom.
- Odlaganje se u 12 redova regala vrši podužno a u redovima 1 i 9 se vrši poprečno.
- U redovima u kojima se odlaganje vrši podužno dimenzija paletnog mjesta je 1050 mm x 900 mm, a u redovima u kojima se vrši poprečno odlaganje dimenzija paletnog mjesta je 800 mm x 1350 mm
- u 12 redova regala postoji 17 sekcija na kojima se po sekciji odlažu 3 palete (podužno) od kojih u 8 redova na 6 razina (5+pod) te u 4 reda na 5 razina (4+pod)
- u 2 reda u kojima se odlaže podužno postoji također 17 sekcija u koje se odlaže po dvije palete na 7 razina visine 1150mm
- pošto smo podijelili regale u dvije grupe iz prethodnih podataka se može izračunati da ima ukupno 7480 paletnih mjesta

4.2. Odabir elemenata paletne regalne konstrukcije

Odabir elemenata počinjemo sa odabirom stranica regala, odnosno stupova (slika 11.) kao najvažnijeg elementa. Odabir stupova vrši se prema zahtjevima za nosivošću, odnosno opterećenju koje preuzima stup, prema visini stupa i razmakom između nosača paleta. Stup ćemo izabrati prema prikazu na sljedećoj slici.

Stupovi paletnih regala

nosivost stupova u KN, prema tipu profila i visini prvog nosača paleta

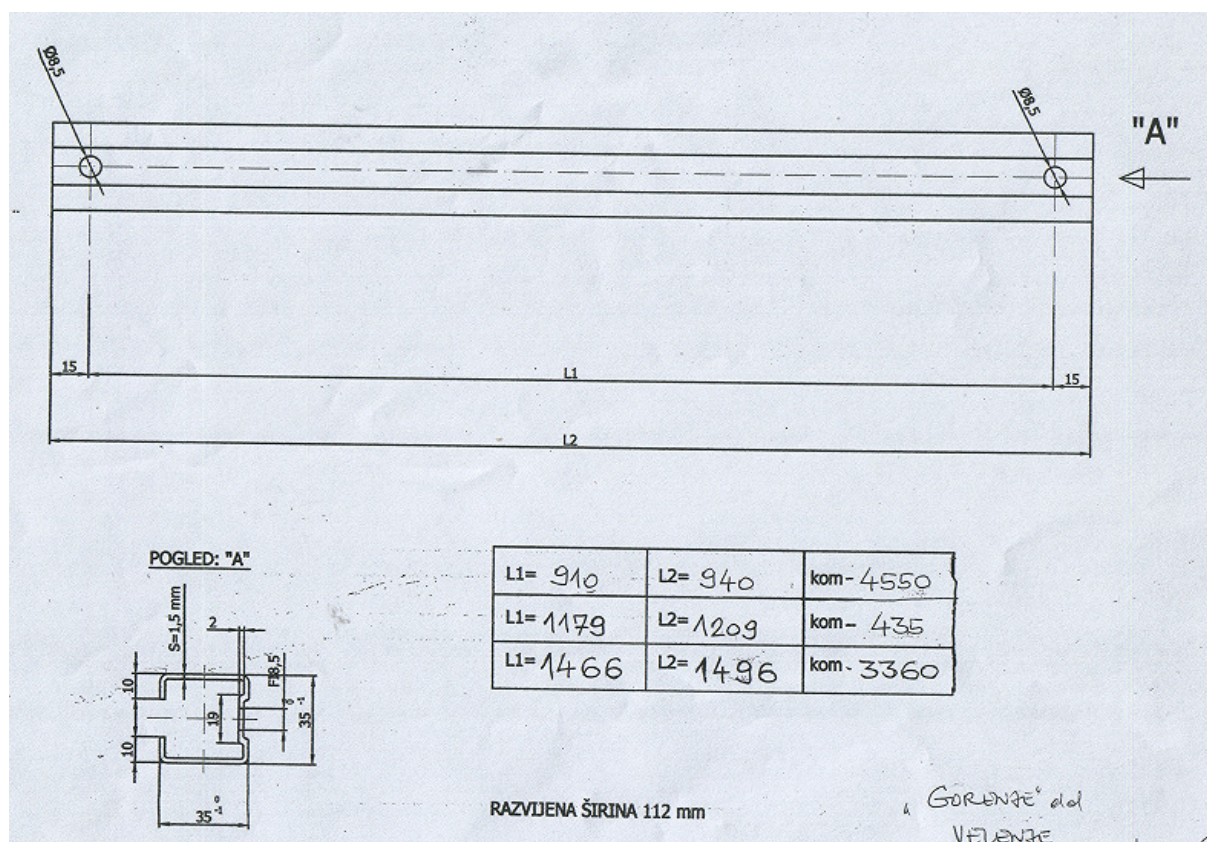


tip profila ↓	visina (mm)					
	1500	1750	2000	2300	2500	3000
A 60/50/15	92	84	74	64	58	44
A 60/50/24	140	130	114	98	89	68
B 80/50/2	140	130	125	115	100	90
B 80/50/24	170	160	150	140	120	110
B 80/50/24 otvoren	110	96	80	70	60	50
B 80/50/24 otvoren i ojačani	150	135	120	100	90	70
C 100/60/2	180	170	150	140	130	120

Slika 27. Odabir stupa regala

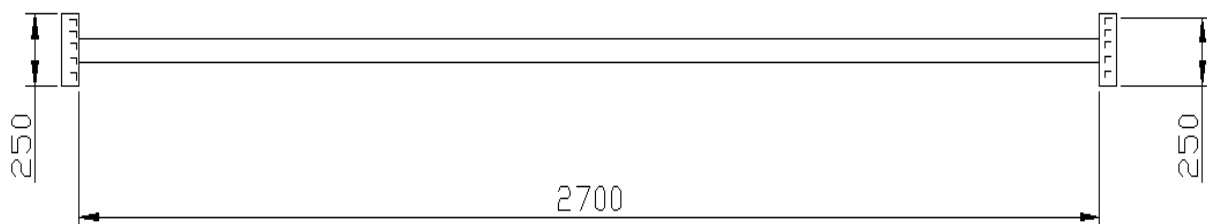
Zbog max. visine regala od 10400 mm, težine paleta od 800 kg, sa po tri palete po nosaču, što iznosi ukupno opterećenje od 2400 kg po paru nosača te visine prvog nosača paleta od poda 1850 mm, odabran je najjači stup u ponudi C 100/60/2. Opterećenje u redovima regala sa poprečnim odlaganjem je 1600 kg po paru nosača. Stupovi se stavljaju na stope prilagođene profilu stupa i sidrenim vijcima pričvršćuju za pod skladišta.

Za stranice regala se koriste i standardizirani veznici koji su prikazani na slici 28.



Slika 28. Veznici stranica regala

Sljedeći element koji se odabire su nosači paleta (vidi sliku 10.). Odabiru se prema opterećenju od 2400 kg po paru kod regala sa podužnim odlaganjem i 1600 kg kod poprečnog odlaganja.



Slika 29. Nosač paleta sa kutnicima

Nosači paleta se odabiru prema prikazu na sljedećoj slici.



ITS Ltd.
Nikole Tesle 38
48260 Križevci
Croatia
tel +38548711168
fax +38548716305
e-mail its@kc.t-com.hr

Type of racking PALLET RACKING

LOAD BEARING CAPACITY PER BEAM COUPLE

www.its-krizevci.hr

Lc = beam length
Uniformly distributed load
Deflection 1/200
C080 = height of beam in mm
A - D = width of frame profile

02.01.2007., Križevci

C080 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	1540	1600	1640	1640
2200	1060	1110	1150	1150
2400	900	950	980	980
2700	720	770	800	800
3000	590	640	660	660
3300	500	540	560	560
3600	420	460	480	480

C080 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	2830	3110	3160	3160
2200	2010	2150	2190	2190
2400	1700	1840	1880	1880
2700	1370	1490	1520	1520
3000	1120	1230	1260	1260
3300	940	1040	1070	1070
3600	800	890	920	920

C080 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	3720	3900	4070	4170
2200	2630	2830	2940	2940
2400	2240	2410	2520	2520
2700	1790	1950	2050	2050
3000	1470	1610	1700	1700
3300	1230	1360	1450	1400
3600	1050	1160	1240	1240

C100 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	4160	4310	4520	4620
2200	3300	3480	3660	3660
2400	2800	2980	3130	3130
2700	2240	2380	2540	2540
3000	1840	1960	2100	2100
3300	1540	1650	1780	1780
3600	1300	1410	1530	1530

C110 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	4600	4720	4950	5060
2200	3620	3940	4170	4280
2400	3450	3590	3820	3820
2700	2750	2880	3090	3090
3000	2250	2370	2550	2550
3300	1880	1980	2160	2160
3600	1600	1690	1850	1850

C120 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	5170	5270	5520	5640
2200	4280	4380	4640	4750
2400	3950	4050	4300	4410
2700	3330	3450	3700	3700
3000	2720	2830	3060	3060
3300	2270	2360	2580	2580
3600	1920	2010	2200	2200

C130 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	5720	5830	6060	6150
2200	4730	5340	5060	5160
2400	4360	4470	4660	4790
2700	3900	4010	4230	4330
3000	3240	3360	3580	3580
3300	2700	2800	3010	3010
3600	2280	2380	2570	2570

C150 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	6250	6250	6250	6250
2200	5640	5760	5910	5990
2400	5190	5310	5460	5540
2700	4640	4750	4900	4990
3000	4200	4310	4460	4550
3300	3700	3830	4010	4020
3600	3120	3250	3410	3420

C180 (kg)				
Lc (mm)	A70	B80	C100	D120
1800	6250	6250	6250	6250
2200	6250	6250	6250	6250
2400	6250	6250	6250	6250
2700	5910	6010	6140	6210
3000	5340	5430	5560	5640
3300	4870	4970	5090	5170
3600	4480	4570	4700	4780

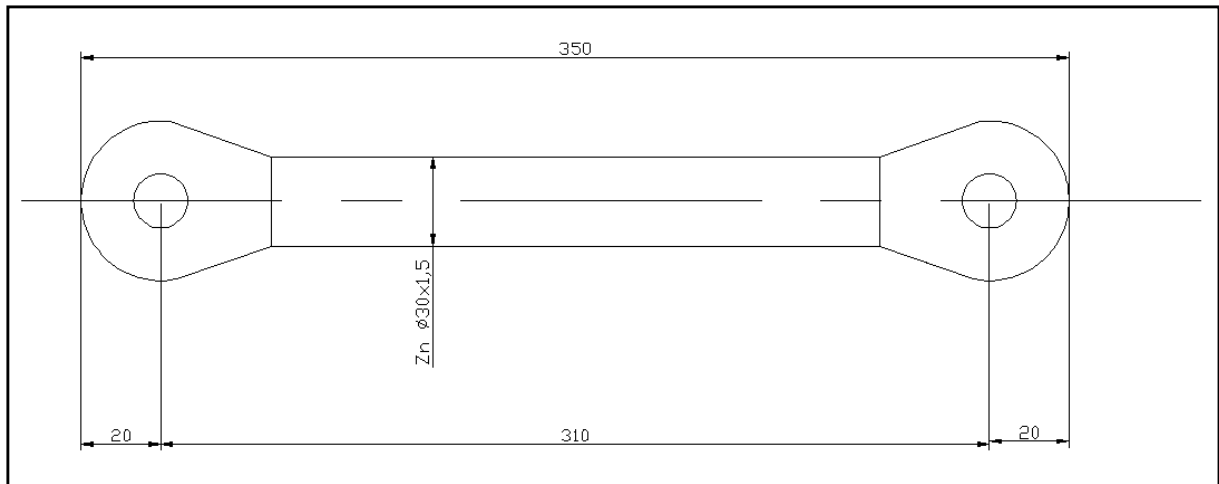
Slika 30. Odabir paletnih nosača

Nosači se odabiru prema dužini od 2700 mm i potrebnoj nosivosti. Za podužno odlaganje odabran je nosač C110/B80 x 2700 mm, čija je nosivost 2880 kg po paru nosača. Za poprečno odlaganje odabran je nosač C90/A70 x 2700 mm, nosivosti 1790 kg po paru. vidljivo je da su izabrani nosači nešto veće nosivosti od tražene, što je učinjeno radi sigurnosti. Na sljedećoj slici je prikazana jedna od natpisnih tabela sa dozvoljenim nosivostima regala, kod regala sa poprečnim odlaganjem.

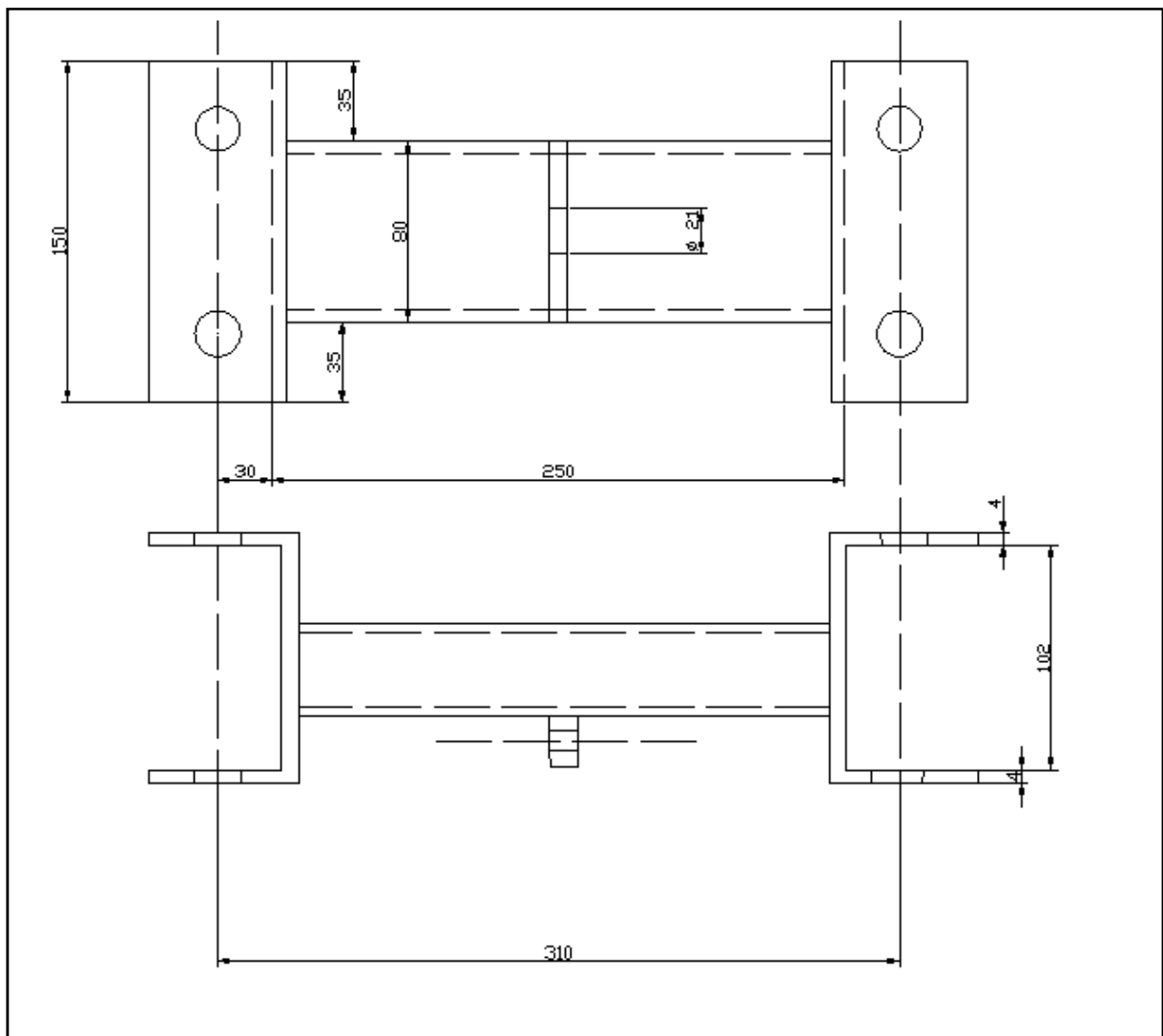
		>ITS< INDUSTRIJA TRANSPORTNIH SREDSTAVA I SKLADIŠNIH SISTEMA d.o.o.	48260 Križevci Nikole Tesle 38 Tel. ++385 48 711 168 Fax. ++385 48 716 305 e-mail: its@kc.t-com.hr www.its-krizevci.hr Ž.R: 2402006-1100022236 MB 3723674
TEHNOLOGIJA I LOGISTIKA SKLADIŠTENJA			
NOSIVOST STRANICE REGALA (kg)		15100	
UDALJENOST PRVOG NOSAČA PALETA OD PODA MAX. (mm)		1900	
UDALJENOST DVA SUSJEDNA NOSAČA PALETA PO VISINI MAX. (mm)		1900	
BROJ ETAŽA PO VISINI REGALA (kom) (ETAŽA NA PODU NIJE UKLJUČENA)		5	
NOSIVOST PARA NOSAČA PALETA (kg)		2400	
GODINA PROIZVODNJE:		2008	
UPOZORENJE: Paletne regale dozvoljeno je opterećivati najviše do gore navedenih vrijednosti nosivosti pojedinih elemenata regala. U slučaju oštećenja pojedinih dijelova paletnog regal iste odmah zamijeniti novim i ispravnim originalnim dijelovima. *ITS* d.o.o. Križevci ne snosi nikakvu odgovornost za štete i posljedice nastale uslijed opterećenja regala iznad dopuštenih nosivosti ili zbog upotrebe neispravnih i oštećenih elemenata regala.			

Slika 31. Natpisna tabela sa nosivostima

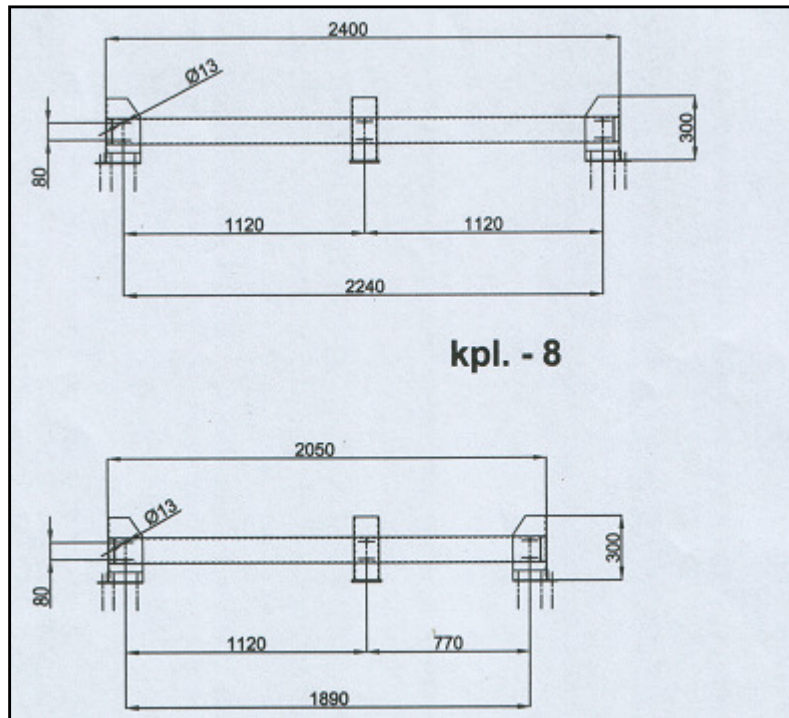
Preostali elementi koji će biti prikazani su standardizirani, te se ne odabiru iz tablica i sl. U nekim slučajevima se korigiraju dimenzije tih elemenata ovisno o potrebama pojedinog projekta. Neki od tih elemenata će u nastavku biti prikazani slikama.



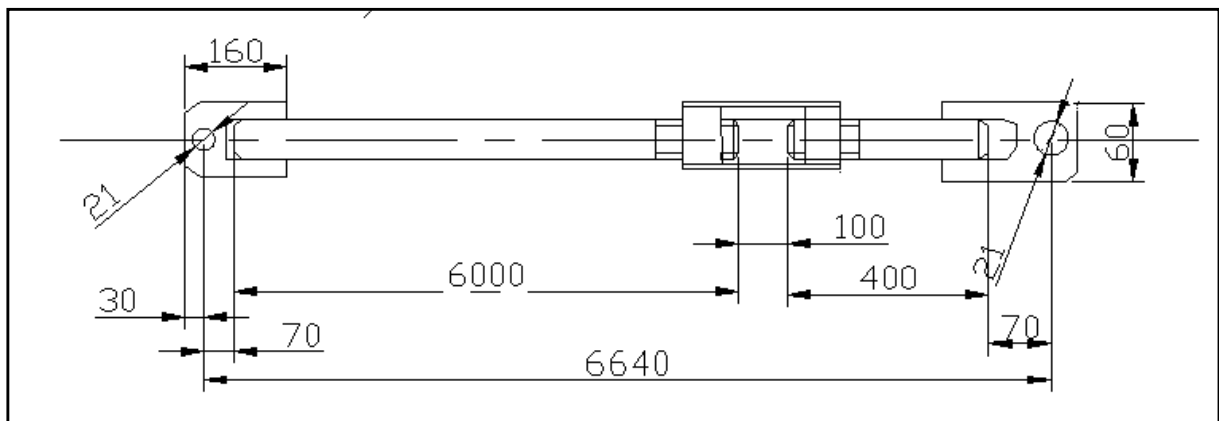
Slika 32. Veznik dvostrukog regala



Slika 33. Veznik dvostrukog reda regala za spreg



Slika 34. Štitnici stranice regala



Slika 35. Natezno tijelo

Na kraju, na slici 36, je prikazana originalna specifikacija elemenata regalne konstrukcije iz ponude projekta gdje su pobrojani svi elementi i količine pojedinih elemenata. Među njima je vijčana roba, osigurači nosača paleta, poprečne ukrute, štitnici i dr.



ITS INDUSTRIJA
T TRANSPORTNIH SREDSTAVA I
S SKLADIŠNIH SISTEMA d.o.o.

48260 Križevci
N. Tesle 38
Tel. ++385 48 711 168
Fax. ++385 48 718 305
e-mail: its@kc.t-com.hr
www.its-krizevci.hr

MB 3723674

TEHNOLOGIJA I LOGISTIKA SKLADIŠTENJA

„GORENJE“ d.d.
VELENJE

18.11.2008

n.r. Uroš Razdevšek

SPECIFIKACIJA ELEMENATA REGALNE KONSTRUKCIJE PO PONUDI Br. 535-2008 DOPUNA 18.11.2008

1. STATIČKI PRORAČUN	
2. ATESTNA DOKUMENTACIJA	
3. NATPISNE TABLE SA DOZVOLJENIM NOSIVOSTIMA REGALA	kom. 6
4. STRANICA REGALA 700x9000 mm	kom. 36
5. STRANICA REGALA 700x10400 mm	kom. 40
6. STRANICA REGALA 1050x9000 mm	kom. 108
7. STRANICA REGALA 1050x10400 mm	kom. 324
8. NOSAČ PALETA L=2700 mm (NOSIVOST 2800 kg/paru)	kom. 3808
9. NOSAČ PALETA L=2700 mm (NOSIVOST 1600 kg/paru)	kom. 572
10. POPREČNI NOSAČ PALETA L=700 mm	kom. 1144
11. VEZNIK DUPLOG REDA REGALA L=250 mm	kom. 560
12. VEZNIK DUPLOG REDA REGALA ZA SPREG L=250 mm	kom. 184
13. VEZNIK DUPLOG REDA REGALA L=1100 mm	kom. 112
14. VEZNIK DUPLOG REDA REGALA ZA SPREG L=1100 mm	kom. 32
15. VERTIKALNI SPREG REGALA	kpl. 24
16. POPREČNE UKRUTE JEDNOSTRUKOG REDA REGALA (RED 14)	kom. 8
17. UKRUTE JEDNOSTRUKOG REDA REGALA (RED 1)	kom. 80
18. ŠTITINIK JEDNOSTRUKOG REDA REGALA B=1100 mm	kpl. 6
19. ŠTITINIK DVOSTRUKOG REDA REGALA B=2400 mm	kpl. 10
20. VIJČANA ROBA, OSIGURAČI NOSAČA PALETA , SIDRENI VIJCI	kpl. 1

Slika 36. Specifikacija elemenata

Na kraju bi bilo potrebno dati cijenu kompletne regalne konstrukcije, ali to nije moguće zbog poslovne tajne poduzeća. Iz dokumenata koje sam dobio u poduzeću kao literaturu za izradu rada, moguće je procijeniti da je cijena kompletne konstrukcije bila oko 100 000 €.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je, osim teorijskih osnova logistike i skladištenja, prikazan i konkretan primjer projektiranja paletne regalne konstrukcije. Dan je primjer regalnog skladišta, i način odabira njegovih elemenata.

Paletno regalno skladište je jedno od najčešćih vrsta regalnog skladišta zbog jednostavnosti montaže, povoljne cijene, varijabilnosti (laka promjena visinskog razmaka između paletnih nosača) te jednostavnosti rukovanja materijalom koji se skladišti na paletama. Također je vidljivo da je odabir elemenata relativno jednostavan. Većina elemenata je standardizirana, a elementi koji su glavni za statiku cijele konstrukcije (stupovi, nosači paleta) se odabiru na osnovu tablica s obzirom na zadana opterećenja. Projektiranje konstrukcije je mnogo jednostavnije ako je dobiven idejni projekt, sa osnovnim zahtjevima za skladište. U suprotnom je projektiranje mnogo složenije zbog potrebe određivanja samih izmjera skladišta i potrebnog kapaciteta s obzirom na proizvodnju i distribuciju te druge procese u poduzeću naručitelju skladišta.

Prednost je i sama jednostavnost proizvodnje većine elemenata koji se proizvode serijski u velikim količinama uz minimalno učešće ljudskog rada. Npr. proizvodnja stupova na liniji profiliranja. Linija se podesi za izradu određene vrsta profila, te dalje radi praktički bez potrebe za ljudima, osim kod dodavanja sirovine (čelični lim u kolutu). Na liniji se odmah utiskuju i utori u koji ulaze kutnici paletnih nosača.

Iz svega prije spomenutog vidljivo je da je najsloženiji dio projektiranja, projektiranje skladišne zone i osnovnih izmjera skladišta, dok je projektiranje samih regala, nakon nekog vremena, rutinski posao.

6.0. LITERATURA

- 1) **Klaus, B.:** Natuknica Logistika, op. cit., str. 814.
- 2) **Segetlija, Z., Lamza-Marunić, M.:** Distribucijski sustav trgovinskih poduzeća, Pravni fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 1994., str. 75.
- 3) **Zelenika, R., Jakomin, L., Lipičnik, M.:** op.cit, str.356.
- 4) **Zelenika, R.:** Špediterovo pravo, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2001., str. 34
- 5) **Oluić, Č.:** Skladištenje u industriji, FSB, Zagreb 1997
- 6) www.wikipedia.com
- 7) www.its-krizevci.com
- 8) www.gorenje.si/uk
- 9) Interni podaci poduzeća ITS d.o.o. Križevci
- 10) **Oluić, Č.:** Bilješke sa predavanja „Logistika“, 2007/2008
- 11) **Đukić, G.** Predavanja „Logistika“, elektronička verzija, FSB, 2009/2010
- 12) **Oluić, Č.:** IP4, PROIZVODNO STROJAESTVO, ORGANIZACIJA PROIZVODNJE, 8. Rukovanje materijalom, Školska Knjiga, Zagreb 2002