

LOGISTIKA MATERIALA IN SREDSTEV – LMS-P

1.del

Učno gradivo

Niko Herakovič

Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani
Ljubljana, 2009

KAZALO

1	UVOD	3
1.1	Proizvodno podjetje	4
1.2	Izdelovalni proces	7
1.3	Logistika	8
1.3.1	Logistični sistemi	8
1.3.2	Logistični proces – primer material	12
1.3.3	Cilj logistike materiala	14
1.3.4	Logistična zmogljivost	15
2	SKLADIŠČENJE IN SKLADIŠČA	17
2.1	Mesto nastanka zalog in vrste skladišč v življenjski dobi industrijskih izdelkov	17
2.2	Zaloge in skladiščenje v industrijskih podjetjih	18
2.2.1	Razlogi za nastanek zalog in potreb po skladiščenju – v oskrbovalnem skladišču	20
2.2.2	Zaloge v proizvodnem procesu	20
2.2.3	Zaloge v distribucijskem skladišču	20
2.3	Naročanje in zaloge	20
2.4	Skladišča in skladiščni sistemi	22
2.4.1	Vplivne veličine pri načrtovanju in izbiri skladišč	23
2.4.2	Skladiščenje na tleh	24
2.4.3	Premična več nivojska skladišča	25
2.4.4	Verižna skladišča	26
2.4.5	Regalna skladišča	28
2.4.5.1	Organizacija dela v regalnih skladiščih	29
2.4.5.2	Avtomatizirani regalni skladiščni sistemi	30
2.5	Ostale izvedbe skladišč	32
2.6	Sledenje predmetov skladiščenja in informacijski sistem	33
3	TRANSPORT V PROIZVODNI ORGANIZACIJI	37
3.1	Transportne dobrine	38
3.2	Transportni proces	40
3.3	Transportna sredstva	40
3.3.1	Vozila	41
3.3.1.1	Ročno vodena brez ali s pogonom vozila	41
3.3.1.2	Avtomatično vodena vozila	43
3.3.1.3	Določitev časov in kapacitete transportnega sistema z vozili	46
3.3.2	Transporterji	48
3.4	Transportne poti	54
3.5	Načrtovanje transporta	54
3.6	Sredstva za hranjenje materiala med transportom in skladiščenjem	61
3.6.1	Palete	62
3.6.2	Palete za transport in hranjenje kosov v urejenem stanju	64
3.6.3	Zaboji	65
3.6.4	Ostala embalaža	66

1 UVOD

Področje *Strega materiala in sredstev* obravnava aktivnosti *toka materiala, proizvodnih sredstev in informacij* v proizvodnem podjetju, njihovo načrtovanje in krmiljenje, kakor tudi sredstva sama, ki so za to potrebna.

S problemi načrtovanja, razvoja in krmiljenja toka materiala, sredstev in informacij, kot dobrin, se ukvarja posebna veda, ki jo v strokovni literaturi imenujemo *logistika*. Tisti del logistike, ki obravnava probleme v podjetju, označujemo *logistika podjetja*, del logistike proizvodnega podjetja, ki je vezan na neposredno proizvodnjo izdelkov, pa *proizvodna logistika*. To področje je obravnavano v okviru predmeta *Strega materiala in sredstev*.

Pomen logistike za proizvodno podjetje je viden pri obvladovanju terminov, kakovosti, povečevanju dobička, zmanjševanju vseh vrst stroškov, še posebno logističnih, povečanju izkoriščenosti delovnih sredstev, skrajšanju pretočnih časov in s tem vezave kapitala, povečanju konkurenčnosti s fleksibilnostjo, obvladovanju proizvodnje malih serij in uvajanju računalniško integrirane proizvodnje – CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Človek se z logističnimi problemi srečuje vsak dan, ko se pelje na delo, ko gre nakupovat ali na dopust. Obvladuje jih po najboljši moči, po občutku, ravna se po informacijah, ki jih prejme iz različnih virov, uporabi svoje znanje za presojo odločitev in podobno. Pri tem uporablja različna logistična sredstva, kot so avtomobili, vlak, ladja, ali gre peš. Hrano, ki jo nakupuje v trgovinah – skladiščih, prinese domov in jo ponovno uskladišči v hladilnike in skrinje. Podobno je v proizvodnji, le da je obvladovanje teh problemov za podjetje bistvenega pomena in za njihovo obvladovanje je potrebna več znanja.

Iz tega razloga je treba najprej opredeliti nekatere pojme, kot so proizvodno podjetje, proizvodni proces, vrste logistike v podjetju, logistične aktivnosti, spoznati sredstva, ki se uporabljajo v podjetju za nemoteno izvajanje proizvodnega procesa in s tem tudi logističnega procesa, osvojiti metode načrtovanja materialnih tokov ter spoznati metode za ovrednotenje predlaganih logističnih rešitev.

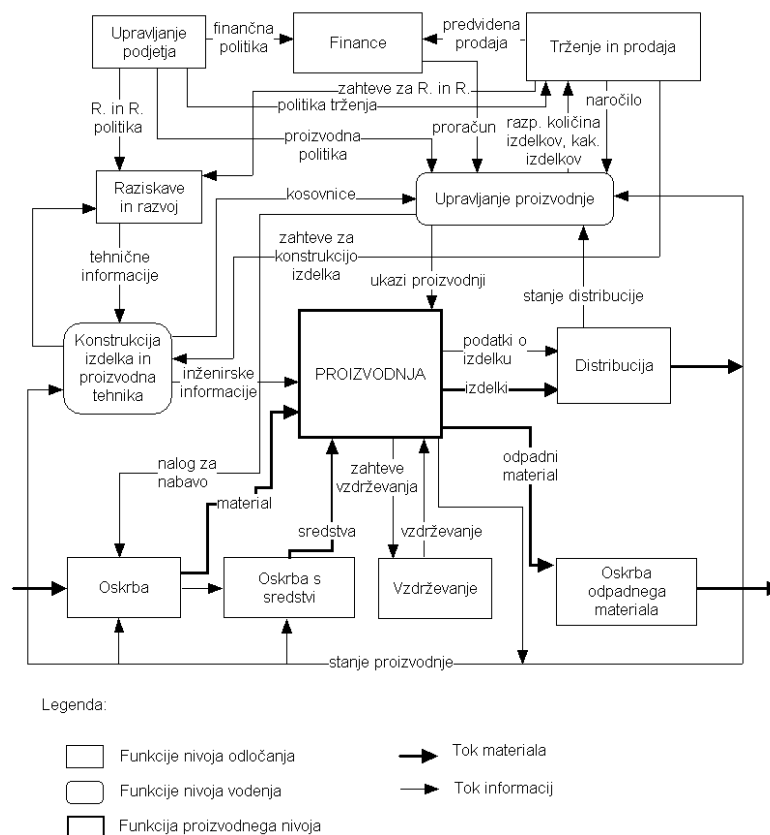
V preteklosti so ekonomisti in organizatorji proizvodnje govorili predvsem o *sistemu materialnega poslovanja*, ki v svoji vsebini obravnava le probleme materialne oskrbe vseh porabnikov v podjetju, od dobaviteljev do delovnega mesta in med delovnimi mesti. Materialno poslovanje pa ne vključuje upravljanja z informacijami, resursi in distribucije izdelkov do kupcev, kakor tudi ne njihovega izvajanja. Prva tako ne vključuje naprav in sistemov, ki so potrebni za nemoteno in ekonomsko opravičeno izvajanje proizvodnega procesa.

Veličine, ki vplivajo na načrtovanje in izvajanje proizvodne logistike so: izdelki, proizvodni procesi, proizvodni resursi, trg in nazadnje tudi mesto proizvodnje. Pri načrtovanju in izvajanju logistike so odločilni obstoječi izdelki in tudi izdelki, ki bodo razviti v prihodnosti (torej ki so načrtovani), njihove lastnosti in variante, oblikovanje izdelkov, oskrba izdelkov in distribucija izdelkov. Trg se vedno bolj internacionalizira in globalizira, zahteve trga po fleksibilnosti proizvodnje so vse večje, trg zahteva zniževanje stroškov proizvodnje in drugo. Proizvodni procesi gredo v smer okolju prijaznih procesov s čim manjšim vložkom kapitala, porabe energije itd. Proizvodnja sama je vpeta v določen prostor na mikro ravni, to je v danih proizvodnih okoljih in na makro ravni, to je na geografskem položaju, kjer je treba upoštevati infrastrukturo, kot so letališča, železnico in ceste.

1.1 Proizvodno podjetje

Proizvodno podjetje (slika 1.1) je tisto podjetje, ki proizvaja izdelke. Za doseganje tega cilja podjetje izvaja ustrezne aktivnosti, kot so vodenje podjetja, strateško planiranje, analiziranje stanja in poslovne učinkovitosti, sprejemanje odločitev pri uvajanju novih izdelkov, prodoru na trg, pri globalizaciji in podobno. Aktivnosti nabave so povezane z nakupom surovin, sestavnih delov in njihovo dobavo, s pogoji za doseganje čim nižjih stroškov vhodnega materiala ob ustrezni kvaliteti, torej pogajanje z dobavitelji. Aktivnosti prodaje so: ukvarjanje s kupci izdelkov, servisiranjem, distribucijo, sporočanje potreb proizvodnji itd. Danes poznamo pojem "market driven production" - trg poganja proizvodnjo (izdelava za znanega kupca), kar pomeni, da so potrebe na trgu glavni vir informacij o potrebah, ki jih dobi proizvodnja oz. da trg narekuje, kaj bo proizvodnja izdelovala.

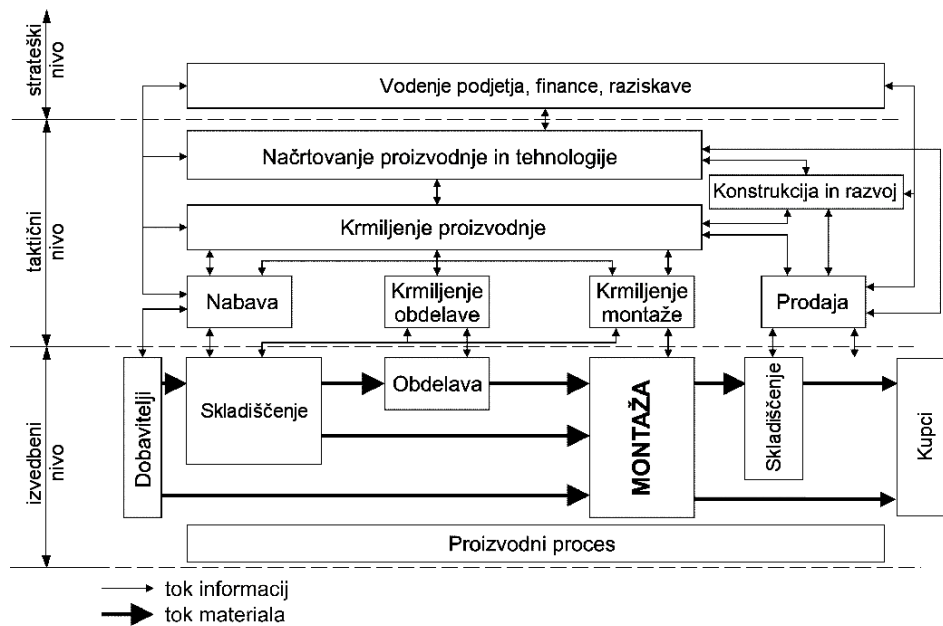
Proizvodni proces je osrednji del proizvodnega podjetja. Procese je treba načrtovati, pripraviti dokumentacijo, določiti orodja, sredstva s katerimi se bo proces izvajal, določiti stroške procesa in podobno. Aktivnosti vodenja proizvodnje obsegajo proženje proizvodnje, ko je bila ugotovljena potreba po izdelkih in je bil načrtovan tehnološki postopek, kakor tudi spremljanje dogodkov v proizvodnji. Del aktivnosti v podjetju je tudi načrtovanje transporta, skladiščenje, priprave obdelovancev pred in po obdelavi itd. Izdelek je treba razviti, izdelati ustrezno dokumentacijo ter preskusiti prototipe. Za doseganje kakovosti so potrebne aktivnosti kontrole meritev preskušanja, spremljanja stanja izdelkov skozi ves proces izdelave in podobno. Proizvodnje si ne moremo zamisliti brez ustreznih aktivnosti, povezanih z izdelavo in prenosom informacij, potrebnih tako za funkcioniranje podjetja, kot za odvijanje vseh procesov povezanih z izdelavo izdelkov.



Slika 1.1. Zgradba in aktivnosti proizvodnega podjetja po ISO standardu.

V splošnem je mogoče proizvodno podjetje dokaj dobro ponazoriti s trinivojskim modelom oziroma organiziranostjo (slika 1.2):

- strateški nivo,
- taktični nivo,
- izvedbeni nivo



Slika 1.2. Trinivojska struktura proizvodnega podjetja in njene aktivnosti.

V **strateški** nivo spadajo aktivnosti vodenje podjetja, financ in raziskav. Naloge in aktivnosti vodenja so povezane z izdelavo strategije dolgoročnega in kratkoročnega razvoja podjetja, odločitve o nastopanju na trgu, smeri razvoja, o strateških spremembah v proizvodnji, ki so povezani z izdelki in proizvodnjo v želji povečati donos vloženih sredstev in utrditvi položaja podjetja na trgu.

Vodstveni management postavlja cilje na podlagi pogojev in zahtev trga ter stanja v proizvodnem podjetju in sprejema ukrepe, ki jih razčleni in izvede v taktičnem nivoju. V ta namen ima na voljo strateške ocenitvene parametre, s katerimi ocenjuje trg, okolje in proizvodni sistem:

- profit (stroški, doseganje cen na trgu),
- zahteve trga po izdelkih (novi izdelki, novi materiali, variante izdelkov),
- rentabilnost oziroma vračanje kapitala (donosnost kapitala, čas in intenziteta vračanja),
- odzivnost in prilagodljivost podjetja (hitrost, intenziteta, stabilnost),
- okolje (onesnaževanje, energija, resursi),
- delež na trgu in drugo.

Odločitve, ki so lahko v obliki zahteve po osvojitvi novega izdelka, povečanja produktivnosti, zmanjšanja stroškov, zmanjšanja škodljivih vplivov na okolje glede na taktično raven, stalno sprožajo zahteve za izboljšanje. Na tem nivoju se torej pristopi k formiranju timov za načrtovanje

sprememb in sprejemanje predlogov, zahtev, novih sistemov, novih procesov, produktov in racionalizaciji obstoječih montažnih sistemov. Določi se tudi prag ustreznosti rešitev. Pri tem so upoštevani vplivni parametri lastnega, taktičnega nivoja, ter parametri ocenjevanja operativnega nivoja.

Aktivnosti vodenja podjetja so podprte z **aktivnostmi financ** kot tudi **raziskav**. Finančni oddelki pripravljajo analize uspešnosti podjetja, tržne analize in vse, kar je povezano s finančnim gospodarjenjem v podjetju. Raziskave so vezane na srednjeročno in dolgoročno strategijo razvoja podjetja in so tudi del strateškega nivoja. Tukaj so pomembne raziskave na področju novih izdelkov, novih tehnologij, raziskave trga in podobno.

Pomembne aktivnosti na **taktičnem nivoju** so:

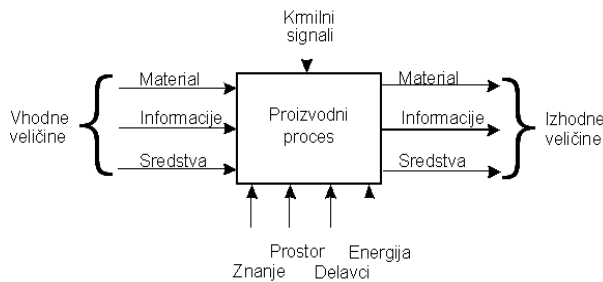
- **razvoj in konstrukcija** izdelkov, orodij, proizvodnih sredstev, logistični sredstev, kontrolnih sredstev,
- **nabava** skrbi za nabavo materiala, polizdelkov, standardnih delov, orodij, pripomočkov, strojev, povezuje se z dobavitelji,
- **prodaja** se povezuje s kupci, sporoča potrebe po izdelkih, povezuje se z distributerji, posreduje podatke o potrebah trga,
- **načrtovanje proizvodnje in tehnologij** (organizacija dela, načrtovanje sistemov, procesov, nove tehnologije, priprava tehnoloških postopkov, načrtovanje pripomočkov, montažnih sistemov, načrtovanje novih in prenova obstoječih procesov itd.),
- **krmiljenje** proizvodnje opredeljuje aktivnosti povezane s proženjem naročil v proizvodnji, določitev velikosti serij, krmiljenje logističnih procesov, spremljanjem stanja v proizvodnji,
- **kontrola in zagotavljanje kakovosti,**
- **vzdrževanje,**

Operativni ali izvedbeni nivo vključuje vse procese, ki so potrebni, da iz materiala, ki vstopa v proces, nastane izdelek. Aktivnosti so razdeljene na pripravo materiala, primarne procese, izdelavo sestavnih delov, montažo, kontrolo, skladiščenje, oblikovanje naročila in drugo. Proizvodnja bo mogoča, če sta na določenem mestu, v določenem času, tako material kot informacija.

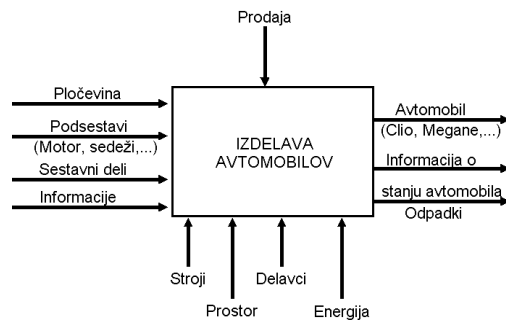
Med vsemi aktivnostmi mora biti vzpostavljena ustrezna informacijska povezava. Informacije, ki v pisni obliki dokumenta ali v elektronski obliki potujejo med posameznimi oddelki, so dostopne tistim, ki jih potrebujejo in tistim, ki so zadolženi za to, da jih tudi kreirajo. Pretok informacij je del logističnega sistema podjetja – tok informacij. Iz podatkov o analizah zastojev v proizvodnji je razvidno, da sta neusklajen tok informacij in materiala pogost krivec za zastoje. Informacije lahko prispejo prepozno ali pa so napačne. Oboje predstavlja motnjo v proizvodnji, ki povzroči izgubo in posledično stroške.

1.2 Izdelovalni proces

S pojmom *izdelovalni proces* so opredeljene vse aktivnosti, ki so potrebne, da se vhodni material pretvori v koristen izdelek ob razpoložljivih resursih. Proizvodni proces je krmiljen s krmilnimi veličinami (slika 1.3). Cilj proizvodnega procesa je zagotoviti izdelek v določenem času, za določeno ceno, z določeno kvaliteto in da se pri tem upošteva tudi varovanje okolja. Primer proizvodnega procesa izdelave avtomobilov je prikazan na sliki 1.4.

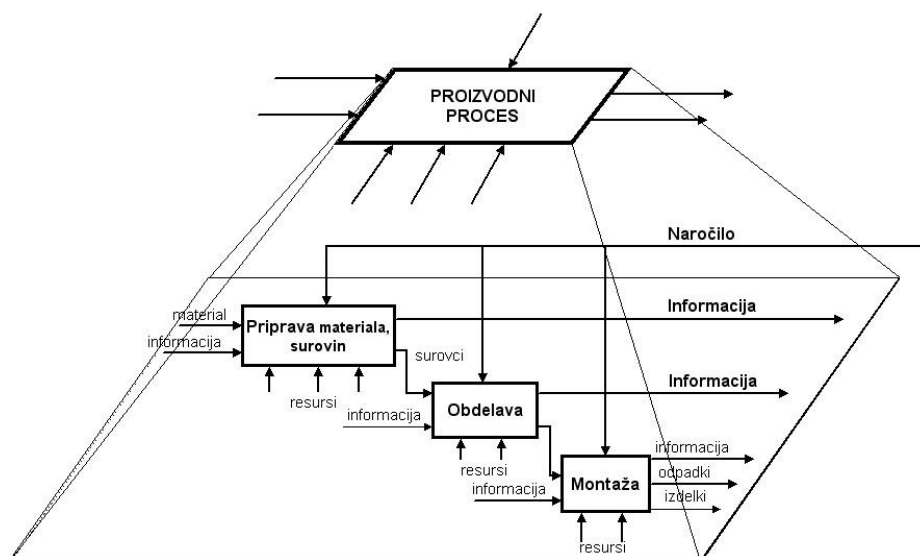


Slika 1.3. Proizvodni proces.



Slika 1.4. Primer proizvodnega procesa.

Proizvodni proces ni enovit dogodek, ampak je razdeljen je na več dogodkov – procesov oz. postopkov, ki si sledijo v določenem zaporedju, tako kot je to podano v tehnološkem postopku. V proizvodnem procesu, ki se zaključi z izdelkom, sestavljenim iz več sestavnih delov, procesu izdelave surovcev sledijo procesi obdelave in nato montaže (slika 1.5). Surovci so lahko izdelani s postopki litja, varjenja, brizganja, razrezovanja in preoblikovanja, kakor na primer kovanje, globoki vlek, iztiskavanje in drugi. Procesni obdelave so: struženje, frezanje, vrtanje, elektroerozija, posnemanje in podobno. V izdelavo obdelovancev oziroma sestavnih delov so vključeni še procesi toplotne obdelave, obdelave površine, meritve in kontrola ter podobno. Izdelovalni proces se zaključi z montažo.



Slika 1.5. Zaporedje procesov pri nastajanju izdelka

1.3 Logistika

Koren besede logistika ima v grščini dva pomena: "logos" – pamet in "logicos" – računati, pravilno misliti in v francoščini – "loger" – nastaniti, namestiti, preskrbovati. Beseda logistika (gr. *logistike*) se v večini slovarjev tujk in enciklopedijah še vedno uporablja za opredelitev formalne logike, katere privrženci mislijo, da je mogoče formalizirati celotno logiko in matematiko. Le redki razlagalci uporabljajo besedo logistika v povezavi z oskrbo, čeprav jo je v pomenu oskrbovanja uporabil že bizantinski cesar Leontos VI (866 - 911) v svojem delu "Skrajšana razprava o vojaških veščinah", kjer poleg strategije in taktike opredeljuje tudi tretjo vojaško vedo, to je logistiko. V tem pomenu jo pozneje uporabljajo številni avtorji.

S pojmom **logistika** so povezani naslednji pojmi:

- cilji logistike,
- vrste in razvoj logističnih sistemov,
- logistični proces in aktivnosti,
- načrtovanje, optimiranje in krmiljenje materialnih in informacijskih tokov.

Osnovni cilj logistike je:

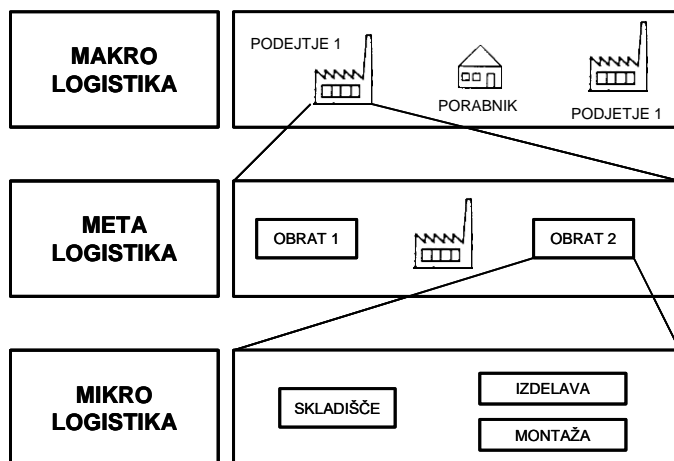
- ustrezno količino dobrine,
- v določenem času,
- na določenem mestu,
- v ustrezni kvaliteti,
- ob čim nižjih stroških,
- dati na razpolago.

Pri tem so **logistične dobrine**:

- material,
- informacije,
- proizvodna sredstva,
- energija,
- delavci, osebje,
- skladiščna sredstva,
- transportna sredstva,
- organizacijski pripomočki,
- sredstva za prenos informacij,
- prostor, delovne, transportne in skladiščne površine.

1.3.1 Logistični sistemi

Iz vidika načrtovanja in organiziranja je mogoče logistične sisteme razdeliti glede na to kakšne oziroma katere institucije so med seboj povezane – institucionalna delitev ter v logistične sisteme glede na funkcijo, ki jo imajo v procesu oskrbe z dobrinami ali funkcionalna delitev.

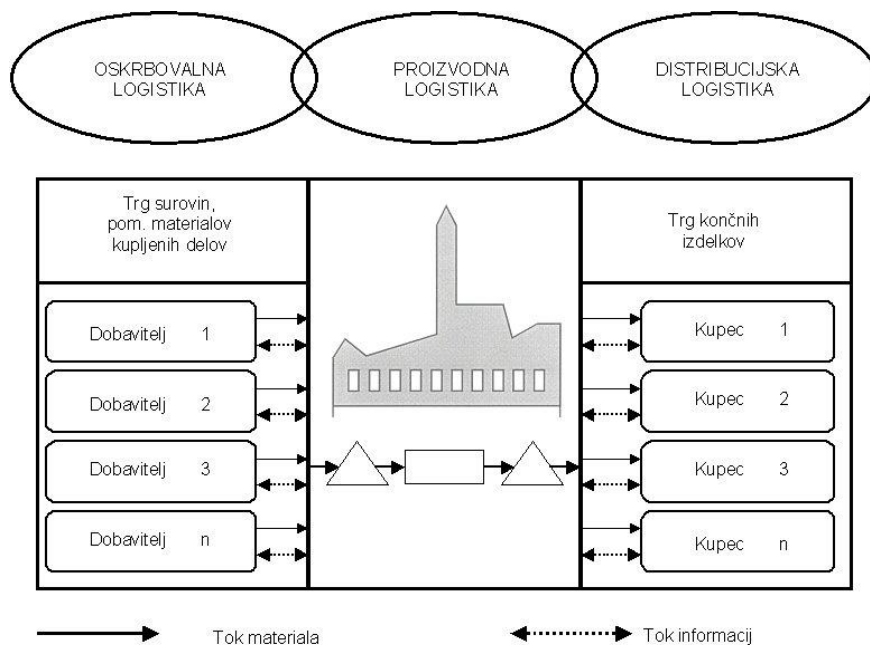


Slika 1.6. Institucionalna delitev logističnih sistemov

Sistemi makrologistike so na primer transportni sistem za oskrbo prebivalstva, transport med podjetji in trgovinami, letalski transport, železniški transport, ladijski transport in podobno.

Mikro logistični sistemi so vedno sistemi notranje organizacije – njen obseg je omejen z mejami enega proizvodnega prostora, podjetja (slika 1.6).

Nasprotno temu so meta logistični sistemi (slika 1.6) – sistemi zunanje organizacije, ki presegajo meje posamezne enote in zajemajo sodelovanje več organizacij v procesu pretoka materiala.



Slika 1.7. Funkcionalna delitev logistike

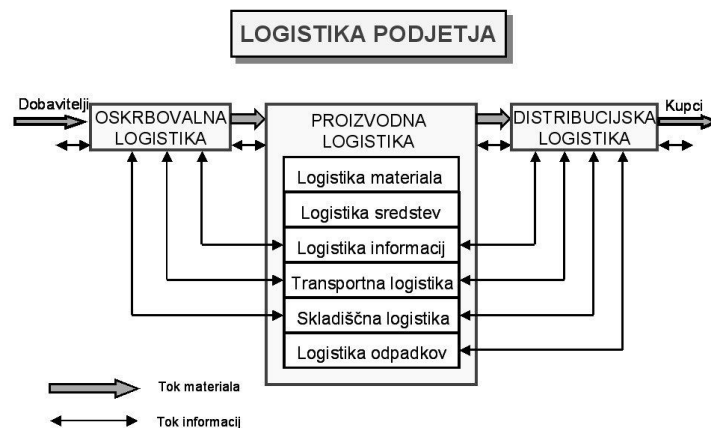
Logistika podjetja po institucionalni delitvi spada v mikrologistiko in se deli v **oskrbovalno** logistiko, **proizvodno** logistiko in **distribucijsko** logistiko (slika 1.7).

Naloga oskrbovalne logistike je oskrbeti podjetje z dobrinami (s surovinami, sestavnimi deli, polizdelki, podsestavi, standardnimi deli kupljenimi pri specializiranih proizvajalcih oziroma izdelanih pri dobaviteljih). Podjetje in dobavitelji si med seboj izmenjujejo ustrezne informacije (naročila, čas dobave, kvaliteta, prevzemni pogoji itd.).

"Proizvodna logistika je opredeljena kot veda o načrtovanju, krmiljenju in izvajanju tokov *logističnih dobrin* v proizvodnji" [Noe 1999]. Obsega različne aktivnosti povezane s tokom dobrin v podjetju kot so na primer skladiščenje dobrin, transport dobrin med skladišči in delovnimi mesti, strega na delovnih mestih, skladiščenje pred transportom h kupcem in drugo.

Distribucijska logistika skrbi, da izdelki, ki so bili v podjetju izdelani pridejo do kupcev. Med kupci in podjetjem je vzpostavljen ustrezen informacijski tok (velikost naročila, čas dobave h kupcu, povratne informacije o uporabi in drugo).

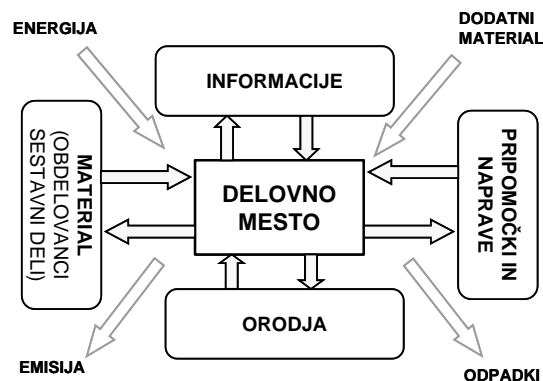
Proizvodna logistika se nadaljnje deli še na več logističnih podsistemov to je na logistiko materiala, logistiko sredstev, logistiko informacij, transportno logistiko, skladiščno logistiko in logistiko odpadkov (slika 1.8). Tok materiala teče od dobaviteljev preko oskrbovalne logistike, proizvodne logistike in distribucijske logistike do kupcev oziroma porabnikov. Za celotni sistem pa je značilna potrebna izmenjava informacij med posameznimi podsistemi proizvodne logistike ter oskrbo in distribucijo.



Slika 1.8. Logistika podjetja

Naloga podsistema **logistika materiala** je skrbeti za tok materiala od dobave do odpreme izdelkov in polizdelkov iz proizvodnje. **Logistika sredstev** vključuje vse aktivnosti, ki so povezane z oskrbo proizvodnje za orodja (na primer rezalnimi, preoblikovalnimi), pripomočki (vpenjalni, merilni, varilni, montažni pripomočki). **Logistika informacij** obsega aktivnosti priprave in prenosa informacij potrebnih za delovanje strojev, za informiranje delavcev, za krmiljenje proizvodne, za zagotavljanje kvalitete in drugih aktivnosti potrebnih za zagotovitev nemotenega delovanja proizvodnje. **Transportna logistika** v proizvodnem podjetju vključuje načrtovanje in krmiljenje transporta, povezuje dobavno in distribucijsko logistiko. Transportna logistika tako vključuje

aktivnosti, ki bodo potrebne, da bo material, orodja in druge dobrine dane na razpolago v določenem času v pravi količini. **Skladiščna logistika** obsega vse aktivnosti, ki so povezane z mirovanjem dobrin v proizvodnji. To so hranjenje materiala v ali na določenem prostoru v določeni količini, aktivnosti v skladišču povezane z transportom v skladišču, odlaganjem materiala na skladiščna mesta, prostorsko razporeditvijo skladiščnega prostora in podobno. **Logistika odpadkov** skrbi za ekološko in gospodarno odstranjevanje odpadnih materialov, raznih olj, kemikalij, izmeta, odrezkov in podobnega.



Slika 1.9. Logistika delovnega mesta

Iz vidika strege materiala in sredstev je pomembna še opredelitev logističnega sistema in logističnega procesa na nivoju delovne enote oziroma delovnega mesta. Pri tem je delovno mesto lahko montažno mesto, stružilna celica, vrtno frezalna celica, obdelovalna linija in podobno. Za izvajanje procesa je nujen usklajen tok materiala, raznih pripomočkov, informacij, orodij, dovajanje energije, dodatnega materiala, odvajanje toplote in odpadkov.

Material prihaja na delovnem mestu v urejenem stanju in je različnih oblik, lahko so palice, trakovi, surovci, odkovki, sestavni deli in podobno. Količina je določena z različnimi strategijami proizvodnje. Med temi strategijami so poznane JIT (just in time, ravno v pravem času), MRP II, Kanban (odpoklic transportnih količin), metoda lijaka in druge. Strega materiala je lahko ročna ali avtomatizirana in vključuje več strežnih operacij, med njimi hranjenje pred dodajanje, dodajanje in odzemanje, pozicioniranje ter vpenjanje in druge aktivnosti. Po koncu procesa se material prenese na drugo delovno mesto ali v skladišče v urejenem ali neurejenem stanju.

Pripomočki, naprav za merjenje, nastavljanje, pripomočki za varjenje in drugi pripomočki, so lahko nameščeni na stroju ali se hranijo v skladiščih ob stroju ali skladiščih naprav. Skladiščene naprave in pripomočke je treba pred pričetkom zelene obdelave, montaže, varjenja itd. pripraviti in prenesti do stroja ter namestiti na stroj oziroma delovno mesto. Po končani obdelavi se naprave in pripomočki vrnejo na predvideno mesto.

Orodja predpiše tehnolog pri določitvi tehnologije obdelave. Orodja so lahko v priročnih skladiščih ob stroju oziroma delovnem mestu. Danes se orodja vedno pogosteje hranijo v centralnih skladiščih orodij. Za vsako zeleno obdelavo se orodja pripravijo, podatki se vnesejo v informacijski sistem in o orodjih se vodi natančna evidenca. Ker so rezalna orodja največkrat sestavljena jih je treba po sestavljanju še umeriti in podatke o sestavljenih orodjih vnesti v program za krmiljenje stroja.

Oskrba računalniško krmiljenih strojev, to je fleksibilnih obdelovalnih centrov zahteva učinkovito gospodarjenje z orodji, saj so dragi stroji le z ustrezno oskrbo z orodje dobro izkoriščeni. Orodja sama pa v takih sistemih povzročajo tudi velike stroške, zato se gospodarjenju za rezalnimi orodji posveča vedno več pozornosti. Enako skrbno se v proizvodnji tudi gospodari z drugimi orodji, kot na primer s preoblikovalnimi, orodji za brizganje plastike in drugimi.

Informacije se na delovno mesto prinesejo v papirni obliki, lahko tudi kot navodila predelavca. V sodobnih računalniško krmiljenih strojih – fleksibilnih obdelovalnih centrih pa je prenos podatkov na delovno mesto preko ustreznih mrežnih povezav. Danes je mogoče robote in stroje programirati tudi preko internetnih in internetnih povezav. Logistika informacij na delovnem mestu mora oskrbeti podatke za delovanje strojev kakor tudi posredovati podatke o stanju na stroju, stanju naročila in procesu samem. Podatki so pomembni tako za krmiljenje proizvodnje kot za vzdrževanje strojev ter naprav.

1.3.2 Logistični proces – primer materiala

V vsak proizvodni proces vstopa in izstopa material v različnih oblikah, dimenzijah, količini, kvaliteti in v določenem času. Material je lahko brez oblike, lahko je obdelovanec, varjenec, polizdelek, podsestav, sestavni del, izdelek, odpadki in podobno. Da lahko proces na določenem proizvodnem sistemu poteka nemoteno skrbi *logistični proces*. **Logistični proces** v proizvodnji sestavljajo aktivnosti, ki omogočijo premagovanje prostora in časa. Njihova naloga je po zaključenem procesu material prevzeti in ga neposredno ali preko skladišča prenesti do naslednjega procesa. Logističen proces bodo vse aktivnosti med dvema tehnološkima procesoma in je tako del proizvodnega procesa.

Osnovna funkcija logističnih sistemov je premagovanje časa in prostora oziroma časovne in prostorske spremembe dobrin. S tem so pogosto povezane tudi spremembe količine in vrste dobrin ter informacije o vrsti, stanju in količini dobrin. Te funkcije bodo realizirane z osnovnimi logističnimi aktivnostmi kot so *transportiranje*, *pretovarjanje* oziroma *strega* in *skladiščenje* ter sekundarnimi ali podpornimi logističnimi procesi kot so pakiranje, komisioniranje in označevanje. K logističnim procesom pa spadajo še procesi obdelave naročil in procesi prenosa naročil.

Pri tem je pojem pretovarjanje zelo širok, pomeni lahko nalaganje dobrin v skladišče oziroma na police, nalaganje na palete, nalaganje na transportno sredstvo, kakor tudi zlaganje v zabojce pri komisioniranju oziroma oblikovanju naročila. Pri tem je pomembno prilagajanje dobrine transportnemu sredstvu, strežnim napravam, paletam, policam po količini in razporeditvi. S pakiranjem se dobrine pripravijo za transportiranje, pretovarjanje in skladiščenje. Z označevanjem se dodajo k dobrini ustrezne informacije, ki olajšajo logističen proces in omogočajo nadzorovanje procesa. S prenosom in obdelavo naročil se iz logističnega vidika nedoločene dobrine postanejo določene (primer: dne 22. marca je treba odpremiti 10 orodij. Dobrina iz logističnega vidika je slabo definirana, boljše: dne 22. marca je treba iz skladišča 12 pripraviti za odpremo 10 orodij z oznako 12K56 na paleti PR). Omenjene aktivnosti in procesi so naloge, ki jih je treba v okviru toka materiala in toka informacij oziroma logističnega procesa izvesti.

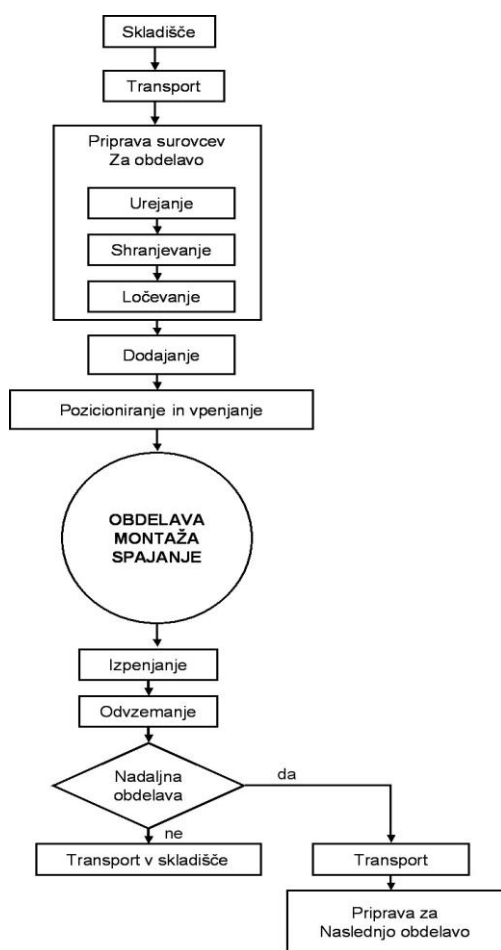
Tok materiala v proizvodnji je jasno opredeljen v priporočilih VDI 3300. Aktivnosti, ki so povezane s tokom materiala so razdeljene v tri skupine (slika 1.10):

- skladiščenje,
- transport,
- strega.

Skladičenje materiala pomeni hranjenje materiala na za to predvidenem prostoru v ustrezni kakovosti in količini. V proizvodnji material skladiščimo v različnih skladiščih kot na primer v vhodnem skladišču, vmesnem skladišču, skladišču materiala, skladišču polizdelkov in podobno. Ob zahtevi iz skladišča vzamemo ustrezno količino material in ga naložimo na transportno sredstvo.

Transport pomeni premikanje materiala med skladišči in delovnimi mesti oziroma med več delovnimi mesti. Pri tem material ne spreminja svoje oblike in ne lastnosti.

S pojmom strega so opredeljene vse aktivnosti, ki se odvijajo na delovnem mestu pred in po izdelovalnem procesu. Danes se s pojmom strega obravnava tudi transport materiala znotraj proizvodnega sistema.



Slika 1.10. Strega materiala po VDI 3300

Strežna opravila je mogoče razvrstiti v tri skupine:

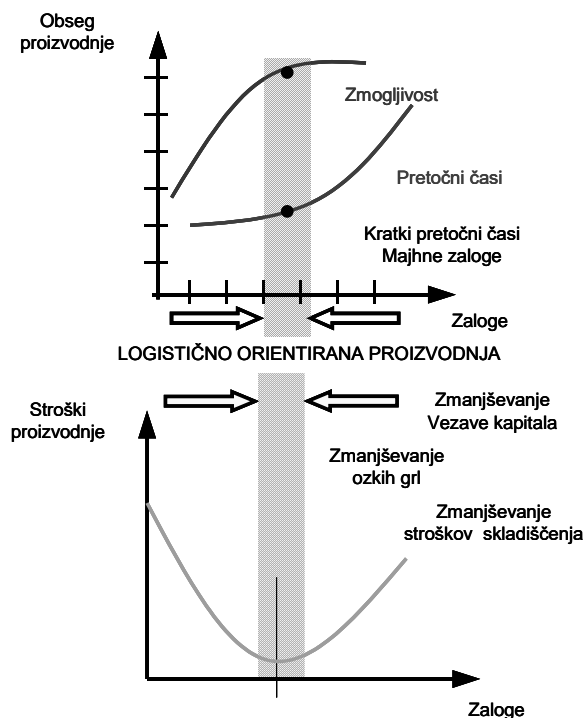
- pripravo obdelovancev
- menjavo pred in po obdelavi
- pripravo za naslednjo obdelavo

S strego skrbimo, da so obdelovanci v pravilnem položaju, v ustrezni količini, v ustreznem času na določenem mestu pripravljene za obdelavo in montažo. Te funkcije so: urejanje, dodajanje, odvzemanje, pozicioniranje, vpenjanje, ločevanje, vodenje, prenašanje itd.

1.3.3 Cilj logistike materiala

Material v podjetju prehaja skozi več faz – proizvodnih in montažnih procesov in operacij. Njihovo delovanje mora biti usklajeno in pravilno dimenzionirano, saj lahko le tako zagotovimo tekoč pretok materiala in čim večjo učinkovitost proizvodnje. Velike zaloge surovin in polizdelkov sicer omogočajo nemoteno proizvodnjo, premeščanje zastojev in izpadov ter s tem tekoče izhajanje gotovih izdelkov kakor tudi konstantno obremenitev proizvodnega procesa. Vendar pa nam to predstavlja tudi vezani kapital, mrtva sredstva, ki jih v danem trenutku ni mogoče investirati.

Z večanjem vmesnih zalog v proizvodnji se daljšajo pretočni časi. Z večanjem zalog se povečuje tudi učinkovitost oziroma zmogljivost proizvodnje vendar le do določene vrednosti. Če so vmesne zaloge premajhne je učinkovitost proizvodnje nizka, saj prihaja v proizvodnji pogosto do zastojev zaradi nepravočasne dobave materiala na posamezna delovna mesta ter s tem do ozkih grl v proizvodnji. Majhne zaloge zahtevajo natančno krmiljenje transporta in usklajeno izvajanje posameznih procesov, napake na enem stroju oziroma delovnem mestu povzročijo zastoje na drugih in s tem zmanjšanje učinkovitosti proizvodnega sistema, ki se rezultira v zmanjšani kapaciteti sistema in povečanih stroških proizvodnje. Pri določenem obsegu vmesnih zalog učinkovitost proizvodnega sistema več ne narašča. Dosežena je največja možna zmogljivost. Cilj logistično usmerjene proizvodnje je tako doseči največjo učinkovitost pri najmanjših vmesnih zalogah.



Slika 1.11. Cilji logistike

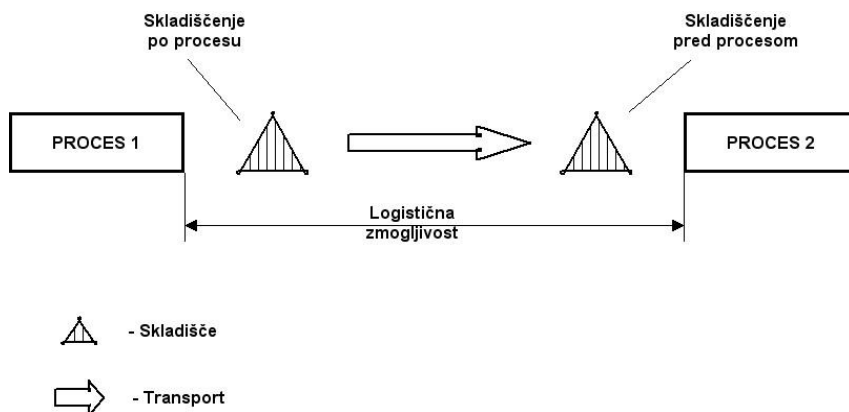
Stroški proizvodnje so pri majhnih zalogah v proizvodnji veliki prav zaradi zastojev in tudi zaradi premajhne kapacitete proizvodnje. Pri večjih zalogah pa stroški ponovno naraščajo, saj je delež kapitala v zalogah večji, večji so tudi stroški za skladišni prostor. Cilj logistično usmerjene proizvodnje je tako doseženo največji učinek in optimalne stroške proizvodnje.

Z logistično krmiljenim pretokom materiala, se zastoji v proizvodnji zmanjšujejo in skrajšajo se časi pretoka, stroški se znižujejo in kapital lahko investiramo v nova proizvodna sredstva. Na ta način se neenakomerne in ne natančne kapacitete strojev, nezanesljivi procesi in dolgi časi preurejanja zmanjšajo.

1.3.4 Logistična zmogljivost

Tok materiala je vedno opredeljen med dvema zalogama. Zaloge so presečišča in jih je mogoče opredeliti kot izvore in ponore. Sistem toka materiala ima kapaciteto skladiščenja/zaloge in glede na operacije še sposobnost oskrbe. Sposobnost oskrbe je določena z objekti, ki jih lahko v določenih časovnih intervalih premestimo z transportnim sistemom na določeni poti. Sposobnost oskrbe je definirana v odstotkih in pove kolikšen del objektov transporta je v določenem času s predvidenim transportnim sredstvom dosegel končni cilj.

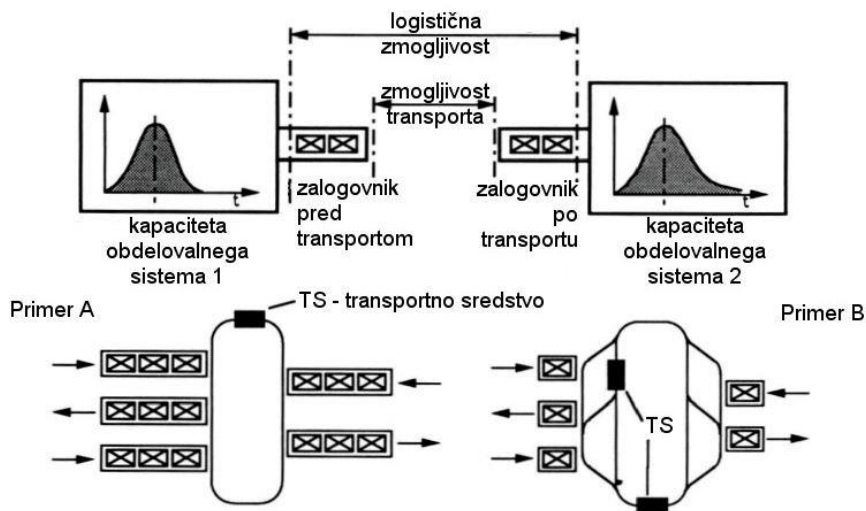
Logistična zmogljivost je opredeljena s tokom materiala med dvema povezanima izdelovalnima procesoma. Logistična zmogljivost bo takrat ustrezna, ko predhodni izdelovalni proces zaradi zaloge, ki nastaja za njim ne bo oviran in ko naslednji izdelovalni proces ne bo čutil pomanjkanja materiala.



Slika 1.12. Logistična zmogljivost v proizvodni logistiki

Logistična zmogljivost je definirana z zmogljivostjo transporta in kapaciteto vmesnih zalog pred transportom, po transportu ali na transportnem sredstvu (slika 1.12). To pomeni, če je zaloga po in pred procesom dovolj velika je zmogljivost transporta lahko majhna. Nasproti temu je lahko zaloga pred in po procesu majhna, kar zagotavlja tudi večjo fleksibilnost proizvodnje, če je transportna zmogljivost logističnega sistema velika. To zadnje se želi doseči v modernih proizvodnji.

$$\text{Logistična zmogljivost} = \text{zmogljivost transporta} + \text{kapaciteta zalogovnika}$$



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • majhna transportna zmogljivost • velika kapaciteta zalogovnika • dolg čas oskrbe | <ul style="list-style-type: none"> • velika učinkovitost transporta • majhne kapacitete zalogovnikov • kratek čas oskrbe |
|--|---|

Slika 1.13. Enaka logistična zmogljivost in različna sposobnost oskrbe

Logistična zmogljivost je opredeljena z vsoto zmogljivosti transporta in kapaciteto zalogovnikov pred in po procesu. Ugotoviti je mogoče, da je pri majhni kapaciteti transporta in veliki kapaciteti zalogovnikov čas oskrbe dolg, delež prepeljanih objektov v določenem času glede na vse objekte je majhen. Pri veliki kapaciteti transportnega sistema in majhnih zalogah je čas oskrbe kratek in sposobnost oskrbe je večja.

2 SKLADIŠČENJE IN SKLADIŠČA

Pojem skladiščenje oziroma shranjevanje človek pozna že zelo dolgo. Ko si je pripravil hrano za naslednji dan ali za zimo, si je ustvaril zalogo in jo shranil na primernem kraju. Shranjevanje zalog človeka spremlja povsod, doma, na potovanjih, v vojski in v službi. Za zalogo si je moral najti ustrezen prostor – skladišče, kjer se zaloga ni zgubila ali uničila. Iz skladišča je vzel hrano in druge dobrine, ki jih je shranil takrat in toliko kot jo je potreboval. Kmetje so v preteklosti shranjevali žito v kaščah, seno na senikih. V mestih so nastajala skladišča, posebna poslopja kot je na primer skladiščna hiša v Amsterdamu (slika 2.1). V Ljubljani so bila poznana Javna skladišča, danes so poznani sodobni distribucijski centri kot na primer Interspar na Letališki cesti.



Slika 2.1. Skladiščna hiša v Amsterdamu in kozolec za skladiščenje sena



Slika 2.2. Visoko regalno skladišče v podjetju KRKA z 12 000 mesti

V industrijski proizvodnji nastanejo zaloge materiala in drugih dobrin zaradi številnih vzrokov, ki so največkrat pogojeni z ekonomskimi kriteriji. Večina podjetij pa ima tako imenovana visoko regalna skladišča (slika 2.2).

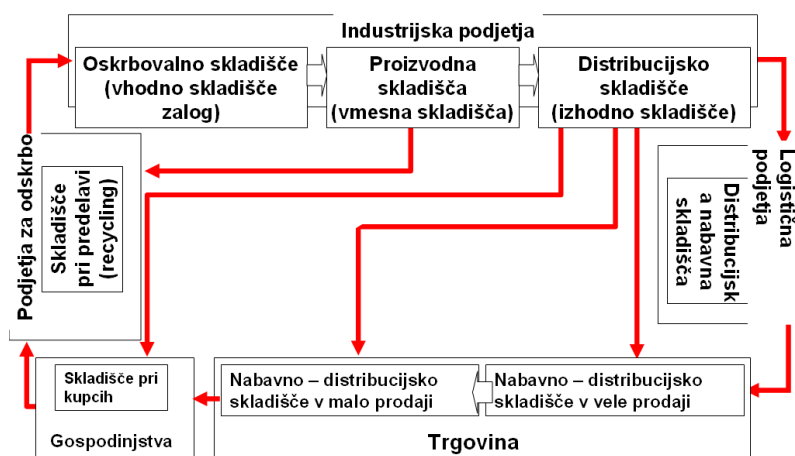
Kadar govorimo o skladiščenju kot delu logističnega procesa materiala moramo opredeliti kje nastajajo zaloge, predmete skladiščenja, velikost in vrste zalog ali količino skladiščenih predmetov, skladišča kot prostor in sistem za hranjenje zalog, upravljanje z zalogami in skladiščenjem, spremljanje stanja materiala v skladiščih – informacijski sistem ter stroški skladiščenja.

2.1 Mesto nastanka zalog in vrste skladišč v življenjski dobi industrijskih izdelkov

Za materialni tok industrijskih izdelkov (bela tehnika, avtomobili, elektronika, računalniki pa tudi industrijsko pridelana hrana in obleke) je značilno, da se ustvarjajo zaloge na različnih mestih iz različnih razlogov.

Zaloge se tako ustvarjajo v (slika 2.3):

- industrijskih podjetjih
 - vhodno oziroma oskrbovalno skladišče za material, ki prihaja na skladišče od dobaviteljev in iz trgovske mreže, to so surovine, polizdelki, podsestavi, sestavni deli, standardni deli itd.
 - proizvodna skladišča – vmesna skladišča, skladišča orodij in rezervnih delov kjer se skladiščijo polizdelki izdelani v podjetju pred nadaljnjo obdelavo in montažo, delno sestavljeni izdelki iz predmontaže, rezervni deli za lastno vzdrževanje, orodja, pripomočki
 - distribucijska skladišča ali izhodno skladišče izdelki pripravljene za odhod, izdelki pred komisioniranjem (oblikovanjem naročila), naročila pred transportom
- logističnih podjetjih – to so samostojna podjetja, ki skladiščijo material različnih proizvajalcev taka skladišča si bila javna skladišča ali logistični centri pri proizvodnih podjetjih, ki imajo več tovarno v državi in po svetu in v teh centrih zbirajo izdelke pred oblikovanjem naročil in odpošiljanjem neposredno kupcem ali veletrgovcem
- v trgovini – v trgovini se lahko oblikujejo zaloge pri
 - veletrgovcih ali trgovskih sistemih, kamor prihajajo izdelki od različnih dobaviteljev – proizvodnih podjetij v velikih in jih nato v manjših količinah posredujejo trgovinam, pogosto so to regionalni centri (primer Interspar na Letališki Ljubljani).
 - v maloprodaji – dnevne zaloge, mesečne zaloge, manjša naročila
- v gospodinjstvih (predvsem hrana).
- v podjetjih za odskrblo –odpadi, po demontaži, pred predelavo.



Slika 2.3. Mesto nastanka zalog v življenjski dobi industrijskih izdelkov

S prodajo po medmrežju je skladišč, ki so vezane na posamezne kupce oziroma potrošnike vedno manj. Kupci naročajo blago neposredno pri proizvajalcih in/ali pri veletrgovcih. V industrijskih podjetjih se zaloge manjšajo z JIT proizvodnjo in povezovanjem v dobaviteljske verige.

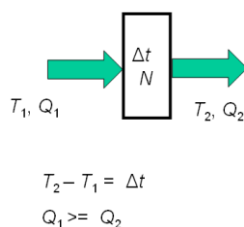
2.2 Zaloge in skladiščenje v industrijskih podjetjih

Skladiščenje je ena izmed aktivnosti logistike materiala in sredstev v podjetju, je torej del proizvodne logistike. V splošnem pomeni skladiščenje hranjenje *predmetov skladiščenja* - surovin (materiala), izdelkov, polizdelkov, odpadkov, orodij, pripomočkov, pisarniškega material, nosilniki informacij za proizvodnjo - v času ko čakajo na aktivnost - *obdelavo, uporabo, odpremo* (Tabela 1).

Tabela 1: Vrsta predmetov skladiščenja v industrijskem podjetju

<i>Vrsta</i>	<i>Opis</i>
surovine	surovine, ki čakajo na obdelavo - pločevina, palice, profili
polizdelki	polizdelki, ki so prišli od dobaviteljev, ali že obdelani – odkovki, odlitki, struženi in frezani deli, zvarjenci
podsestavi	delno sestavljeni izdelki v procesu montaže
končni izdelki	izdelani izdelki, pripravljeni za transport h kupcu
izmet in odpadki	polizdelki, podsestavi, izdelki, ki ne ustrezajo podanim specifikacijam, čakajo na popravilo, odpadki (ostružki), material, ki čaka na odvoz na odpad
orodja	rezalna in preoblikovalna orodja, vpenjalni pripomočki, merila, zaščitna sredstva, pripomočki za varjenje itd.
rezervni deli	rezervni deli za popravilo strojev in naprav v podjetju
pisarniški material	papir, formularji, vse kar se uporablja v pisarnah v konstrukciji in tehnologiji
dokumentacija	poročila o vzdrževanju, tehnološki postopki, računalniški izpisi, podatki o izdelkih

Zaloga je tako določena količina predmetov skladiščenja shranjena za določen čas. Zaloge tako nastanejo, če se vhodni tok predmetov skladiščenja Q_1 časovno in/ali količinsko razlikuje od izhodnega toka Q_2 (slika 2.4). Pri tem je tok Q opredeljen kot število enot (kos, zaboj, litrov) na časovno enoto.



Slika 2.3. Čas mirovanja (Δt) količine enot (n) skladiščenja

Predmeti skladiščenja, ki pridejo v skladišče v času T_1 v količini Q_1 lahko zapustijo skladišče čez določen čas (Δt) v celoti ali samo delno.

Primer:

V skladišče prihaja 500 kos izdelka na uro. Koliko časa se mora nabirati v skladišču, da bo mogoče napolniti tovornjak s 50 paletami in je na vsaki paleti 1200 kos. Koliko kosov se nabere v tem času.

Zaloge pa služijo tudi kot blažilniki med transportom, proizvodnjo in prodajo in omogočajo neprekinjenost nabave, proizvodnje in prodaje izdelkov pa tudi neprekinjenost samega transporta. Zaloge postanejo nepotrebne s popolno sinhronizacijo vhodnih in izhodnih tokov. Ustvarjanje zalog pojmuje tudi, kot prekinitev toka materiala in je tako nezaželeno. Vendar pa je skladiščenje – ustvarjanje zalog, tudi potrebno zaradi številni razlogov, med njimi nemotena proizvodnja, zmanjšanje stroškov proizvodnje, ustvarjanje dobičkov.

V proizvodnih podjetjih zaloge nastajajo na vstopu materiala v proizvodnjo, med proizvodnim procesom in na koncu procesa pri izhodu iz podjetja.

2.2.1 Razlogi za nastanek zalog in potreb po skladiščenju – v oskrbovalnem skladišču

- Izkoriščanje velikosti naročila pri nakupu, transportu ali proizvodnji (popusti pri nakupu večjih količin, cenejši transport na kos, ugodnejši stroški transporta pri distribuciji, večje serije in obseg proizvodnje, stroški zalog se pokrivajo z zmanjšanjem stroškov za preurejanje proizvodnje).
- Izravnavanje razlik med ponudbo in povpraševanjem (sezonsko povpraševanje, enakomerna porazdelitev obremenitev v proizvodnji).
- Zaloge nastanejo zaradi delitve dela oziroma specializacije (dobavitelji v avtomobilski industriji, nakupi standardnih delov za montažo).
- Zaradi pričakovanja višjih dobičkov (nakup po nizkih cenah).
- Zaščita pred neznanim (če podjetje ni sposobno natančno napovedovati prodaje).
- Varnostne zaloge za nepredvidena nihanja, ki niso odvisna od proizvodnega procesa (stavka železničarjev).

2.2.2 Zaloge v proizvodnem procesu

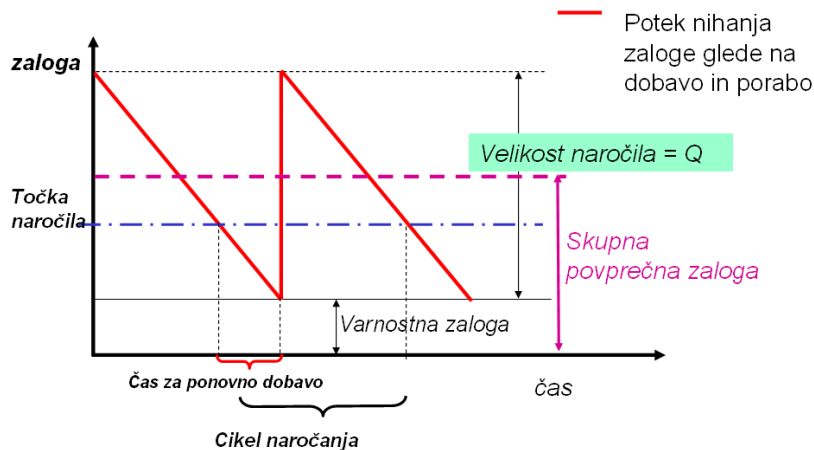
- Zaloge nedokončanih izdelkov (material v procesu proizvodnje zaradi neenakomernosti zmogljivosti strojev ali oddelkov, pogosto imenovane medfazne zaloge). Zaloge v proizvodnji s funkcijo izravnave kapacitet izdelovalnih enot (povezovanje dveh ali več montažnih mest in vmesne zaloge ali povezovalne zaloge).
- Zaloge v proizvodnji s funkcijo urejanja, spremembe zaporedja (primer barvanja, serije so drugačne kot pri predhodnem procesu).
- Varnostne zaloge zaradi motenj v proizvodnji med delovnimi mesti (s tem so motnje krajevno omejene).

2.2.3 Zaloge v distribucijskem skladišču

- Zaloge gotovih izdelkov (odpošiljanje je enkrat na dan, enkrat na teden).
- Proizvodnja pa je v treh izmenah, vsak dan.
- Dnevna, tedenska mesečna nihanja.
- Čakanje na transport - vlak).
- Zaloge pred komisioniranjem (oblikovanjem naročila).
- Nепrodani izdelki

2.3 Naročanje in zaloge

Naročanje in velikost zalog je odvisna od številnih vplivnih veličin, med njimi neovirana proizvodnja, čim nižji stroški proizvodnje ter dobički, ki jih v podjetju želimo ustvariti. Neposredno na način in velikost naročila vplivajo tako imenovane operacijske zaloge. Na samo zalogo v skladišču in tudi na dimenzioniranje skladišča pa še delež varnostne zaloge (slika 2.4).



Slika 2.4. Vrste zalog in naročanje

Operacijsko zaloga je količina dobrin, ki je potrebne za nemoteno izvajanje procesa oziroma operacij v določenem času. Je tudi osnova za določitev točke naročanja in se določi na osnovi števila enot materiala p potrebnih za izvajanje procesa v časovni enoti \check{c} . Za izvedbo naročila to je za obdelavo naročila pri dobavitelju, za transport in sprejem ter kontrolo izdelkov je potreben čas. Tudi pred delovnimi mesti si je treba ustvariti nekaj zaloge, če je oskrba delovnih mest v določenem času (taktu, na primer vsako uro ali vsaki dve uri)

Operacijsko zalogo in s tem točko naročanja, je tako mogoče izračunati po enačbi:

$$z = p \times \check{c}$$

kjer je:

z - zaloga v številu kosov, metrih materiala, kg, litrih

p - potreben material v časovni enoti,

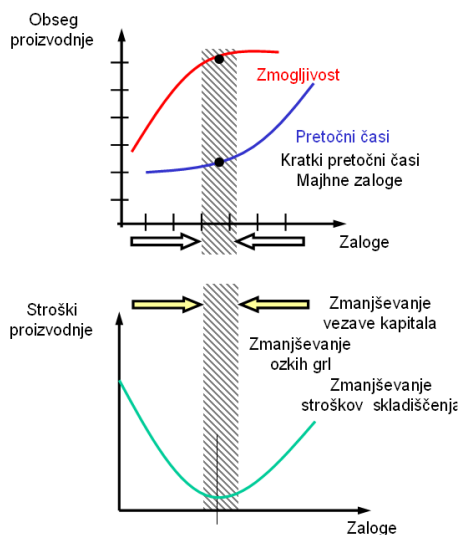
\check{c} - število časovnih enot, potrebnih za vse operacije za dobavo.

Primer 1: Podjetje obdela 2500 polizdelkov na teden, za izvedbo dobave sta potrebna dva tedna. Točka naročanja je, ko imamo na zalogi še 5000 kosov.

Primer 2: Takt montaže je 5 sek, na minuto vgradimo 12 sestavnih delov in na uro 720 sestavnih delov. Montažno linijo oskrbujemo vsaki 2 uri. Pripeljati moramo 2880 sestavnih delov. Če je na paleti 49 sestavnih delov pripeljemo najmanj 59 palet.

Velikost naročila Q pa je odvisna od strategije naročanja, načina oskrbovanja, stroškov proizvodnje, zelenih pretočnih časov, učinkovitosti proizvodnje, tržnih razmer itd.

Zaloga predmetov v skladiščanju se spreminja s časom, pada od največje zaloge. Pri skladiščanju različnih predmetov so le-ti v različnih fazah, tako so nekateri pravkar prispeli in drugih smo porabili že do kritične točke naročanja. Za dimenzioniranje skladišč je merodajna skupna povprečna zaloga, to je varnostna zaloga in polovična velikost naročila (slika 2.4). Podjetja imajo za vodenje zalog posebne sisteme, na osnovi katerih se odločajo za velikost naročil, frekvenco naročil, velikost zalog in čase naročanja.



Slika 2.5. Povezava med obsegom in stroški proizvodnje ter zalogami materiala

Raziskave kažejo, da se z večanjem zalog večja zmogljivost proizvodnje, daljšajo pa se pretočni časi. Stroški proizvodnje z večanjem najprej padajo in se z nadaljnjim večanje povečujejo. Pri načrtovanju zalog iščemo optimalno razmerje med obsegom proizvodnje - zmogljivostjo, pretočnimi časi in stroški. Naloga dobrega planiranja je zmanjšanje stroškov, vezave kapitala, zmanjševanje ozkih grl in zmanjševanje stroškov skladiščenja.

Podjetja želijo imeti sistem pravočasnih zalog, imeti blago prav takrat ko ga potrebujejo. Trenutno imajo še vedno veliko »zaloge za vsak primer«. Podjetja vedo, da morajo zagotoviti organizacijskim enotam ustrezno blago. Običajno se ne ve kdaj in koliko blaga bodo te enote potrebovale. Zato je na zalogi vedno prevelika količina blaga, ponavadi še tistega, ki ga nihče ne bo potreboval. (zaloge blaga informacij (značilno za inženirje). Želijo ustvariti boljše orodja za upravljanje zalog. V resnici pa bi podjetje moralo skrbeti za to, da se zalog znebi. Zaloge so zaradi negotovosti. Odpraviti je torej treba negotovost. Organizacija lahko negotovost odpravi tako, da dobavitelji in odjemalci načrtujejo skupaj svoje delo. To vodi k ustreznim dobaviteljskim verigam.

2.4 Skladišča in skladiščni sistemi

Skladišče je vsak prostor ki hrani zaloge.

Glede na mesto skladišča v procesu obdelave in logističen proces jih delimo v:

- Oskrbovalno
- Proizvodno
- Distribucijsko

Glede na vrsto materiala poznamo:

- Skladišča materiala
- Skladišča orodij in sredstev
- Skladišča dokumentacije.

Glede na stopnjo izdelave:

- Skladišča surovin
- Skladišča polizdelkov
- Skladišča izdelkov

Glede na pomen v podjetju:

- Glavno skladišče ali centralno skladišče, kjer skladiščimo surovine, polizdelke in končne izdelke, ki gredo v prodajo.
- Vmesno skladišče je skladišče polizdelkov, ki so nastali v lastni tovarni.
- Pomožno skladišče oddelkih, kjer čaka material in obdelovanci na naslednjo obdelavo

Glede na stopnjo avtomatizacije:

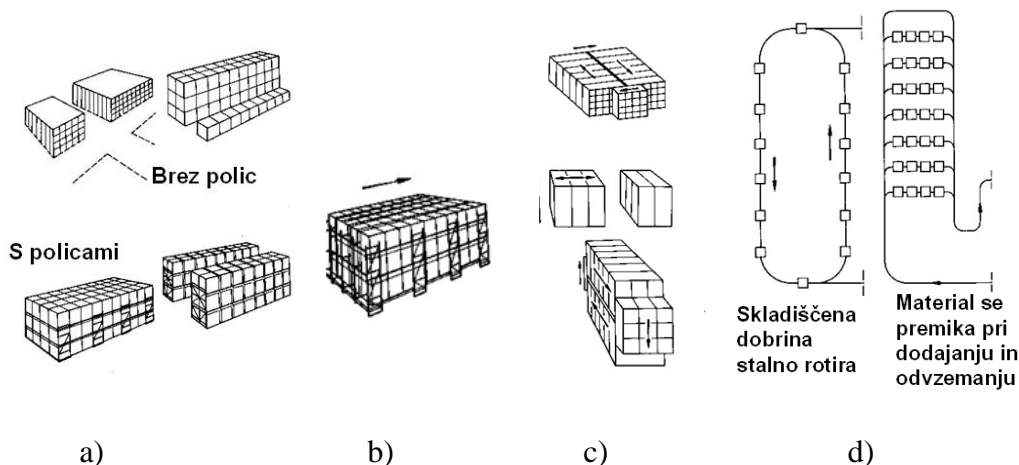
- Ročna
- Avtomatizirana

Glede na način skladiščenja in konstrukcijsko izvedbo:

- Eno nivojska površinska zunanja/notranja
- Trakovi, drče, magazini
- Več nivojska - nizka in visoka regalna, premična, mirujoča
- Verižna - karuselna, rolojna;
- Omare, mize.

Glede na način gibanja:

- Statična (predmeti mirujejo med čakanjem, mesta kjer ležijo predmeti mirujejo)
- Dinamična (predmete se gibljejo, gibljejo se deli skladišča in tako premikajo skupaj predmete).



Slika 2.6. Delitev skladišč glede na način gibanja,

- statična skladišča, material na miruje, material se dodaja in odvzema na istem mestu
- dinamično skladišče, kjer se material dodaja na eni strani in odvzema na drugi strani, potuje v smeri puščice (regalna skladišča s paletami in valjčnimi progami).
- dinamična skladišča, kjer se deli skladišča premikajo skupaj z materialom, gibanje je lahko v horizontalni smeri ali v vertikalni smeri. Premik se izvrši pri odvzemanju in dodajanju v skladišče (skladiščne omare, rolojna skladišča).
- material stalno potuje, kroži in po potrebi se izskladišči ali pa se stalno pomika proti mestu odvzemanja (trakovi, viseče proge).

2.4.1 Vplivne veličine pri načrtovanju in izbiri skladišč

Pri načrtovanju skladišč moramo uskladiti dva nasprotujoči zahtevi:

- Omogočanje neovirane in usklajene obdelave oziroma montaže (brez motenj)
- Zagotovitev minimalne količine materiala v kroženju v podjetju

Pri tem je treba upoštevati, da naj so vlaganja v skladišča in stroški skladiščenja čim nižji.

Vplivne veličine za načrtovanje skladiščnih sistemov so:

- Predmeti skladiščenja (oblika, dimenzije, material, masa, občutljivost, možnost kopičenja in zlaganja, lomljivost, potreba po zaščiti – temperatura, čist zrak),
- Število enot predmetov skladiščenja, velikost zaloge – kapaciteta,
- Pogostnost skladiščenja, frekvenca skladiščenja - propustnost, izkoriščenost
- Način povezovanja s transportom in s proizvodnjo, z dobavitelji in kupci
- Stroški skladiščenja in stroški investicije - zanesljivost, razpoložljivost vplivata na stroške.

Pri načrtovanju je tako treba določiti:

- Izvedba skladišča (vrsta, velikost – površina, višina, volumen, nosilnost, dostopnost do skladiščnih mest, opremljenost pomožna sredstva)
- Organizacijo skladišča (način sprejemanje in izdajanja predmetov, način shranjevanja in iskanja, zaporedje odlaganja, kontrola, fleksibilnost)
- Urejenost skladišča, mesta odlaganja, gibanje, način skladiščenja
- Položaj v tlorisu podjetju čim krajše transportne poti.
- Integracija skladišča v poslovanje podjetja.

Pri tem so naslednji pojmi:

- Kapaciteta skladišča - maksimalno število posamičnih enot, ki jih želimo skladiščiti. Določena je z velikostjo skladišča relativno glede na velikost enot v skladišču.
- Prepustnost sistema - je definiran kot število enot ali obremenitev na uro, ki jih prvič lahko sistem sprejme in skladišči in drugič koliko enot lahko poišče in izskladišči.
- Razpoložljivost - je definirana kot delež časa, ko je sistem v uporabi glede na čas ko je sistem razpoložljiv.
- Zanesljivost sistema - je opredeljena z verjetnostjo, da je skladišče ali sistem sposoben delovati brez zastojev.

Na *velikost skladišča* vplivajo: vrsta predmeta skladiščenja, njegove dimenzije in oblika, način spravljanja, v zabojih na paletah, način nalaganja (grmadenje), strega v skladišču, velikost naročila oziroma zalog.

Lokacija skladišča - lokacija v in izven podjetja. Lokacija v podjetju je odvisna od vrste skladišča, velikosti podjetja, tehnološkega procesa, dostopa transportnih sredstev.

Oprema in struktura skladišča: stavba, prostor, poti, police, zaboji, palete, transportni vozički, roboti, dodatno mesto odjemno mesto, računalniki, krmilje, senzorji, kartice.

Organiziranost: organizirati je treba aktivnosti prevzema predmetov skladiščenja, njihovo uskladiščenje, obdelavo naročil in odpremo predmetov skladiščenja.

Delavci v skladišču: naloge, organiziranost, število, izobrazba (varnost, zanesljivost).

2.4.2 Skladiščenje na tleh

Talna skladišča na prostem (dvoriščna skladišča, skladišča pod napuščem) in skladišča na hodnikih, za vse materiale, ki so v razsipnem stanju, premog, surovo železo in kosovni material, kovani in liti predmeti, kovinske plošče, palice in profili, kablji žice; pod napušči in na hodnikih pa izdelke na paletah in v zabojih. Material je v enem ali več nivojih.

Pri načrtovanju upoštevamo: vrsto materiala, zaščito materiala, razmestitev in izgradnjo lokacijo v povezavi s transportom, dostopnost viličarjev, tovornjakov, razmestitev znotraj dvorišča, izgradnjo površin dvorišnega skladišča.



Slika 2.7. Zunanje skladišče lesa

Odlagalna mesta v proizvodnji ob strojih ali med oddelki. Material, polizdelki in izdelki so odloženi za določen čas. Običajno so zarisane meje odlaganja, dostopnost z viličarji in transportnimi napravami.

2.4.3 Premična več nivojska skladišča

V to skupino spadajo skladiščne omare in regalna pomična skladišča.



Slika 2.8. Premične omare



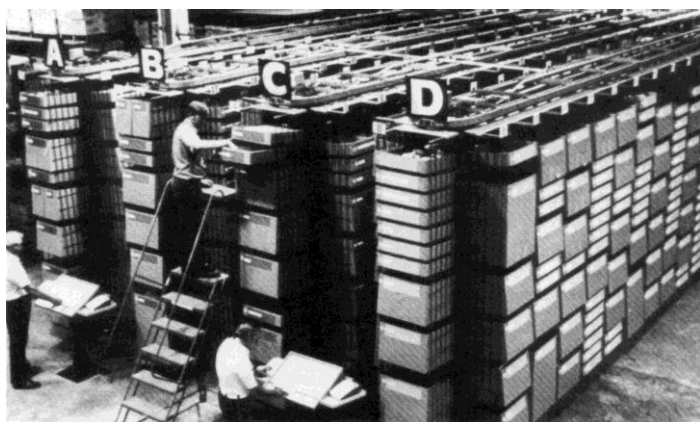
Slika 2.9. Premične police, regalna več nivojska skladišča

Značilnost skladišč je dostopnost z obeh strani polic in regalov, izkoriščenost prostora, velika varnost skladiščenih predmetov, če so zahtevani posebni pogoji kot so temperatura in čistost. Vendar je skupna masa omejena, še posebno če je premikanje ročno. Premične police se premikajo na tirnicah v tleh ali na stropu. Izbrali bi jih tam kjer imamo malo prostora.

2.4.4 Verižna skladišča

Verižna skladišča sestavlja verižni transporter, ki se giblje v horizontalni smeri – karuselna skladišča ali v vertikalni smeri – rolojna skladišča. Na pomični nosilni verigi so pritrjene škatle, košare ali police na katerih so shranjeni predmeti, ki jih delavci ročno nalagajo in jemljejo iz nosilnikov (slika 2.10 in 5.12).

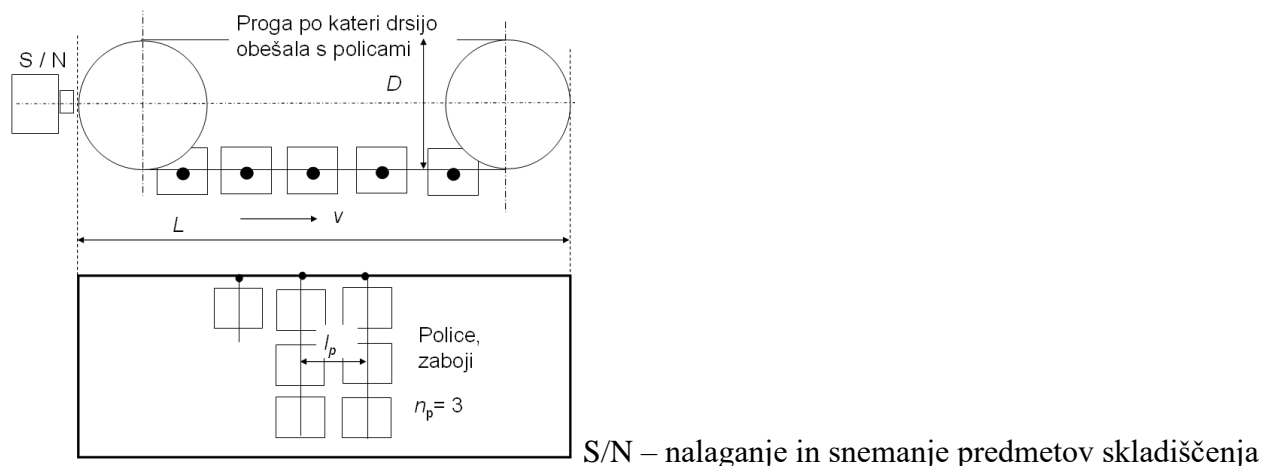
Horizontalno karuselno skladišče je prikazano na sliki 5.10 in je sestavljeno iz več ovalnih enot, kjer je nosilna veriga vodena na zgornji strani kovinske konstrukcije in je po višini obešenih več polic oziroma zabojčkov. To so v principu mehанизirana skladišča, z ročnim nalaganjem in jemanjem ter avtomatičnim iskanjem police, kjer so shranjeni želeni predmeti. Dolžine karuselnih skladišč so med 2 in 20 m, višina pa je med 2 in 3 m. Z dolžino se sicer večja kapaciteta skladišča vendar se daljšajo časi iskanja in s tem propustnost sistema.



Slika 2.10. Karuselno skladišče

Sodobna karuselna skladišča je mogoče tudi avtomatizirati, krmiljenje je elektronsko in nalaganje ter jemanje je lahko robotizirano.

Velikost in kapaciteto skladišča je mogoče določiti na osnovi podane zgradbe skladišča (slika 2.11).



Slika 2.11. Skica karuselne enote skladišča

Pri tem je:

l_p – razdalja med obešali, n_o – število obešal, n_p – število polic na obešalu, L – dolžina in D – širina karusla, T_r – čas snemanja in nalaganja - rokovanja, v – hitrost gibanja

$C = n_o \times l_p$ – obseg karusla,

Obseg karusla pa je tudi enak

$$C = 2L - D + \pi D$$

Skupno število košar oziroma zabojčkov je: $n = n_o \times n_p$

Čas za nalaganje in jemanje je mogoče izračunati glede na način gibanja. Karusel se lahko giblje samo v eno smer ali v obe smeri v hitrostjo v . Na čas pa vpliva še način izbiranja mesta nalaganja, ki je lahko naključno ali točno določeno.

Pri gibanju v eno smer je povprečna razdalja gibanja $L_p = 0,5 \times C$ in čas za celotno operacijo nalaganja ali jemanja:

$$T = 0,5C/v + T_r$$

Pri gibanju v obe smeri pa je čas operacije:

$$T = 0,25 C/v + T_r$$

Karuselna skladišča imajo dobro propustnost.

Primer: koliko časa mora čakati petdeseti obiskovalec v vrsti Cankarjevega doma na plašč? Dolžina obešala za plašče je 3,5 m, širina karusla je 1,5 m. Čas za iskanje in oddajo plašča je 4,5s. Karusel se giblje samo v eno smer. Opišite proces dela hostese pri izdajanju plaščev.

Podobno delujejo tudi skladišča z vertikalnim gibanjem, pogosto imenovana rolojna skladišča. Pogon in način določitve sta enaka. Pri rolojnih skladiščih so nosilniki police, na katerih so predmeti naloženi neposredno na police ali v zabojčkih. Police brez zabojčkov so razdeljene v predale, tako, da se predmeti ne pomešajo. Rolojna skladišča so največkrat grajena kot omare širine l m do nekaj m in višine do stropa ali v več nadstropjih. Prednosti so dobra izkoriščenost skladiščnega prostora, dobra dostopnost pri nalaganju in jemanju, dober pregled nad skladiščenimi predmeti, varna - možnost zapiranja, mogoča je tudi avtomatizacija. Hitro je mogoče spreminjati vsebino in mesto odlaganja.



Slika 2.12. Rolojna skladišča

Avtomatizacija omogoča računalniški nadzor in avtomatično spremljanje nalaganje in odzemanja z računalniško kamero in uporabo črtne kode. Rolojna skladišča so primerna za manjše izdelke, orodja, za shranjevanje zdravil, dokumentacije in podobno.

2.4.5 Regalna skladišča

Proizvodna podjetja najpogosteje uporabljajo regala skladišča za skladiščenje materiala, surovin, polizdelkov in izdelkov. So zgrajena iz velikega števila polic, ki so med seboj ločene s hodniki. Če so predmeti naloženi posamično na police, na paletah, ali v zabojih in mirujejo so to statična skladišča in dinamična skladišča, če so predmeti naloženi na palete ali v zaboje ter se premikajo. Dinamična skladišča imajo lahko združenih več polic in tako bolje izkoristijo skladiščni prostor, vendar predmeti skladiščenja pa niso vedno takoj dostopni.

Regalna skladišča do višine 7 m so nizko regalna in visoka regalna skladišča presegajo višine 7 metrov tudi do 30 m oziroma do 45 m.



Slika 2.13. Nizko regalna statična skladišča



Slika 2.13. Dinamično nizko regalno skladišče (JUB-u, Dol pri Ljubljani IBL)

Prvo visoko regalno skladišče bilo zgrajeno (po podatkih podjetja Simens iz Nmečije) letu 1962 v Nemčiji DEMAG za podjetje Bartelsmann – knjigarna – spletna knjigarna. Takrat so tako skladišče imenovali knjižni silos in v njem je bilo skladiščenih 5-7 milijonov knjig na 4500 paletah. Višina skladišča je bila 20 m. Leta 1980 so zgradili novo skladišče za istega kupca kjer je bilo uskladiščenih 60.000 palet za knjige.

Nadaljnji razvoj je bil mogoč zaradi računalniško vodenega skladiščenja, krmiljenja in nadzora, kakor tudi zaradi razvoja robotov – strežnih naprav, ki se gibljejo s hitrostjo 6 m/s in dosegaajo do višino 46 m ali več. Značilnost gradnje visoko regalnih skladišč je prikazana na sliki 5.14. Najprej se postavijo regali in nato zunanje stene.

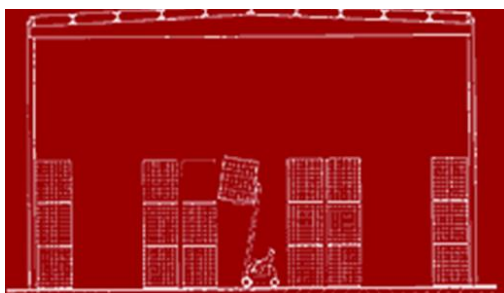


Slika 2.14. Gradnja visoko (80 m) regalnega skladišča

Regalna skladišča postavljajo: TRIMO Trebnje, IBL Ljubljana, Espro Ljubljana

2.4.5.1 Organizacija dela v regalnih skladiščih

Strega v skladiščih je lahko ročna ali avtomatizirana. Pri nizko regalnih skladiščih in skladiščih z majhno propustnostjo (številom uskladiščenih in izskadiščenih predmetov) je strega ročna. Skladiščnih predmete prevzame in jih z ustrežno transportno napravo prenese do mesta odlaganja in odloži. Transportne naprave so vozički in viličarji (slika 2.15).



Slika 2.15. Ročna strega v regalnem skladišču z viličarji

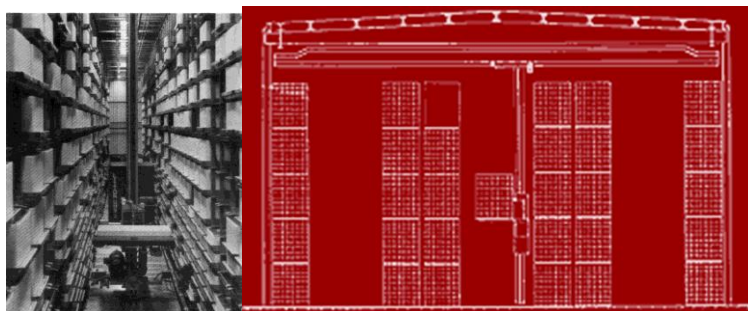
Investicija v ročni strežni sistem je manjša, v skladišču pa moramo zagotoviti dovolj prostora za gibanje – vožnjo, obračanje in rokovanje z viličarjem, zato so hodniki širši in skladiščni prostor je slabše izkoriščen. Tudi čas rokovanja je dolg. V kolikor ni avtomatiziranega nadzora nad skladiščenimi predmeti je iskanje zamudno in pogosto se zaboji in predmeti tudi izgubijo. Še posebno, če so oznake na skladiščnih predmetih nejasne in premalo vidne. Ker so predmeti skladiščeni na višini lahko pride tudi do nesreč in poškodb ljudi ali predmetov skladiščenja.

Pri avtomatizirani stregi se uporabljajo avtonomno vodeni viličarji oziroma tako imenovani mobilni roboti (slika 2.16), roboti na tirnicah in viseči oziroma portalni roboti (slika 2.17, 5.18).



Slika 2.16. Strega z avtomatično vodenimi viličarji – mobilnimi roboti.

Polnjenje in praznjenje sodobnega skladišča poteka s pomočjo visoko regalnega viličarja, ki omogoča dvig palete na višini 8,2 metra. Viličar je voden preko induktivne zanke, ki je vgrajena v tla skladišča (slika 2.16).



Slika 2.17. Strega v avtomatiziranih skladiščih z roboti na tirnicah



5.18. Stropna strežna naprava v avtomatiziranem skladišču.

2.4.5.2 Avtomatizirani regalni skladiščni sistemi

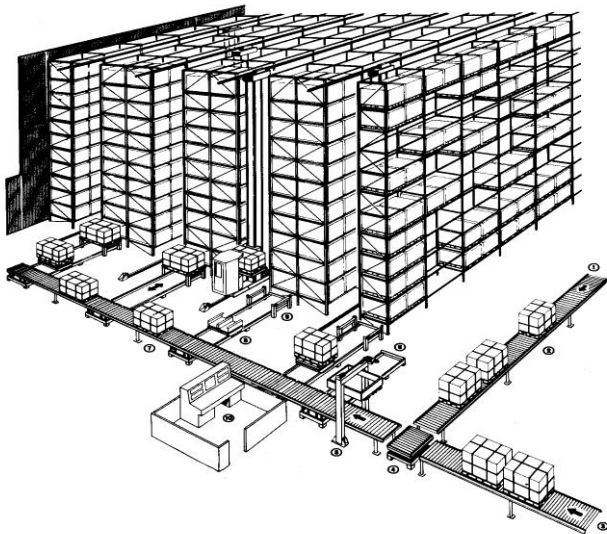
Z razvojem računalniško vodene proizvodnje so se tudi skladišča avtomatizirala. Kot avtomatizirane sisteme smatramo tiste, ki imajo samodejno prevzem in izdajo predmetov skladiščenja, samodejno nalaganje in iskanje in jemanje predmetov s polic. Avtomatizirati je mogoče karuselna, rolojna in regalna skladišča. AS so vedno načrtovana za določenega kupca in namen, so majhni in enostavni mehanizirani sistemi, ki so ročno krmiljeni ali zelo velikih računalniško krmiljeni sistemi, integrirani z informacijskim sistemom podjetja.

Razlogi za uvajanje avtomatiziranih skladišč so številni:

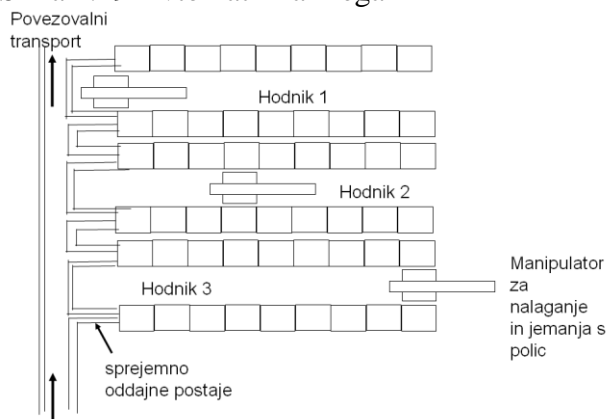
- Povečanje kapacitete skladišč.
- Povečanje izkoriščenosti tlorisa podjetja.
- Zmanjšanje skladiščnega prostora v korist obdelovalnih kapacitet.
- Povečanje varnosti in zmanjšanje kraje.
- Zmanjšanje obsega človeškega dela v skladiščih.
- Povečanje produktivnosti pri skladiščnih operacijah.
- Povečanje zanesljivosti in varnosti pri izvajanju skladiščnih operacij.
- Povečanje preglednosti o predmetih skladiščenja.
- Povečanje obračanja skladiščenih predmetov.
- Izboljšanje servisiranja strank.
-

ASS se sestoji iz vrste skladiščnih hodnikov, ki jih poslužuje en ali več skladiščno vračalnih enot – robotov ali manipulatorjev, običajno ena enota na hodnik. Hodniki imajo na obeh straneh več polic

ali odlagalnih mest za skladiščenje materiala. Skladiščno vračalne enote prinašajo material do mesta skladiščenja in jih tudi iz teh mest izskladiščijo.



Slika 2.19 Avtomatiziran regalni skladiščni sistem



Slika 2.20. Shematski prikaz enot avtomatičnega skladiščnega sistema - ASS

ASS ima eno ali več sprejemno oddajnih postaj, kjer material vstopa v skladišče in iz njega izstopa. Vstopno izstopne (sprejemno oddajne) postaje pogosto imenujejo Pick-and-deposit postaje (P&D). P&D postaje so lahko ročno posluževalni sistemi, kakor tudi sistem tračnega transporta ali sistem z avtomatičnimi vozički.

ASS za velika bremena - pri njih je običajno na eni paleti ali v zaboji samo ena enota. To je tipičen velik avtomatiziran skladiščni sistem za bremena skladiščena na paleta in ali drugih standardnih zabojih. Sistemi so običajno krmiljeni z računalnikom, in skladiščno snemalne enote so avtomatične za streglo z enotnimi paletami ali zaboji.

ASS za mala bremena - je sistem za mala bremena (posamezne kose ali sestvave) ki so spravljene v predalih v skladišču ali v zabojčkih. Skladiščno snemalna enota je konstruirana tako, da sname zabojčke in jih prinese do mesta izdajanja.

Avtomatični regalni skladiščni sistem je definiran kot kombinacija krmilja in enot ki lahko rokujejo, skladiščijo in izskladiščijo (vračajo material) z ustrezno natančnostjo, preciznostjo in hitrostjo pri določeni stopnji avtomatizacije.

Avtomatična skladišča predstavljajo za podjetje pomembno in veliko investicijo zato mora biti skladiščni sistem ekonomsko opravičen. Skladišča ocenjujemo po naslednjih kriterijih:

Kapaciteta skladišča - največje število posamičnih enot, ki jih želimo skladiščiti. Določena je z velikostjo skladišča relativno glede na velikost enot v skladišču. V popolnoma avtomatičnih skladiščih se dobrine skladiščijo v standardiziranih posodah - kontejnerjih (paletah, plastičnih ali kovinskih zabojih) Standardne zaboje je mogoče enostavneje streči, skladiščiti, transportirati, prijemat. Največja kapaciteta skladišča naj bo večja kot je trenuten obseg enot, ki jih skladiščimo. Ostati mora še dovolj praznega prostora za nepredvidene zaloge, prilagodljivost koliko -izkušnje.

Prepustnost sistema - je definirana kot število enot ali obremenitev na uro, ki jih prvič lahko sistem sprejme in skladišči in drugič koliko število enot, ki jih lahko poišče in izskladišči. Ti dve aktivnosti sta izvajani ločeno ali skupaj v enem delovnem ciklu. Skladišče mora biti dimenzionirano na maksimalno prepustnost, ki nastopi v delavniku. V veliko podjetjih je v določenih delih dneva potreba po aktivnostih vnašanja in izdajanja manjša, vendar mora biti skladišče dimenzionirano na največjo propustnost na uro. Prepustnost skladišča je definirana z operacijami, ki so potrebne za ta proces. Ta čas se sestoji iz časa, ki potreben za prijemanje oziroma nalaganje na vstopnem mestu, časa, ki je potreben za določitev mesta skladiščenja, potovanja do mesta skladiščenja, odlaganja na mestu skladiščenja in časa vračanja. Za izskladiščenje bo čas sestavljen iz časa za določitev mesta, kjer je skladiščena dobrina - enota, potovanja enote za transport do mesta skladiščenja, nalaganje, vračanje nazaj in razlaganja na izhodni postaji. V procedurah je seveda več možnosti, odvisno od vrste skladišča. V ročnih skladiščih pogosto ni pregleda o časih, ki so potrebni za izvajanje posameznih skladiščnih operacij in so kalkulacije nezanesljive. Avtomatična skladišča pa omogočajo vnaprejšnjo natančno kalkulacijo in tudi možnosti simulacije za optimiranje procesa skladiščenja in s tem optimiranja propustnosti skladišč. Prepustnost je pogosto omejena z lastnostmi materiala – predmetov skladiščenja in z neujemanjem transportnega sistema v tovarni in skladiščnega sistema, kakor tudi časovno neuskkljenostjo transporta v podjetju in skladišča.

Izkoriščenost sistema je definirana kot delež časa, ko je sistem v uporabi glede na čas ko je sistem razpoložljiv. Običajno niha skozi dan od ure do ure, smiselno je zgraditi sistem z visoko stopnjo izkoriščenosti, med 80 in 90%. Če je izkoriščenost prenizka je bilo skladišče predimenzionirano, pri previsoki izkoriščenosti je nevarnost, da pride do motenj v tistih delih dneva ko je povpraševanje večje, lahko pa tudi do izpada sistema.

Zanesljivost in razpoložljivost sistema je opredeljena s deležem časa, ko je skladišče ali sistem sposoben delovati, v primerjavi z normalnim urnikom dela. Napake na mehanskem in elektronskem sistemu povzročajo zaustavitev sistema. Razlogi so največkrat: računalniške napake, mehanski zlomi, zagozditve bremen v sistemu, nepravilno vzdrževanje, neustrezno ravnanje osebja oziroma operaterjev. Smiselno je zgraditi skladišče tako, da izpadi posameznih komponent ne pomenijo zaustavitve celotnega sistema. Zanesljivost sistem pa je mogoče izboljšati z dobrim preventivnim vzdrževanjem, in razpoložljivostjo rezervnih delov kritičnih komponent, še posebno programske opreme, kjer je smiselno imeti trenutne varnostne kopije stanja.

2.5 Ostale izvedbe skladišč

Police, stropni verižni transporterji, valjčni transporterji.

2.6 Sledenje predmetov skladiščenja in informacijski sistem

Sledljivost je zmožnost ugotoviti kje je in kaj se posamezno opazovano enoto dogaja oziroma kaj se je dogajalo pri skladiščenju, transportu in proizvodnji kakor tudi pri uporabi in odskrbni. Pri sledenju je tako treba zagotoviti povezavo med fizičnim tokom dobrin in tokom podatkov, ki se nanašajo na njih. To zahteva upravljanje zaporednih povezav med tem kaj je prejeta, izdelano, pakirano, hranjeno in odposlano preko celotne preskrbovalne verige.

Danes je sledljivost ključnega pomena zato so izdelki - dobrine označeni na način, ki omogoča sledljivost. Pri tem je potrebno poudariti, da samo označevanje še ne zagotavlja sledljivosti in je samo eden od členov, ki sledljivost omogočajo. Za zagotavljanje sledljivosti je poleg primernega označevanja potrebna tudi ustrezna informacijska podpora.

Sledljivost od točke do točke je najpogostejši način za zagotovitev sledljivosti. Ponavadi se izvaja na osnovi skupine izdelkov, za katere je značilna enaka transformacije, transporta in skladiščenja. Za sledenje in komunikacijo med udeleženci v oskrbovalni verigi so potrebni določeni podatki, ki so podani s standardom. Označba mora najmanj vsebovati globalno trgovinsko identifikacijsko številko – GTIN in številko serije in/ali enolično oznako logistične enote – SSCC. Za komunikacijo morajo biti zagotovljene jasne definicije in razlage, tako, da sodelujoči v oskrbovalni verigi lahko izmenjujejo podatke na preprost, zanesljiv in učinkovit način. Uporaba enotnega jezika in enotnih označitev je pri tem ključnega pomena. Če eden od partnerjev v celotni verigi ne more upravljati s temi povezavami se podatki izgubijo in s tem je prekinjena sledljivost.

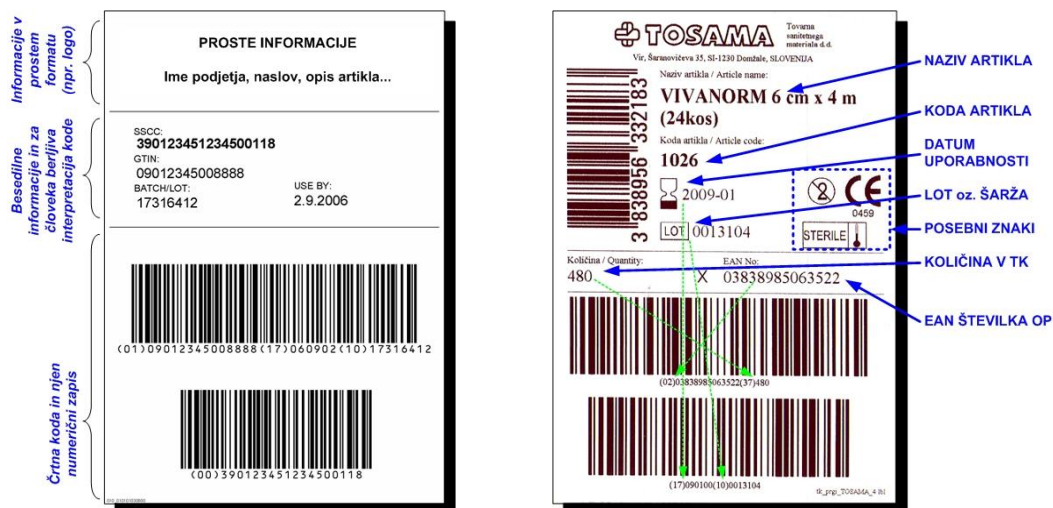
V skladiščih sledljivost zagotavlja pravilno upravljanje s skladiščenimi predmeti. Vsaka sledljivost se prične z označevanjem predmetov skladiščenja.

Označujemo zato, da bi lažje identificirali in sledili predmete skladiščenja in je dejavnost priprave blaga za transport. Namen označevanje je razpoznavanje predmetov skladiščenja, točno izskladiščenje in predajo prejemniku ter posredovanje pomembnih podatkov o predmetu.

Danes se za označevanje uporabljajo sodobni načini, ki omogočajo avtomatični prenos podatkov med predmetom skladiščenja in informacijskim sistemom. Označevanje za skladiščenje je z označevanjem za transport v logistični verigi.

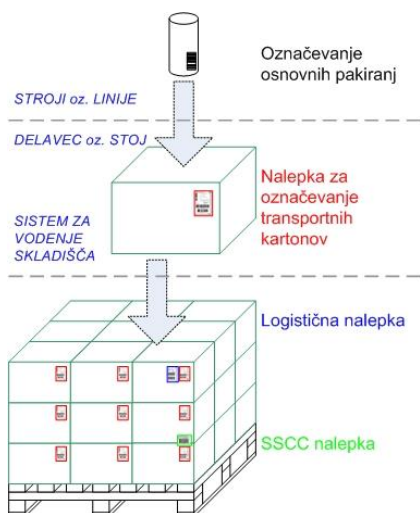
Predmeti skladiščenja so označeni z nalepkami ali enotami za označevanje. Poznamo nalepke s črtno kodo ali pametne nalepke, ki vključujejo tako imenovani tag – transponder ali odzivnik kot element radiofrekvenčnega identifikacijskega - RFID sistema. Tehnologija črtne koda je danes še primernejša, zaradi cene 0,3 cente in pametna nalepka cca 1-10 centov in tudi drugih slabosti. Vendar pričakujemo, da se bodo RFID sistemi s prednostmi, ki jih nudijo v prihodnosti več uporabljali.

Nalepke s črtnimi kodami (slika 2.21) imajo določeno zgradbo in vsebujejo informacije o podjetju, informacije, ki so potrebne za razpoznavanje vsebine in za informacijski sistem ter črtno kodo.



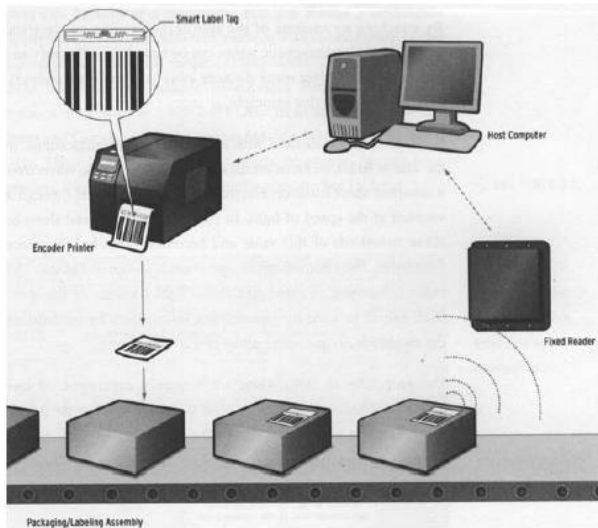
Slika 2.21. Zgradba nalepke s črtno kodo.

Nalepke so nameščene na embalažo posameznim predmetov skladiščenja, paleta, zaboj, vreče itd.



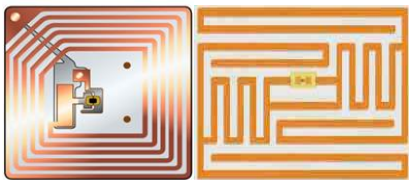
Slika 2.22. Sistem označevanja palete z več enotami.

RFID sistem za označevanje in sledenje se je intenzivneje pričel uporabljati v letu 1999, čeprav je sistem poznan že več kot 50 let. RFID je izraz za tehnologijo, ki uporablja radijske valove za avtomatično identifikacijo objektov. RFID – radio-frekvenčna identifikacija predmetov, je tehnologija, ki je v teoriji podobna tehnologiji bar kode. RFID sistem sestavljajo transponder, tag, odzivnik, reader-transceiver ali **oddajnik-sprejemnik** ter **sistem za obdelavo podatkov**.



Slika 2.23. Tipična zgradba RFID sistema

Nalepka (tag, transponder – angl.), je v osnovi integrirano vezje z vgrajeno anteno (slika 2.24), ki nosi informacije o predmetu skladiščenja. Njegova naloga je sprejeti signal od oddajnika in ga vrniti k sprejemniku. Najpogosteje je v mikročipu, ki je povezan z anteno (RFID tag - etiketi), spravljena serijska številka objekta, lahko pa so dodane še druge informacije. Etiketete so lahko pasivne in aktivne. Aktivni transponderji-tagi imajo lastno napajanje. Uporaba aktivnih tagov je omejena na primer na vlake ali tovornjake, kjer se informacije prenašajo v daljšem intervalu. Pasivni tagi, ki stanejo le nekaj centov, so primerni tam, kjer je potrebno veliko število označevanj, na primer za identifikacijo izdelkov, palet, kartonov in podobno. Napajanje dobijo od čitalnika.



Slika 2.24. Transponder, tag

Antena na nalepki prejme signal, ki ga pošlje RFID oddajnik in vrne signal, običajno z dodatnimi podatki, kot so serijska številka ali drugimi podatki o predmetu, ki je označen z etiketo. RFID tagi so lahko zelo majhni tudi v velikosti riževega zrna ali pa so veliki kot mala knjiga.

Oddajnik-sprejemnik (RFID reader, transceiver angl.) je naprava, ki ima nalogo povpraševati po informacijah na RFID etiketi. Oddajnik-sprejemnik ima anteno, ki oddaja radijske valove; RFID tag odgovarja tako, da vrača svoje podatke

Na razdaljo na kateri je mogoče odčitati podatke iz taga (območje branja) vplivajo tako frekvenca, ki se uporablja za identifikacijo kakor tudi občutljivost antene, usmerjenost in polarizacija anten na obeh straneh, na čitalniku in na transponderju, kakor tudi postavitve nalepke – transponderja na objektu – predmetu, ki ga je treba razpoznati. Pametna nalepka običajno nosi poleg črtne kode še tag (vezje in anteno), ki ga je treba programirati. Tagi so v obliki značk, nalepk, kartic ali priponk.

Osnova za razumevanje radio frekvenčno razpoznavanje predmetov je v razumevanje kako nastane radio frekvenčna komunikacija. Osnova je v prenos podatkov z elektromagnetnimi valovi. Nastanek specifičnih elektromagnetnih valov na izvoru je mogoče zaznati tudi na sprejemniku, ki je daleč od

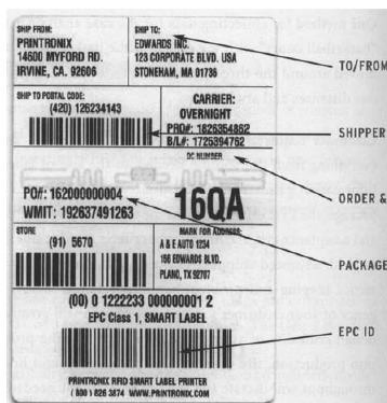
izvora in le-ta zazna ter razpozna informacije. V RFID sistemu oddajnik – tag, ki nosi podatke o predmetu generira signal, ki vključuje ustrezne informacije in jih RFID čitalnik sprejme. Te informacije čitalnik posreduje procesorju za obdelavo sprejetih informacij v določenem primeru.

Ko odzivnik - tag vstopi v območje dosega čitalnika, se preko radijskih valov omogoči prenos podatkov, ki so na njem zapisani. V kratkem času lahko čitalnik identificira večje število odzivnikov (tudi več 100 v sekundi). Na nosilcu (lahko se nosilec nahaja v telesu, lahko gre za predmet (nalepka, plastični nosilec, vrečka ipd.) je malo elektronsko vezje - RFID oznaka, ki nam omogoča identifikacijo (predmetov, ljudi, živali itd.).

RFID sistem je mogoče razvrstiti v tri skupine glede na frekvenčno območje, ki ga uporablja: najpogosteje se uporablja nizko frekvenčno področje (nizko frekvenčno območje z 125 - 134.2 kHz srednje cca 50 mHz in visoko frekvenčno področje z nekaj GHz).

Prednosti RFID pred črtno kodo: več podatkov, zahtevni pogoji, mraz umazanija prah, ni potrebno neposredno videti blaga, na daljavo, sledenje z GPS – globalnim pozicijskim sistemom.

Radijska identifikacija se je v tujini (predvsem v ZDA - Wal-Mart) že močno razširila. Trenutna cena t.i. oddajnih nalepk omogoča uporabo tehnologije na nivoju palete, torej je tehnologija zrela za uporabo v skladiščih. Toda v obdobju naslednjih nekaj let je predviden padec cen mikro oddajnikov na takšen nivo, da bodo tovrstne nalepkice lahko zamenjale črtno kodo v vseh maloprodajnih trgovinah. Upravljanje z informacijami, ki zajemajo trenutno stanje zalog v skladiščih, predstavlja danes velik pomen. Slednje pa RFID tehnologija zelo dobro omogoča.



Slika 2.25. Tipična oblika pametne nalepke – etikete za označevanje zabojnikov

Velika skladišča, ki delujejo po sistemu palet zloženih ena na drugo, z vpeljavo RFID tehnologije veliko pridobijo. RFID oddajne nalepke so nalepljene na samo paleto (lahko tudi na posamezni artikel znotraj palete), čitalniki tovrstnih nalepk pa so pravilno razporejeni po prostoru tako, da zaznajo nalepke v vsakem položaju. To je velika prednost pred uporabo črtno kodo, saj morajo biti črtno kodo vidne in fizično dostopne čitalnikom, medtem ko je lahko RFID nalepka vgrajena tudi v notranjosti embalaže. Tako je mogoče z RFID tehnologijo **slediti posamezni enoti znotraj palete**, medtem ko črtna koda omogoča sledenje le celi skupini izdelkov na nivoju palete. V skladišču je na ta način omogočeno trajno in uspešno vodenje **evidence zalog** v "**vsakem trenutku**".

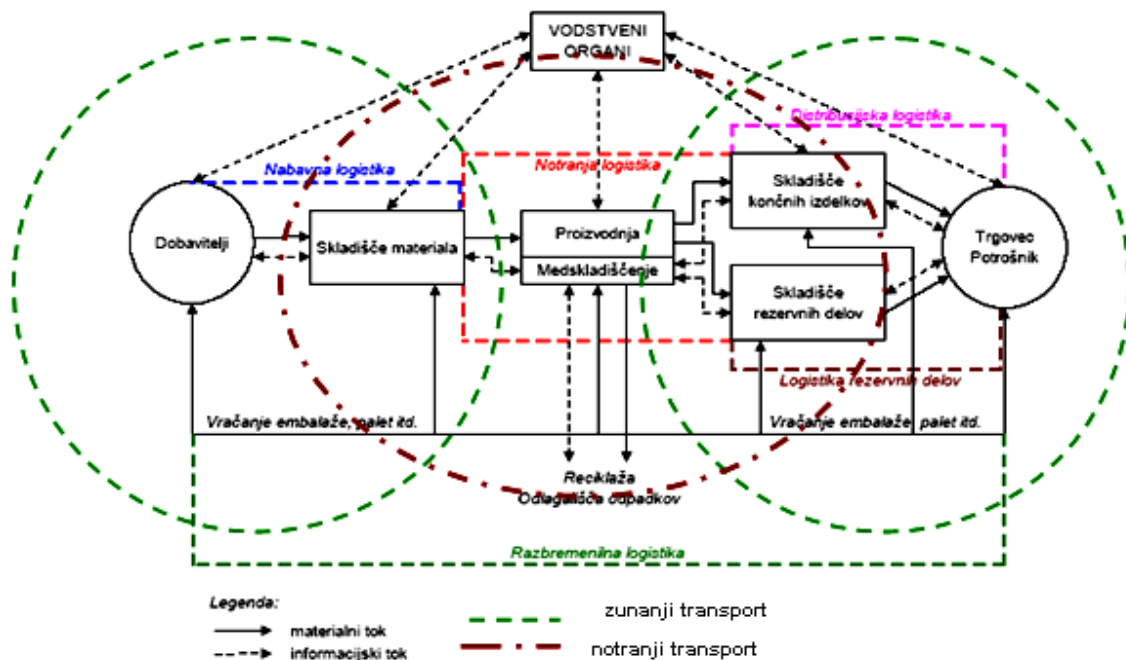
3 TRANSPORT V PROIZVODNI ORGANIZACIJI

Transport v proizvodnji – pomeni premagovanje prostora in časa v proizvodnem podjetju in je ena izmed logističnih aktivnosti podjetja (slika 1). Pomeni zavestno premikanje dobrin in oseb tako kot to zahteva proizvodni proces. Dobrine in ljudi se pri transportni aktivnosti ne porabijo in ne spremenijo svoje oblike.

Transport v proizvodni organizaciji se deli v *notranji* in *zunanji* transport (slika 3.1).

Notranji transport zajema premikanje blaga, surovin, polproizvodov, nedokončanih proizvodov, gotovih izdelkov in drugih dodatnih materialov znotraj podjetja. Vključuje torej transport v predelavi oziroma proizvodnji, skladišču, med predelavo in skladiščem, transport med proizvodno-predelovalnimi obrati in transport med skladišči znotraj podjetja.

Za podjetje je še pomemben *zunanji transport*. Osnovna naloga zunanjega transporta je pravočasen dovoz surovin, nedokončanih proizvodov, polproizvodov, sestavnih delov in drugih materialov ter odvoz gotovih proizvodov. Zunanji transport torej zajema prevoz surovin, polproizvodov, nedokončanih proizvodov, sestavnih delov in drugega blaga od mesta njihovega izvora oz. od dobavitelja do proizvodnje in prevoz od proizvajalca do skladišča odjemalca oz. do končnega uporabnika. K zunanjemu transportu štejemo tudi prevoz delovne sile.

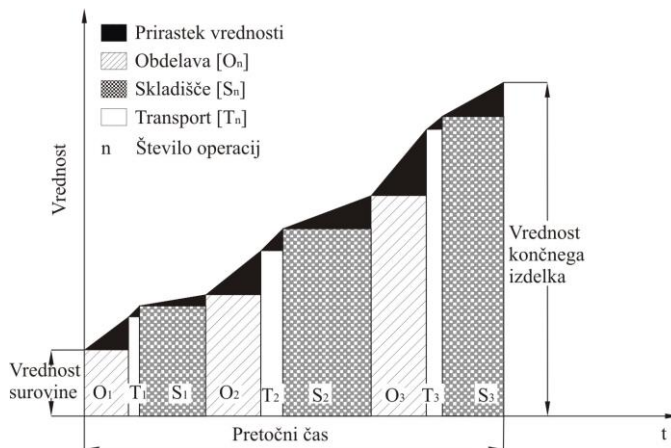


Slika 3.1. Logistični sistem proizvodnega podjetja, prirejeno po Požarju (1998, 8)

Tako kot ostale aktivnosti v podjetju je treba tudi transport *načrtovati, izvajati* in *krmiliti*.

Izvajanje in krmiljenje, pomeni izvajanje predvidenih aktivnosti transporta, kot so prevzemanje dobrin, premikanje dobrin med mestom prevzema, čakanje kot premagovanje časa, kontrola med

transportom ter predaja dobrin. Posamezne aktivnosti so spremljane preko ustreznega krmilnega sistema. Tako na primer viličarist dobi ukaz za transport od vodje proizvodnje, lahko dobi ukaz od delovnega mesta, ki je doseglo signalno zalogo in je to označeno le s kontrolnim znakom. V namen preglednega transporta so na več mestih podane kontrolne točke na način, ki informira krmilni sistem, kdaj je posamezna aktivnost proizvodnje izvedena, kdaj je izvedena posamezna aktivnost transporta in podobno.



Slika 3.2. Doprinos transporta k pretočnemu času in vrednosti izdelka.

Transport je tesno povezan s skladiščenjem ter skupaj s skladiščenjem tvori sistem za oskrbo materiala v proizvodnem podjetju oziroma zagotavlja materialni tok v proizvodnem podjetju. Kljub temu, da v procesu transporta in skladiščenja material ne spreminja svoje oblike se vrednost izdelka večja. Znatno pa prispeva tudi k daljšanju pretočnega časa (slika 3.2).

Za načrtovanje, izvajanje in krmiljenje je tako treba opredeliti elemente proizvodnega sistema:

- Transportirane dobrine
- Transportni proces
- Transportna sredstva
- Transportne poti
- Metode načrtovanja
- Identifikacijo dobrin v transportnem procesu
- Načine krmiljenja

3.1 Transportne dobrine

Pri načrtovanju procesa in transportnih sredstev, kakor tudi krmiljenja je treba definirati kaj bo treba transportirati, v kakšni obliki in koliko? V proizvodnem podjetju so transportirane dobrine:

- surovine
- polizdelki
- delno sestavljeni izdelki
- končni izdelki
- odpadki, izdelki za popravila, izmet
- sredstva (orodja, merilni inštrumenti, pripomočki, transportna sredstva skladiščna sredstva)
- rezervni deli za proizvodnjo

- pisarniški material
- dokumentacija

Vplivne veličine pri načrtovanju transporta so dobrine, ki jih je treba transportirati, premakniti in drugi pogoji premikanja dobrin.

Načrtovanje transporta materiala (surovine, polizdelki, delno sestavljeni izdelki, končni izdelki) v proizvodnji se vedno prične z analizo materiala, ki ga je treba premakniti, zato je treba poznati parametre dobrin, ki vplivajo na izbiro in izvedbo transportnega sistema. Ti parametri so:

- Fizična oblika materiala – tekočina, plin, trdni material
- Dimenzije (širina, dolžina, višina, volumen)
- Masa kosa, masa transportirane enote
- Geometrijska oblika (dolgi, okrogle, prizmatični)
- Občutljivost (lomljiv, krhek, tanek, tog)
- Možnost nalaganja, zlaganja
- Eksploziven, koroziven, strupen
- Temperatura, vlaga, umazanija, lepljivost
- Urejen, neurejen, v embalaži, brez embalaže

Druge vplivne veličine so povezana z načinom gibanja materiala, transportnimi sredstvi, proizvodnjo, načinom oskrbe delovnih in montažnih mest. Sem uvrščamo: skupno količino materiala, tok materiala na enoto časa, časovno zaporedje, faktor poti in druge veličine.

Količino materiala, ki jo želimo premakniti oziroma premikati – če je materiala veliko in ga je treba premikati stalno (transportiranje izdelkov skozi lakirnico) se izberejo namenski transportni sistemi, če je količina transportiranega materiala relativno malo si transportno sredstvo delijo druge dobrine.

S količino transportirane dobrine je povezan **tok materiala na enoto časa**, ki se podaja v številu kosov na uro, kosov na dan, ton na uro, m³ na dan.

Način premikanja z ozirom na čas, material se mora premikati kontinuirano, v seriji, kos po kos, kos v točno določenem času, nujnost premikanja, sezonsko premikanje (le nekaj mesecev – ostali čas čaka transportno sredstvo).

Faktor poti – vključuje dolžino poti oziroma razdalje in pogoje na celotni transportni poti. Če so ostali spremenljivke konstante se stroški transporta večajo z razdaljo. Pogoji na poti vključujejo temperaturo, prah, vlago, ali je pot samo znotraj stavbe ali tudi zunaj, če je pot v več nadstropjih, ali samo naravnost ali je na poti veliko ovinkov, stanje tal po katerih se giblje transportno sredstvo, ali so ljudje na isti poti, promet na poti, srečevanje z drugimi vozili.

Na načrtovanje transportnega sistema vplivajo tudi različne regulative kot na primer varnost pri delu, kakor tudi število nakladalnih in razkladalnih postaj, ali je nalaganje avtomatizirano ali ročno in drugo.

3.2 Transportni proces

Transportni proces za določeno dobrino je skupek aktivnosti oziroma operacij. Pri načrtovanju transportnega procesa je treba določiti:

- vrsto aktivnosti,
- sredstva s katerimi bo aktivnost izvedena,
- kje se bo aktivnost izvajala,
- koliko časa bo trajala,
- strošek transporta.

Transportni proces so tako tiste aktivnosti, ki so potrebne da material prepeljemo z mesta A na mesto B. Te aktivnosti so:

- Oblikovanja transportirane enote
- Nalaganje
- Vožnja – premikanje, transportiranje
- Razkladanje – snemanje
- Čakanje na transport (v skladišču, na delovnem mestu, vmesni postaji)
- Kontrola v procesu transporta
- Združevanje transportnih enot
- Razdeljevanje transportnih enot
- Označevanje transportnih enot
- Priprava dokumentacije.

Pred pričetkom prevoza, prenosa oziroma transportiranja je treba določiti količino materiala, ki ga moramo transportirati med mestoma A in B in ga oblikovati v enote, ki jih lahko transportno sredstvo sprejme. Oblikovanje enot pomeni lahko zlaganje v zaboje, zlaganje na palete, tehtanje, nalaganje na obešala n kosov, toliko kot jo proces potrebuje oziroma transportno sredstvo lahko prepelje. Pri obremenitvi transportnih delavcev in časa transporta je treba vedeti kdo izvaja oblikovanje enot. Oblikovanje enot, nalaganje in odlaganje lahko izvaja transportni delavec, pomožni delavci ali je celo avtomatizirano.

Po koncu transporta se preneseni material na zelenem mestu razloži. Prevozno sredstvo se vrne na začetno mesto A, lahko vrača prazno ali pa prevzame blago in ga pelje z meta B na mesto A. Lahko pa se premakne do mesta C in tam prevzame blago ter ga transportira do mesta D. S tem se stroški transporta na prevoženo enoto dobrine zmanjšajo, poveča pa se zahtevnost krmiljenja. Široka paleta delovnih ciklov daje možnosti za optimiranje transporta. Poti so lahko enake ali vsakokrat drugačne. Lahko so v naprej določene ali pa se sproti spreminjajo.

Transportni proces je neposredno povezan z vrsto transportnega sistema. Tako je mogoče ločiti transport kjer so poti fiksne oziroma se ne spreminjajo, tak transport je transport s trakovi, valjčnimi progami ali z visečimi progami. Pri transportu z vozili in paletnem transportu, kjer se transportna sredstva prosto gibljejo pa je vedno več možnih poti in je transport bolj prilagodljiv.

3.3 Transportna sredstva

Za vsako aktivnost transportnega procesa potrebujemo ustrezne resurse oziroma transportna sredstva.

Delimo jih v:

- Sredstva za prevoz materiala - ročno vodena vozila, avtomatično vodena vozila, transporterji
- Sredstva za nalaganje in razlaganje – roboti, manipulatorji, dvigala
- Sredstva za hranjenje materiala med transportom – nosilci materiala – palete, zaboji – embalaža, obešala in podobno

Vrste sredstev za prevoz materiala:

- Ročna vozila in viličarji
- Vozila in viličarji z električnim pogonom, pogonom z motorji z notranjih zgorevanjem, največkrat na plin
- Avtomatično vodena vozila
- Transporterji
- Dvigala, ročno vodena dvigala, konzolna dvigala, mostna dvigala
- Druga sredstva, ki se lahko v proizvodnji še uporabljajo za notranji transport – elevatorji, dvigala, traktorji, zračni transport.

Glede na

- Stopnjo avtomatizacije so ročna (ročna vozila z ročnim pogonom), mehanizirana (ročna vozila z motornim pogonom) in avtomatizirana (mobilni roboti, transportne proge, viseči transporterji).
- Mobilna ali na natančno določenem položaju
- Položena v tla ali na strop
- Z določeno potjo gibanja ali programiranimi potmi (rutami)
- Z enosmernim ali dvosmernim tokom materiala ali tudi v več smereh.
- Posamičnim bremenom ali z več bremen
- Samo prevažanje ali tudi shranjevanje
- Prezem samo na enem mestu in odlaganje na enem mestu
- Prezem na več mestih in oddajanje na več mestih
- Enakim bremenom pri nalaganju in enakim/različnim pri razkladanju.
- Z zveznim in enakomernim (kontinuiranim transportom), diskretnim – s presledki, naključno naloženim bremenom.

3.3.1 Vozila

3.3.1.1 Ročno vodena brez ali s pogonom vozila

So danes najbolj pogosto uporabljena sredstva za prevoz blaga v proizvodnji. Razvrstimo jih v ročne vozičke, skladiščne viličarje, transportne viličarje in vlečna vozila.

Ročni vozički so namenjeni za premikanje lažjih bremen v proizvodnji na manjše razdalje in manj pogosto uporabo. Velikokrat so uporabljani v skladiščih, manjkrat za oskrbo obdelovalnih in montažnih mest. So lahko brez pogona ali z električnim pogonom (slika 3.3.).

Vozila s pogonom in ročnim upravljanjem so danes najpogosteje uporabljana transportna sredstva za prosto gibanje v proizvodnih prostorih, skladiščih in zunaj proizvodnje. Sem spadajo različne izvedbe *viličarjev*, *vlaki* in *tovorna vozila*. Uporabljajo se za prevoz blaga, v razsutem tovoru, v

zabojih in na paletah ali tudi brez palet. Gleda na pogon za premikanje so viličarji ročni, električni, s pogonom motorja na notranje zgorevanje in plinski.



Slika 3.3. Ročni in električni paletni vozički

Viličarji se uporabljajo za prevoz bremen tako v skladiščih kot za transport med skladišči in proizvodnimi mesti, ter proizvodnimi mesti. **Skladiščni viličarji** so za dviganje opremljeni z dvignimi škarjastimi mizami, z verižnim ročnim dvigalnim sistemom ali s hidravličnim dvignim sistemom. Hidravlični valji za velike višine so teleskopski – namenjeni so predvsem za manipulacijo v skladiščih. **Viličarji za prevoz** na daljše razdalje so opremljeni z voziškim sedežem (slika 3.4).

Pri izbiri viličarjev se upošteva nosilnost, dolžina in širina vilic, masa in dvignina višina pri ročnih in električnih viličarjih z ročnim premikanjem ter še hitrost vožnje pri ostalih samostojno gibljivih viličarjih.



Slika 3.4. Transportni viličarji za proizvodnjo in skladišča

Vlečna vozila oziroma vlaki v proizvodnji se redko uporabljajo, namenjeni pa so prevozu velike količine težkih bremen v zabojih in ostanejo ob delovnih mestih kar na vozičkih (slika 3.5.).



Slika 3.5. Vlaki za večjo kapaciteto

Tovorna vozila se uporabljajo v tistih proizvodnih podjetjih, kjer so količine materiala velike in jih je treba prepeljati blago med več stavbami in je uporaba transportnih trakov predraga ali ni mogoča (primer transport kamene volne v podjetju TERMO Škofja loka).

Pot izbira voznik po navodilih, ki jih prejme ob prevzemu blaga. V kolikor poti niso natančno podane jih izbira voznik. Vozniki pogosto tudi nalagajo in razkladajo bremena, s tem se gospodarneje izrabi čas voznika, zmanjša pa se učinkovitost transporta.

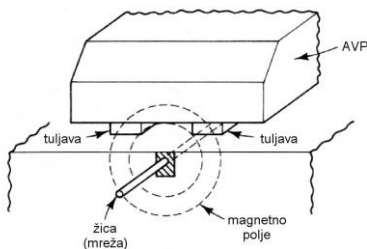
3.3.1.2 Avtomatično vodena vozila

Avtomatično vodena vozila - AVV – vozila brez voznika, se v proizvodnji vedno pogosteje uporabljajo. Če so se v preteklosti uporabljali predvsem za transport v skladiščih in za transport na večje razdalje se danes uporabljajo za kratke razdalje, za povezovanje delovnih mest – transport v procesu kot integrirani del izdelovalnega sistema.

Kadar danes načrtujemo notranji transport je tako treba poleg trakov, valjčnih transporterjev in viličarjev upoštevati tudi avtomatično vodena vozila (AVV). Izbira sistema AVV je prvi korak, veliko dela pa je treba vložiti še v zagotovitev ustreznega delovanja sistema z vključitvijo krmiljenja gibanja AVV v krmilni sistem podjetja.

Avtomatično vodena vozila so v osnovi mobilni roboti z lastnim pogonom, navigacijskim sistemom z možnostjo transporta in manipulacije - strege materiala. Pogon je z elektromotorji, ki so napajani iz akumulatorjev, ki omogočajo neprekinjeno delovanje tudi več ur (od 8 – 16 ur).

Pri gibanju v prostoru vozilo sledi predvideni stezi ali pa dobiva signale za gibanje od senzorjev v prostoru. Steze je na splošno žica (žična mreža) položena v tla ali odbojna barva na površini tal. Senzorji, ki so na vozilih sledijo žici ali barvi na tleh (slika 3.6.).

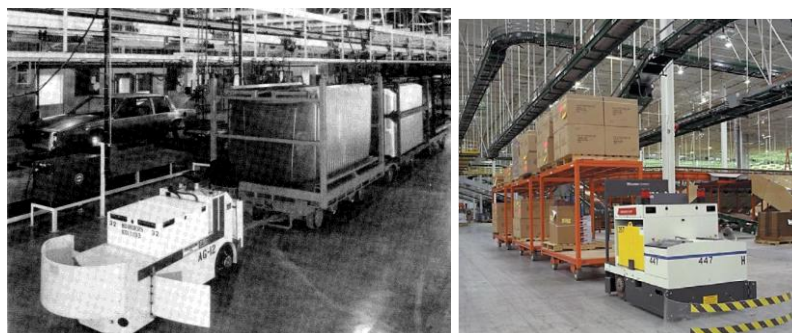


Slika 3.6. Princip sledenja žici, ki je položena v tla

V proizvodnji se za transport uporabljajo:

- Avtomatično vodeni vlaki
- Avtomatično vodena paletna vozila
- Avtomatično vodena vozila za lahke in težke tovore

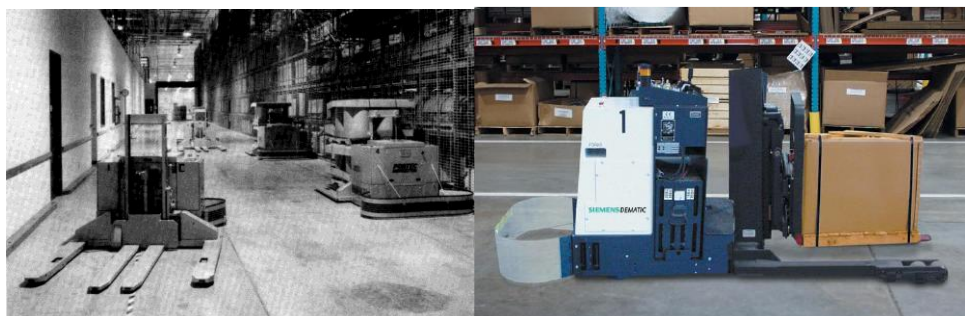
Avtomatično vodeni vlak je sestavljen iz pogonskega vozila brez voznika, ki je avtomatično krmiljeno in vleče enega ali več vagonov. To tip AVV, ki je bil uporabljen kot prvi v proizvodnji in je še vedno v uporabi. Uporaben je predvsem za težke tovore, ki jih želimo premakniti na večji razdalji v tovarnah ali skladiščih z vmesnimi nakladalnimi ali razkladalnimi točkami na poti (slika 3.7.)



Slika 3.7. Avtomatično vodeni vlak

Vlak vozi 3 do 10 prikolic – vozičkov in transportna zmogljivost takega sistema je zelo velika.

Avtomatično vodena paletna vozila - viličarji se uporablja za prenos palet in zabojev z izdelki po vnaprej programiranih poteh (slika 3.8). Transportni delavec na mestu nakladanja in razkladanja naloži palete oziroma zaboje, nakladalne vilice pa omogočajo lažje dviganje in spuščanje. Po končanem nakladanju oziroma razkladanju delavec nastavi vozilo na avtomatsko vodenje, programira njegovo pot in s tem paletno vozilo samodejno brez voznika nadaljuje svojo pot do predvidene postaje. Pogosto je tudi nalaganje in razkladanje samodejno.

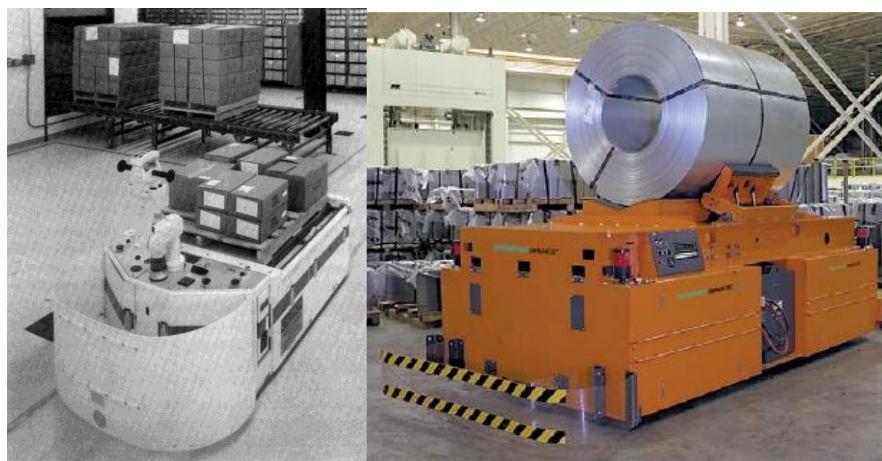


Slika 3.8. Avtomatično voden viličar

Masa bremena pri avtomatično vodenih paletnih vozil je do 2700 kg in nekatera vozila lahko prenašajo hkrati tudi dve paleti. Bolj sodoben od paletnih vozil pa je avtomatsko voden viličar. To vozilo ima lahko tudi značilno vertikalno gibanje vilic, da doseže tovor na polici (glej viličar pri skladiščih).

Avtomatično vodena vozila s ploščadjo se uporablja za prevoz posameznih enot. To so lahko škatle, obdelovanci, izdelki, material, palete z obdelovanci, montažna gnezda in podobno. V ta namen imajo na ploščadi sistem za avtomatično nalaganje in razlaganje, za pozicioniranje in vpenjanje, z valjčki, tekočimi trakovi, mehaniziranimi dvignimi platformami ali drugimi napravami.

Razdelimo jih v AVV za lahke tovore (masa do 250 kg ali manj) in v AVV za težje tovore, kjer je masa bremena tudi nekaj tisoč kg (slika 3.9). Pri težjih tovorih vozilo nima lastnega nakladalno razkladalnega sistema.



a) b)
Slika 3.9. AVV s ploščadjo, a - lahek tovor, b – velike mase

Tehnologija avtomatično vodenih vozil je v razvoju in novi sistemi so vedno bolj prilagajajo zahtevam uporabnikov.

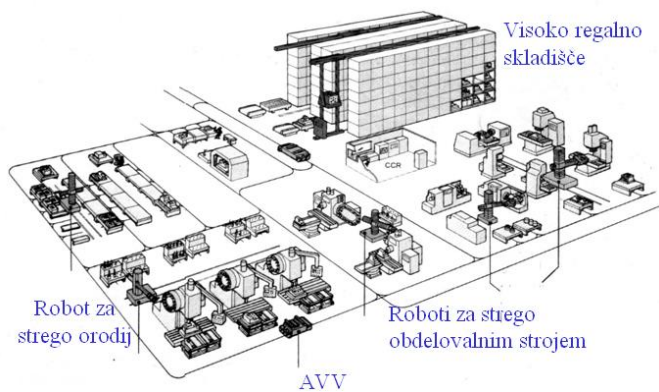
S samodejnim sistemom za nalaganje in razlaganja je možna povezava z avtomatiziranimi skladišči. S povezovanjem v krmiljenje skladišča in proizvodnje se izognemo zastojem in čakanjem ter zagotovimo pravočasno oskrbo z materialom.

Avtomatično vodena vozila se uspešno uporabljajo kot premična montažna gnezda v montaži. To še posebej velja za Evropo, kjer je danes, posebno v avtomobilski industriji in industriji bele tehnike že veliko realiziranih primerov (slika 3.10.).



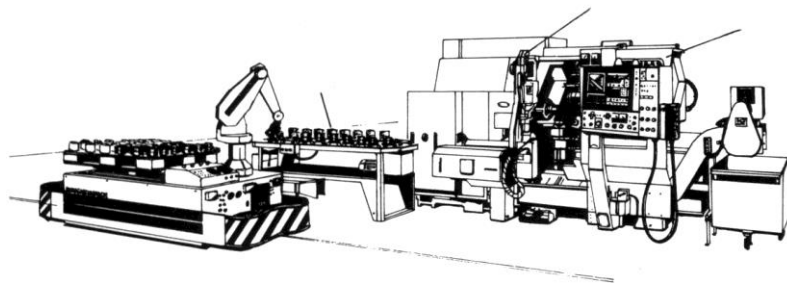
Slika 3.10. Montažna gnezda na avtomatično krmiljenih vozilih

V fleksibilnih izdelovalnih sistemih so AVV uporabljajo tako za prevoz obdelovancev do obdelovalnih centrov kot za prevoz orodij do centrov. Transport je integriran v proces izdelave. AVV pripelje obdelovanec vpet na paleti in v vpenjalnem pripomočku ter ga avtomatično prenese na mizo stroja ali na menjalnik palet ob stroju. Po končani obdelavi prenese obdelovanec na paleti do naslednjega obdelovalnega mesta ali na mesto menjave obdelovancev in priprave novih surovcev (slika 3.11.) .



Slika 3.11. Avtomatično vodena vozil v fleksibilnem obdelovalnem sistemu

Vozila opremljena z roboti oziroma raznimi manipulatorji omogočajo strego strojev kot so stružnice (slika 3.12).

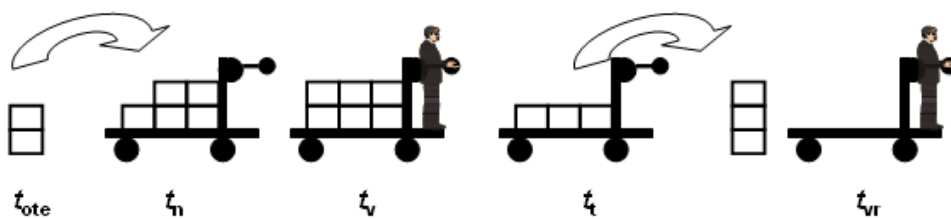


Slika 3.12. Strega obdelovancev v fleksibilni stružilni celici

3.3.1.3 Določitev časov in kapacitete transportnega sistema z vozili

Aktivnosti transportnega procesa oziroma transportne operacije in časi pri *transportu z vozili* so (slika 3.13):

- Oblikovanje transportnih enot - t_{ote}
- Nalaganje pred transportom - t_n
- Vožnja - t_v
- Razkladanje - t_r
- Vračanje transportnih sredstev - t_{vr}
- Kontrola v procesu transporta - t_{tk}
- Čakanje - t_{ε}



Slika 3.13: Ponazoritev transportnega procesa pri prevoz blaga z vozili

Za določitev kapacitete transporta in trajanje transporta za vozila z vozniki, iz mesta A v mesto B je pri vožnji v eno smer:

$$t = t_n + t_t + t_r + t_{\check{c}} \text{ [s]}$$

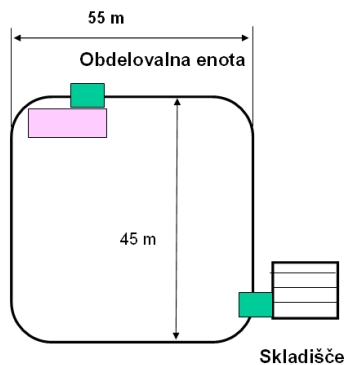
pri vožnji v obe smeri:

$$t = t_n + t_t + t_r + t_{vr} + t_{\check{c}} \text{ [s]}$$

Čas prevoza je odvisen od razdalje in hitrosti vožnje:

$$t_t \sim t_{vr} = L/v \text{ [m] / [m/s]}$$

kjer je L razdalja prevoza s tovorom ali brez njega in v je povprečna hitrost vozila. Hitrosti so podane z vrsto transportnega sredstva, tako je na primer največja hitrost gibanja viličarja je do 4 m/s. V enačbi je upoštevan še čas čakanja, ki ga ne upoštevamo vedno, se pa pogosto pojavlja.



Slika 3.14. Pot gibanja viličarja

Primer: Določite čas oskrbe obdelovalnega centra, če se giblje vozilo (viličar) z voznikom po podani poti (slika 3.14). Prepeljati pa mora 4 zaboje surovcev, transportna enota je zaboj. Hitrost vožnje je cca 0,7 m/s. Nalaganje in razlaganje zabojev traja 55 s.

Za določitev pretočnih časov pa je treba upoštevati še čas potreben za oblikovanje transportnih enot (nalaganje na palete, nalaganje v zaboje) ter kontrolo pred transportom in po transportu. Pri določanju kapacitete transportnega sistema je treba upoštevati še sodelovanje voznika v procesu oblikovanja transportnih enot in nakladanju. V primeru, da voznik sam nalaga in razklada ter oblikuje transportne enote se čas prevoza in s tem kapaciteta zelo zmanjšata.

Podobno je mogoče določiti čas transporta pri vozilih brez voznika z mobilnimi roboti. Proces transporta se sestoji prav tako iz operacij pri nalaganju in razlaganju ($t_n \sim t_r$), časa za prevoz do razlaganja (L/v), časa za vračanje, ki je enak času za dovoz. Pri tem je zanemarjeno pospeševanje in zaviranje ob zaustavljanju ter motnje zaradi prometa v proizvodnji.

$$t_d = \frac{L}{v} + t_n + t_r$$

Če ne bilo zamud časa zaradi številnih zaustavljanj, čakanja na križiščih, čakanja vozil na liniji, neučinkovitost smeri vozil, slabe ureditev voznih poti, čakanja zaradi procesa izdelave lahko število dostav na uro izračunamo po zgornji enačbi. Pri analizi transportne učinkovitosti je uporabljen tako

imenovani prometni količnik F_t . Ta je blizu ena ko je v prometu samo eno vozilo. Za sisteme z več vozili velja, da je količnik med je 0,85 in 1,0 [Groo 87].

Števila dostav v eni smeri, ki so lahko narejene v eni uri z enim ali več vozilom in je izračunan čas transporta t_d v minutah je:

$$\text{število dostav/ure/vozilo} = \frac{60F_t}{t_d}$$

Primer: čas dostave je 10 min. v sistemu je več vozil in je količnik $F_t = 0,9$. na uro je mogočih 5,4 dostav.

Za oskrbovanje je v sistemu pogosto več vozil. Število vozil v sistemu je mogoče izračunati po enačbi:

$$\text{število AVV} = \frac{\text{število potrebnih dostav/ure}}{\text{število dostav/ure/vozila}}$$

V primeru, da je potrebnih 15 dostav na uro potrebuje sistem najmanj tri vozila oziroma 2,7 vozila na uro.

3.3.2 Transporterji

Transportne naprave, ki so položene v tla, na strop ali pritrjene na nosilne konstrukcije in se po njih premika material iz enega mesta do drugega, z eno besedo imenujemo **transporterje**. Transporterji se uporabljajo takrat, kadar je potrebno prenesti relativno velike količine materiala med določenimi prostori, določenimi mesti ali oddelki po točno določeni poti.

Sem spadajo: drče, kolutne in valjčne proge, transportni trakovi, pnevmatični in vijačni transporterji, talni verižni transporterji, stropni verižni transporterji, in drugo.

Uporabljajo se tako za transport sipkega materiala kakor tudi kosovnega. Večina transporterjev ima pogone, da premika tovor po progi; drugi transportni sistemi pa izkoriščajo gravitacijsko silo za premik tovora iz višje na nižjo raven.

Transporterji imajo naslednje lastnosti:

- Na splošno so mehanizirani in včasih tudi avtomatizirani.
- So fiksni na določenem mestu.
- Lahko so vezani na tla, konstrukcijo, ki je pritrjena na tla ali so pritrjeni na strop.
- Skoraj vedno so omejeni na enosmerni tok materiala.
- V splošnem premikajo nepovezan material, toda nekateri tipi pa lahko premikajo palete ali nepretrgan material.
- Lahko se uporabljajo samo za dostavo ali pa za dostavo in skladiščenje izdelkov
- Povezujejo več oddelkov ali več izdelovalnih mest.

Skupna značilnost transportnih sistemov s centralnim pogonom je, da je pogon vgrajen v sam transporter. Posamezni nosilniki (če se uporabljajo vozički ali zabojniki, obešala) nimajo lastnega pogona. V novejšem času pa se razvijajo vozila z lastnim pogonom, ki se gibljejo po tirih v tleh ali

po progah na stropu. Vozila se ustavljajo na različnih mestih, ne nujno vsa na istih, samostojno ne hkrati, lahko poljubno izbirajo poti.

Drče izkoriščajo maso transportiranega materiala, vstopna višina je večja kot izstopna. Uporabljajo se tako za transport sipkega materiala kakor tudi kosovnega v glavnem na manjših razdaljah.

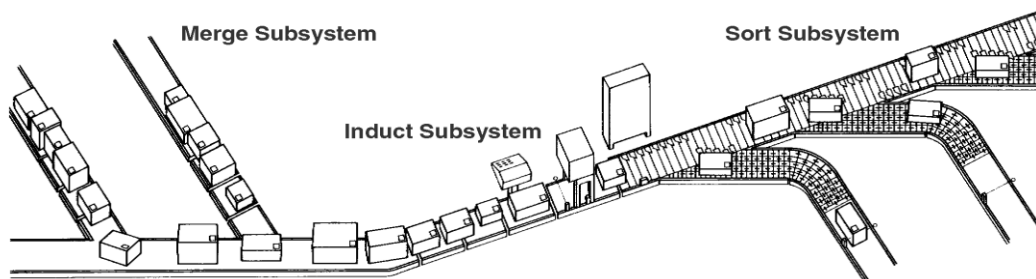
Valjni transporterji so zelo preprosta oblika transportnega sistema. Proga je sestavljena iz zaporednih cevi (valjev), ki so pravokotni na smer transporta kar je prikazano na sliki 6.19. Valji so pritrjeni – nameščeni na trden okvir, ki dvigne progo nad tlemi od nekaj centimetrov do nekaj metrov. Ploske palete ali plošče prenašajo tovor s pomočjo rotacije valjev. Valjni transporterji so lahko pogonski ali gravitacijski. Pogonski tipi so gnani z vsemi posameznimi različnimi mehanizmi; navadno z verigami in jermeni. Gravitacijski tipi so razvrščeni tako, da proga poteka iz višje točke na nižjo, zagotoviti je potrebno zadosten padec, da tovor premaga silo trenja vrtenja – kotaljenja. Valjni transporterji se lahko uporabljajo za dostavo tovora med obdelovalnimi operacijami, dostavo v skladišče in odvoz iz njega, in za razporejanje. Avtomatizirani sistemi transporterjev so uporabni za operacije združevanja in razvrščanja.



Slika 3.19. Valjni transporter, osnovni modul – a, kombinirani z verižnim prenosom – b.

Modulno grajene valjne proge brez pogona, so sestavljene iz valčkov, ki so vležajeni in okvirja. Naklon proge je 2 do 5 %. Za vodoravni transport kosovnega materiala (ročno) ali z naklonom 2-5%. Predmet transporta naj leži na vsaj treh valjih. Širina transporterja in delitev valjev je odvisna od strukture oz. teže predmeta, ki ga želimo transportirati. Transporterji z gnanimi valjčki oziroma imajo lasten pogon z elektromotorji. Potovalna hitrost gibanja tovora je od 3 do 12 m/s. Naklon proge je lahko do 10 %. Hitrosti transportiranja so tipizirane 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30, 36 m/min.

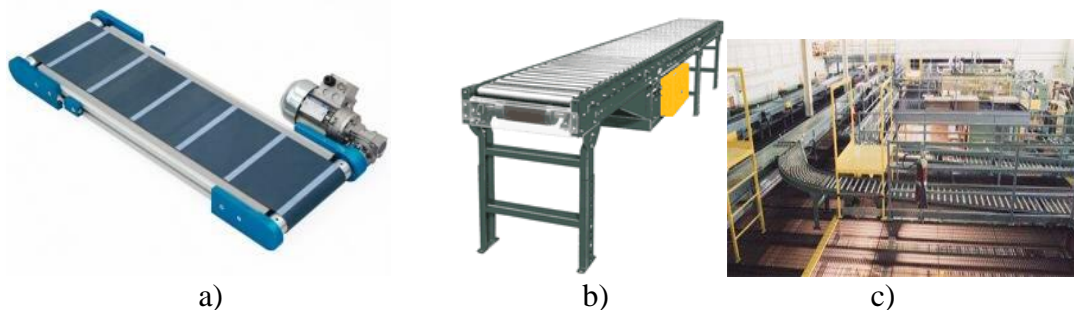
Pri načrtovanju sistema valjnih prog se dodajo še ovinki, preusmeritve, zbiralniki in podobno.



Slika 3.20. Valjna proga sestavljena za transport kartonske embalaže

Kolutni transporterji. So po operacijah podobni valjčnim. Kakorkoli, namesto valjčkov, kolesca rotirajo na oseh, ki so pritrjena na okvir, kolesca služijo, da se paleta ali zabojnik kotali po progi. Aplikacije kolutnih transporterjev so podobne, kot tiste pri valjčnih transporterjih, razen tega, da mora v splošnem biti lažji tovor, ker so zveze med tovorom in transporterjem veliko bolj koncentrirane. Lahko se uporabljajo za ovinke (slika 3.20)

Tračni transporterji. Ti tipi transporterjev so na voljo v dveh običajnih oblikah: ploščati trakovi za palete, sestavne dele, in celo za nekatere tipe razsutega materiala; koritasti trakovi za razsuti material. Material je odložen na površino traku in se giblje vzdolž gibajoče se proge. Trak je spet v sklenjeno zanko tako, da se polovica njegove dolžine lahko uporablja za transport materiala, druga polovica pa se vrača (običajno prazna). Trak je podprt z okvirjem na katerem so valji ali drugi podporniki, ki so razporejeni na večji razdalji. Na obeh koncih transporterja (kjer tračna zanka zamenja smer) so pogonski valji, ki poganjajo trak (slika 3.21).



Slika 3.21. Trakovi za transportiranje, a – modul, b – na nosilni konstrukciji, c – povezovanje modulov v sistem

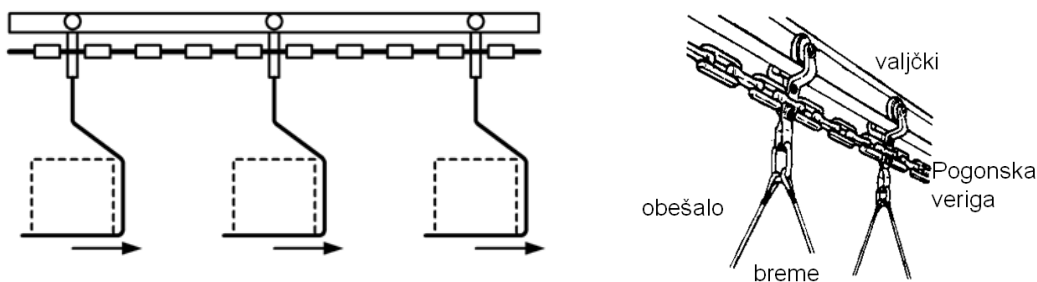
Talni verižni transporterji. Verižni transporterji, ki so položeni v tla so narejeni iz verižnih zank, ki so krožno oblikovane – napeljene in so gnane preko verižnikov postavljenih koncu proge. Namenjeni so za premikanje težkih izdelkov, ki so nameščeni na posebnih vozilih. Vozila imajo svoja kolesa, ki so vodena v vodilih (slika 3.22). Tovor običajno potuje poleg zgornje strani verige; v nekaterih primerih pa potisni drog, nameščen na zgornji strani med dvema vzporednima verigama, potiska (ali vleče) tovor poleg proge, kar je boljše kakor, če je tovor neposredno pripet na verigo.



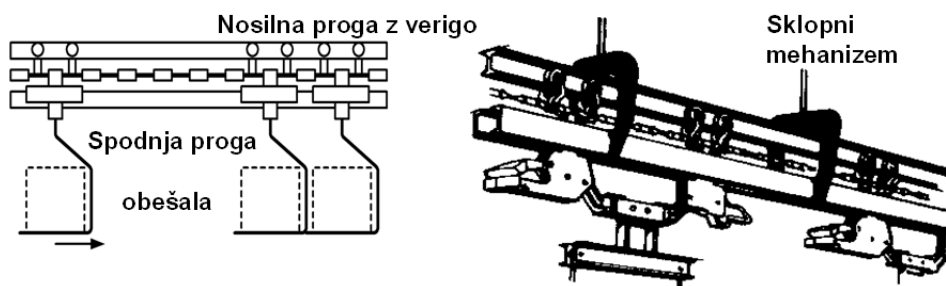
Slika 3.22. Verižni transporter v končni montaži avtomobilov.

Transporterji z letvicami so posamezne plošče, ki so povezane v nepretrgano gibajočo se verigo. Čeprav je njihov pogonski mehanizem gnan preko verige delujejo zelo podobno kot tračni transporterji. Tovor je odložen na ploščato površino letev in je transportiran vzdolž njih. Pri transporterjih letvicami so običajne ravne linije. Kakorkoli, zaradi verižnega pogona in sposobnosti spreminjanja smeri verige s pomočjo verižnika, lahko ima proga transporterja krivine v svoji zaključeni zanki.

Viseči transporterji – fiksno pritrjeni na vlečno verigo imajo obešala pritrjena na verigi in oprta na progi, gibanje omogočajo valjčki. Obešala so enakomerno razporejena na zaprti krožni poti. Obešala lahko nosijo posamične izdelke ali skupino izdelkov. Ne omogočajo akumulacije – skladiščenja zaloge. Običajno se uporabljajo v lakirnicah, v montaži, pakiranje, povezovanju med oddelki in tudi pri skladiščenju.

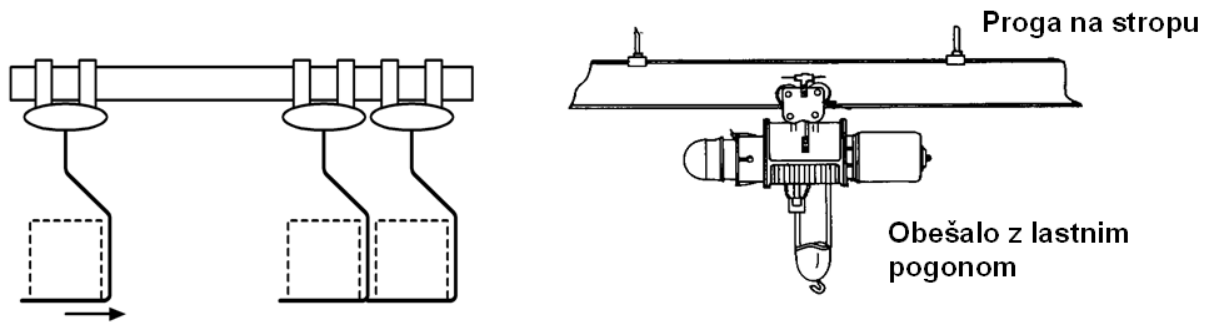


Slika 3. 23. Viseči transporterji s prosto gibljivimi obešali in vlečno verigo



Slika 3.24. Viseči transporter s prosto gibljivimi obešali

Obešala so prosto gibljiva na spodnji progi. Nad to progo teče veriga, ki je obešena na zgornji progi in je gnan. Poseben mehanizem poveže obešalo, ki miruje z gnano verigo – obešalo prične potovati v smeri gibanja verige. Razdalje med obešali so neenakomerne. Tovrstni viseči transporterji omogočajo ustvarjanje vmesne zaloge in so primerni za skladiščenje in so primerni za neenakomerne procese.

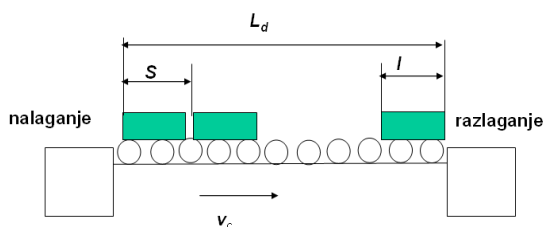


Slika 3.25. Stropni transporter z lastnim pogonom

Stropni transporter z lastnim pogonom (mono-vozilo) na stropnih tirnicah, ki so v obliki mreže in je na njih več vozil – obešal, ki se prosto gibljejo (slika). Vozilo – obešalo z električnim ali pnevmatičnim pogonom, vsaka enota ima razpoznavno kodo ali oznako. Obešala so lahko z vgrajeno inteligenco, senzorsko vodena preko računalniškega sistema, podoba kot avtomatično vodena vozila po tleh. Obešala so lahko enostavna za en kos ali več bremen

Pri transportu bremen s **transporterji** je treba za določitev kapacitete oziroma zmogljivosti sistema upoštevati število smeri gibanja (enosmerni transport, transport v zaprti zanki), hitrost gibanja transporterja v , dimenzije transportiranih kosov l in razdaljo L_t .

Pri enostavnem primeru **enosmernega transportnega sistema** (valjčni, tračni transporterji) z eno nalagalno enoto na začetku in eno razlagalno enoto na koncu transporterja med katerima je razdalja L_d . (slika 3.26) in so kosi ali palete na eni strani naloženi na drugi pa razloženi, je zahtevani čas za premik nosilcev iz nalagalne enote do razlagalne enote je $t = L_d/v$. Pretok nosilcev za transporter je omejen z zahtevanim časom nalaganja transporterja - t_n . Čas transporta kosov ali palet ne more biti večji kot je čas nalaganja.



Slika 3.26. Enosmerni transporter.

$$\frac{v}{S} \leq \frac{1}{t_n}$$

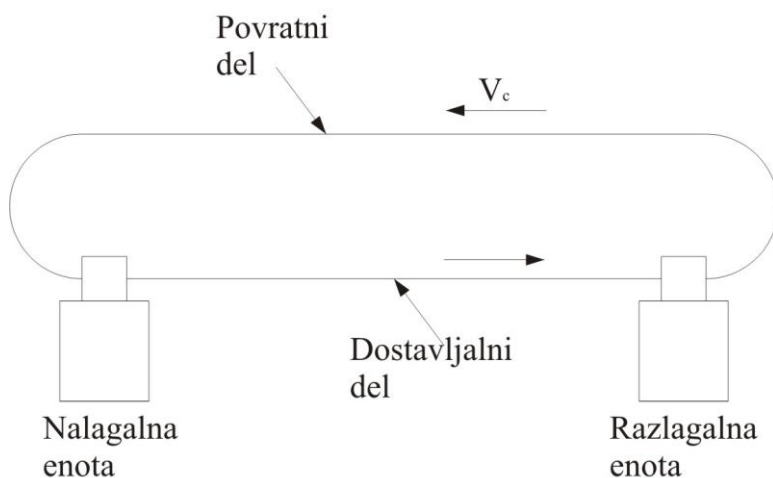
kjer je S razmik med transportiranimi kosi in je enak ali večji kot dolžina transportiranega kosa ali palete l . Čas potreben za razložitev transporterja - t_r mora biti enak ali manjši kot čas nalaganja t_n . Če je razlagalni čas večji od nalagalnega, je potrebno hitrost transporterja zmanjšati, kajti v nasprotnem primeru bo nerazložen tovor na koncu transportne proge padal na tla (pri valjčni in tračni progi).

Če predpostavimo, da je razdalja med nakladalno in razkladalno enoto L_d , hitrost transporta v in čas nalaganja t_n je število enot n na transportni progi:

$$n = \frac{L_d}{v \cdot t_n}$$

Sistem bo imel relativno visoko raven učinkovitosti, če na transporterju ne bo presledkov, ki so večji ali manjši (prenatrpanost proge) kot je S .

Transporterji z zaprto zanko (viseči transporterji z obešali) so razdeljeni v dostavljali del zanke in povratni del zanke (slika 5). Predpostavljajmo, da so kosi transportirani na nosilcih - obešalih, ki so enakomerno razmaknjeni na razdalji S in pritrjeni na nosilni del transporterja. Vsak nosilec - obešalo sprejme n_{ok} kosov na dostavljalnem delu traku in nobenega na povratnem delu traku. Dolžina dostavljalnega dela je L_d , ter dolžina povratnega dela (potuje prazen) je L_p . Skupna dolžina transportne zanke je potemtakem $L_d + L_p$.



Slika 3.27. Transporterji z zaprto zanko

Za nakladanje in razkladanje veljajo enaka pravila in izračuni kot pri enosmernem prenosu. Število kosov v sistemu n je odvisno od števila obešal $n_o = L_d / S$ na transportni poti in števila kosov na obešalu n_{ok} . Število prenesenih kosov je tako $n = n_o \cdot n_{ok}$. Hitrost traku pa je tako podana z:

$$v = L / (n_o \cdot t_n)$$

Potreben čas t_c za celotno opravljeno pot je $(L_d + L_p) / v$. Število obešal n_o v sistemu je tako odvisno od dolžine transporterja in razdalje med obešali.

$$n_o = \frac{L_d + L_e}{s_c}$$

Transporterji pa so lahko tudi vmesni zalogovniki. Transportni lahko uporabljamo za shranjevanje kosov – sestavnih delov, polizdelkov med dvema izdelovalnima enotama. Na ta način lahko odpravi motnje zaradi neuravnovešenega delovanja oziroma lahko uravnovesimo razmerje sprememb med nalagalno in razlagalno enoto transporterja. Še posebno to izkoriščamo v montažnih sistemih. Težave pri obratovanju takšnih krožno vračalnih sistemov so prvič, da ni na razpolago nobenega praznega – prostega nosilca na nalagalni enoti, kadar je potreben; in drugič, da ni nobenega polnega nosilca na razlagalni enoti, kadar je potreben.

Skupno število kosov v takem zalogovniku je $n_s = n_c \cdot n_{ok}$

Primer: Dolžina krožnega visečega transporterja je 150 m. Njegova hitrost je 30 m/min, ter razmak med nosilci pritrjenih na traku je 7,5 m. Vsak nosilec lahko nosi po dva kosa. Roboti se uporabljajo za nalaganje in razlaganje kosov na transporter na nalagalnih in razlagalnih enotah. Zahtevan čas za naložitev enega kosa je 0,20 min, ki je enak razlagalnemu času enega kosa. Zahtevana nalagalna in razlagalna vrednost je 0,1 kos/min.

- Kakšen je maksimalni možen pretok kosov na transportnem sistemu?
- Koliko kosov je lahko shranjenih na transportnem sistemu, če je vsak nosilec polno zaseden?
- Koliko časa potrebuje transportni sistem, da opravi en celoten krog?
- Ovrednotite konstrukcijo transportnega sistema z upoštevanjem osnovnih treh pravil po Kwo-ju, hitrost, kapaciteta

Maksimalni možen pretok nastopi takrat, kadar je vsak nosilec na transportnem sistemu polno zaseden. Ta pretok je podan z enačbo:

$$N = \frac{n_p v_c}{S_c} \leq \frac{n_p}{T_L}$$

$$N = (2 \text{ kosa/nosilec})(30 \text{ m/min})/(7.5 \text{ m/nosilec}) = 8 \text{ kosov/min}$$

$$\text{Skupno število nosilcev} = (150 \text{ m})/(7.5 \text{ m/nosilec}) = 20 \text{ nosilcev}$$

$$\text{Skupno število kosov shranjenih na transporterju, pri 2 kosa/nosilec} = 40 \text{ kosov.}$$

3.4 Transportne poti

Transportna pot je osnovni element transporta in opisuje pot po kateri se v prostoru gibljejo transportirane dobrine. Transportne poti so natančno določene in jih transportna sredstva izbirajo proste. So v enem ali več nivojih. So znotraj stavb – proizvodnih hal ali zunaj. Podane so s prostorom in razmestitvijo skladišč ter proizvodnih sredstev, razmestitve proizvodnih oddelkov. So odvisne od organiziranosti proizvodnje. Pri logistično usmerjeni proizvodnji je križanje poti manj kot pri delavniški postavitvi. Na izbiro poti vpliva tudi vrsta in količina materiala, kakor tudi transportno sredstvo samo, vrsta in dimenzije.

Osnova za določitev transportnih poti je razmestitev skladišč in oddelkov ter izdelovalnih sredstev v tlorisu podjetja. Pri načrtovanju transporta v obstoječem proizvodnem podjetju je optimiranje transportnih poti mnogo težje, saj so podane obstoječe omejitve, ki preprečujejo premikanje oddelkov – oskrba z energijo, pripravljenost tal, višina prostorov in še druge vplivne veličine, kot so velikost in oblika prostora. Mnogo lažje je načrtovanje transporta in transportnih poti pri novogradnjah.

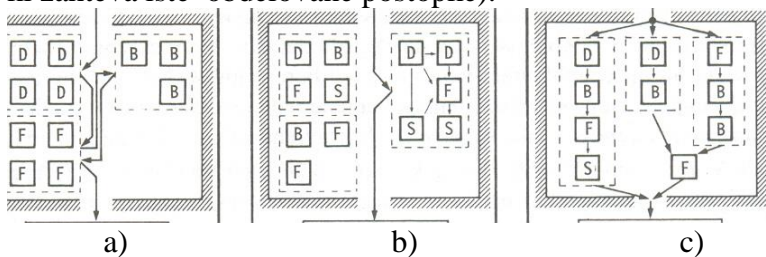
3.5 Načrtovanje transporta

Načrtovanje transporta vključuje: analizo potreb po transportni aktivnosti, načrtovanje in razvoj transportnih aktivnosti in s tem transportnega procesa, načrtovanje in razvoj sredstev in določitev transportnih poti za predviden potek proizvodnje ter določitev načina transportiranja oziroma premikanja dobrin po obliki in količini.

Pri tem je pomembna ustrezna povezanost transporta in prilagojenost značilnostim izdelave ter povezanost z drugimi službami v podjetju. "Notranji transport oz. njegove funkcije zadevajo skoraj vse oddelke v podjetju; od smotrnosti in gospodarnosti njegovega opravljanja je odvisen nemoten potek večine drugih obratnih funkcij. Zato je potrebno notranji transport pravilno vključiti v celotno zgradbo organiziranosti podjetja." (Mallerowicz). Pri načrtovanju in krmiljenju transporta mora podjetje tako upoštevati vse dejavnike, ki vplivajo na učinkovitost izvajanja njegovih nalog. S tem mislimo predvsem na razmestitev poslovnih objektov (predelovalnih obratov, skladišč, prodajnih obratov ipd.) in teren, na katerem so le-ti postavljeni, na proizvodni program in s tem povezano uporabljeno tehnologijo in tehnološke postopke, oblikovanje pakirnih oz. tovornih enot ter vrsto in stanje transportnih sredstev, ki jih bo uporabilo in podobno.

Pri načrtovanju je treba opredeliti kakšne so organizacijske izvedbe obdelave in montaže, kje postaviti skladišče in kako oskrbujemo oddelke in proizvodne enote.

Za obdelavo so značilni **delavniški**, **skupinski** in **pretočni** princip postavitve obdelovalnih enot (slika 3.28). Za delavniški princip je značilna postavitve obdelovalnih mest po enakih postopkih obdelave (stružnice skupaj, frezalni stroji skupaj itd.). Skupinski princip opredeljuje združevanje postopkov za obdelavo določene – izbrane skupine obdelovancev (grupna tehnologija – gredi zahtevajo struženje, obdelavo zobnikov, freziranje utorov in brušenje). Pretočni princip je določen z zaporedno postavitvijo obdelovalnih strojev (običajno za masovno proizvodnjo ali tudi za skupino, ki zahteva iste obdelovane postopke).

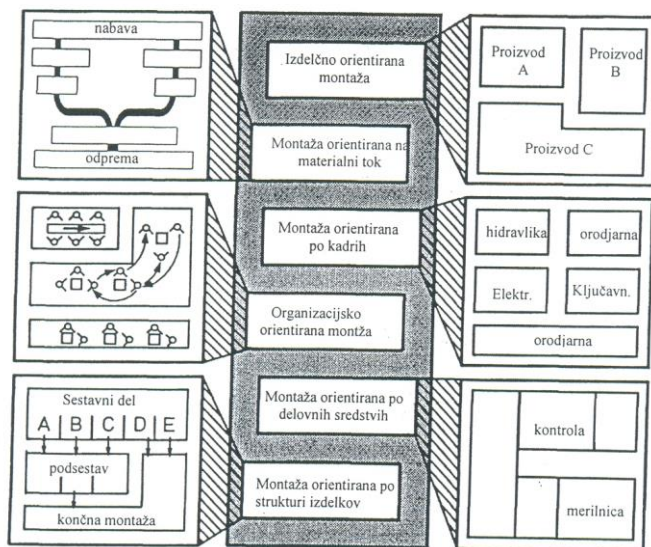


Slika 3.28. Razmestitev obdelovalnih enot, a – delavniški princip, b – skupinski – celični princip, c – pretočni princip.

Iz razmestitve je razvidno, da v delavniškem principu transportno sredstvo, ki povezuje skladišče in obdelovalne enote mora dostopati do mest odlaganja in nalaganja. V celični in pretočni proizvodnji pa je premikanje materiala znotraj celice oziroma linije neodvisno od transportnega sredstva, ki povezuje obdelavo s skladiščem, premikanje je s podajanjem, z vozički, drčami, poti so enostavnejše.

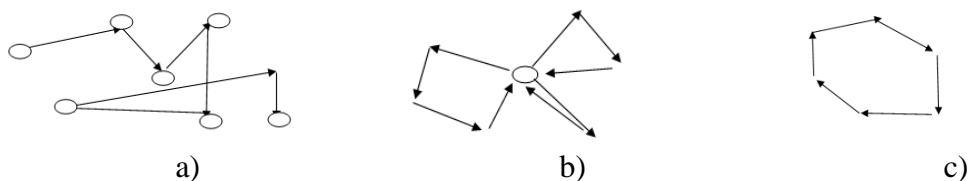
Za montažo veljajo podobni principi razporeditve montažnih strojev in montažnih enot. Za **izdelčni princip** je značilno, da za vsak izdelek ločen prostor (montaža elektromotorjev A, B in C je prostorsko ločena). Pri **pretočnem principu** material vstopa na eni strani in izstopa na drugi strani prostora. Montaža je lahko urejena po **principu kvalifikacije delavcev** – hidravličarji, obdelovalci pločevine, varilci, električarji. Montaža lahko poteka tudi po **principu organiziranosti** montažnih mest – linije, posamična mesta, avtomati. V praksi se uporabljata še princip razdelitve na predmontažo in končno montažo ter princip proizvodnih sredstev – ločena montaža in kontrola – meritve, ločeno lakiranje in sušenje od montaže.

V sodobnih montažnih sistemih strmimo k pretočnim principom in neposrednim povezovanjem proizvodnih mest, ki ne zahtevajo velikih kapacitet transportnih sredstev in prostora za transportne poti. Proizvodnja je preglednejša, pretočni časi so krajši in s tem tudi stroški proizvodnje.



Slika 3.29. Principi razmestitve montažnih mest (Evers89)

Postavitev skladišča je tako odvisna od principov postavitve proizvodnih sredstev kakor tudi od količine materiala, ki ga je treba prepeljati ter vrste prometa oziroma načina oskrbovanja proizvodnih sredstev (slika 3.30).



Slika 3.30. Vrste prometa, a – neposredni, b – zvezdasti, c – krožni promet

Neposredni promet – prosto izbiranje poti oskrbe glede na zahtevane potrebe, ni načrtov poti (voznih redov), velike zahteve pri krmiljenju in je nepregleden, je fleksibilen. Zvezdasti promet - iz centralnega mesta izhaja več zaprtih poti, več voznih redov, manj zahtev pri krmiljenju, manj fleksibilni (čakanje na transport, tipično centralno skladišče surovin). Krožni promet – zaporedno oskrbovanje, samo en vozni red, nezahtevno krmiljenje in ni fleksibilnosti. Realni sistemi so mešanica vseh treh.

Pri načrtovanju upoštevamo naslednje principe:

- **Princip oblikovanja transportne enote** (material naj bo oblikovan v večje transportne enote in vse naj bodo enakih oblik in dimenzij – kot enote je zaboj, paleta ali druga standardna transportna embalaža. Enota naj bo tako velika da je rokovanje praktično.
- **Izogibati se transportiranju posameznim bremenom**, transportirati polno transportno enoto, če je le mogoče
- **Princip najkrajših razdalj in princip ravnih poti.**
- **Pravilo minimalnega časa nalaganja in razkladanja.**
- **Princip težnosti**, premikanje material z drsenjem – pozornost na varnost
- **Transportiranje v obeh smereh**

- **Princip mehanizacije**
- **Integracija strege** – transportiranja, povezovanja z *drugimi aktivnostmi* kot so nadzorovanja, shranjevanje, pakiranje, montaža in izdelava.
- **Princip tokov** – povezovanje toka material s tokom informacij, še posebno z informacijskim sistemom skladiščenja, vsaka premik mora vključevati identifikacijo, točke nadzora (prevzemanja - odlaganja).
- **Princip urejenosti** – v avtomatiziranih sistemih naj obdelovanci, sestavni deli zadržijo urejen položaj skozi celotni proizvodni proces.

Podatke o materialu koliko, kdaj in kam je treba transportirati dobimo iz oddelka za planiranje in iz oddelka za krmiljenje proizvodnje. Pri analizi toka materiala, določiti poti in transportnih sredstev in postavitvi oddelkov si pomagamo z različnimi orodji med njimi:

- Blokovni diagram
- IZ-V diagram - tabela
- Shanky-jev diagram,
- Predstavitev z grafom,
- Shema usmerjenih povezav.

Tok materiala lahko predstavimo z diagramom IZ - V, iz katerega mesta do katerega mesta koliko materiala lahko podaja tudi enote ali razdalje (slika 3.31). v taki tabeli je mogoče zapisati tudi razdalje, ki jih material mora premagati.

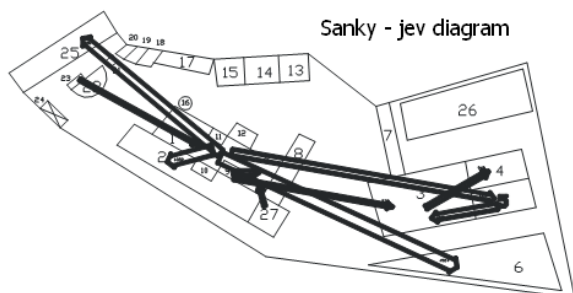
IZ/V karta

IZ/V	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1240							
2			4924		1418			2817	4352
3									
4						278			
5						1418			
6							949		
7									
8									
9									

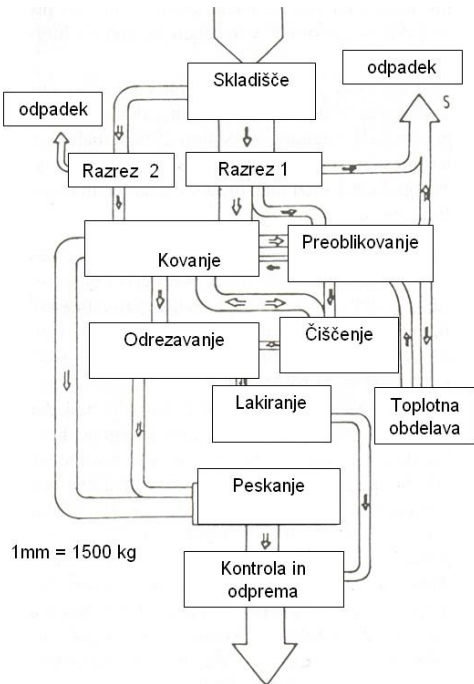
Slika 3.31. IZ/V diagram, 1—9 so mesta nalaganja in odlaganja.

Na primer: Iz mesta 1 v mesto 2 je treba prepeljati 1240 kosov surovcev/ uro.

Diagram toka materiala oziroma Sankeyev diagram, prikazuje od kod material prihaja in kam gre. Količina je podana širino povezave (1 mm je enak npr. 1000 kg). Shankyjev diagram je lahko postavljen v tloris podjetja (slika 3.32) ali pa med oddelki ali aktivnostmi (Slika 3.33.).



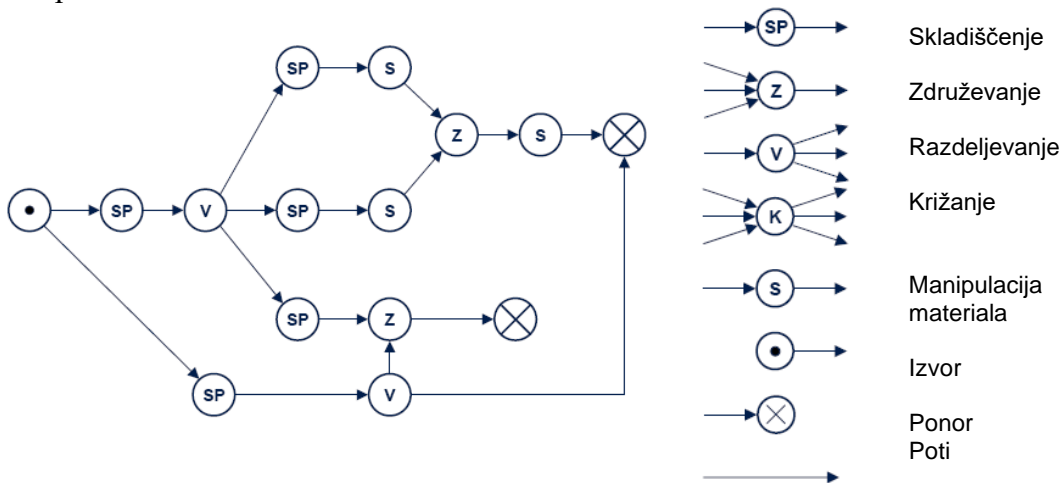
Slika 3.32. Tloris razporeditve mest za sprejemanje in odlaganje in Sankjev diagram



Slika 3.33. Grafična predstavitev materialnega toka, Shankyev diagram med aktivnostmi

Shanky-jev diagram lahko prikazuje tudi tok materiala med aktivnostmi (slika 3.33). Za natančni popis je pogosto pregrub prikaz, uporablja se za oceno toka materiala.

Tok material pa je mogoče predstaviti z grafom (slika 3.34.) H grafu dodajamo še oznake o transportnih aktivnostih in čase za e aktivnosti in količino materiala kakor tudi dolžine poti.



Slika 3.34. Prikaz toka materiala z grafom in opis aktivnosti na posameznih mestih.

Za določitev kapacitete in števila transportnih sredstev je pomembno, da poznamo pojem transportno delo. Kot enoto za načrtovanje transportnih sredstev je vpeljana tako imenovano **skupno transportno delo – STD** in kot **enota transportno delo - TD**, ki je določeno na osnovi razdalje L , ki jo je treba narediti pri transportiranju in količine materiala, ki mora biti premaknjen v enoti časa N . Enota za transportno delo je število kosov in razdalj na uro.

$$TD = L \times N \text{ kos-m/h}$$

In skupno transportno delo je vsota transportnih del.

$$STD = \sum TD_i$$

Transportni sistem mora biti sposoben opraviti to delo – prepeljati količino izdelkov na predvideni razdalji v enoti časa.

Zaradi izgub in motenj na transportni poti, kapaciteta sistema mora biti večja kot je **STD**.

Transportno sredstvo se giblje na razdalji L s hitrostjo v . Čas transporta oziroma je tako $t_t = L / v$ (h).

To je efektivni čas transporta. Proces pa lahko vključuje še nalaganje in razkladanje oziroma čas rokovanja t_r . Po razkladanju se transportno sredstvo lahko vrača prazno na začetek (ta delež je zelo velik). Če je pot praznega vozila L_p s hitrostjo v_p je čas vračanja:

$$t_{vr} = L_p / v_p \text{ (h)}.$$

V času transportiranja pa se pojavijo motnje zaradi prometa, slabega načrtovanja poti in ovir na poti, ki jih je mogoče zajeti s faktorjem transporta F_t , ki je 0,8 do 1. Pojavi se predvsem pri transportnih sistemih z vozili in tam kjer se material giblje naključno (valjčne proge in trakovi, ki niso polno izkoriščeni).

Učinkovitost transportnega sistema E_{ts} je tako podana z enačbo:

$$E_{ts} = [(L / v) / (L / v + t_r + L_p / v_p)] \times F_t$$

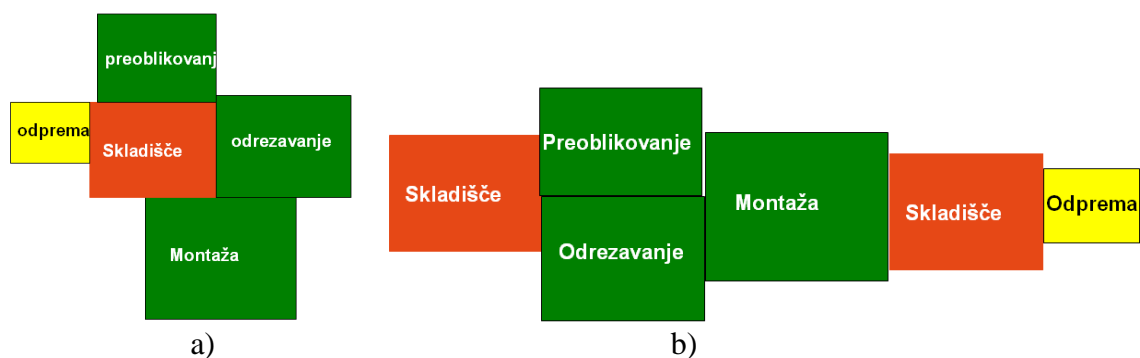
Na osnovi tega dobimo zahtevano kapaciteto transportnega sistema:

$$\text{Kapaciteta sistema} = STD / E_{ts} \text{ v kos-m/h.}$$

Natančno določitev kapacitete sistema pa je mogoče določiti le z merjenjem in zelo dobro s simulacijo.

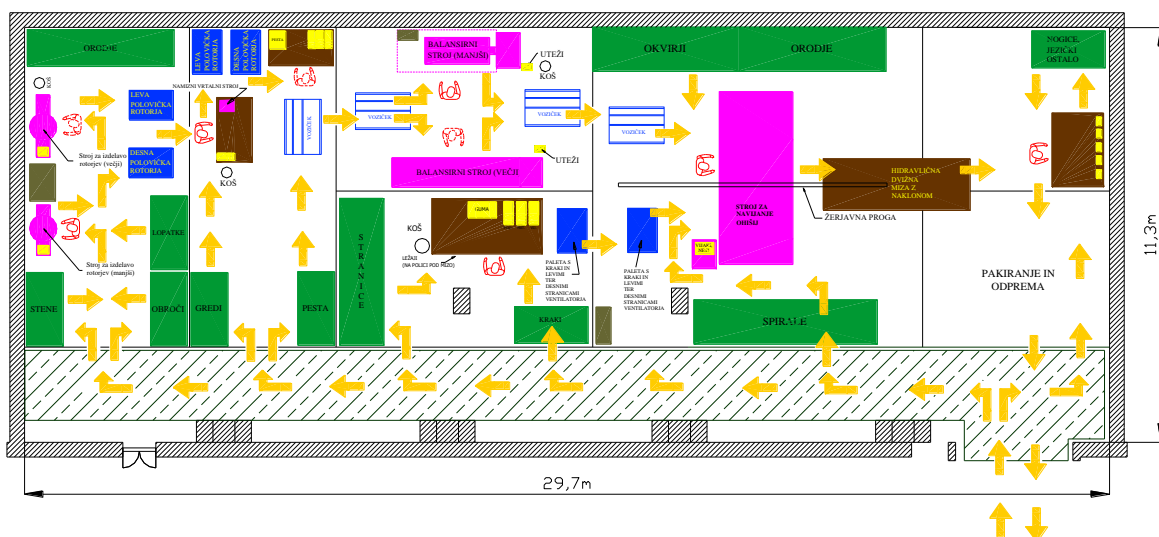
Na osnovi zahtevane kapacitete sistema in vrste materiala, procesov in drugih veličin je za nadaljevanje načrtovanja transportnih sistemov treba izdelati dejanski tloris proizvodnje in ga optimirati.

Razmestitev oddelkov in s tem tudi transportne poti v proizvodnem podjetju so povezane z organiziranostjo prometa (slika 3. 35). Po pravilu so oddelki, do katerih teče največ materiala najbližji.



Slika 3.35. Idealna postavitev oddelkov pri a – zvezdastem transportu, pri krožnem transportu.

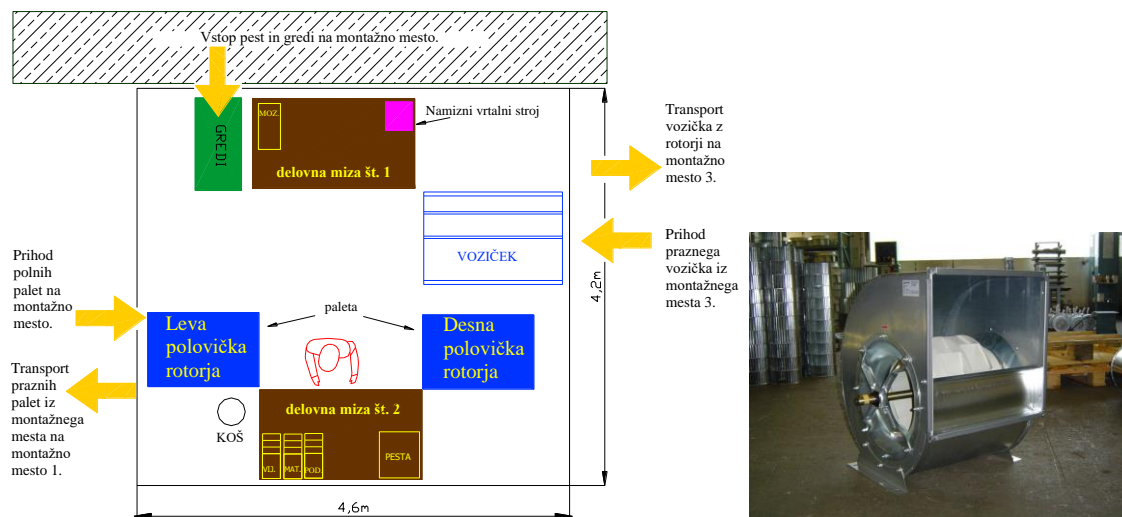
V samem oddelku se moramo odločiti kakšen organizacijski princip proizvodnje bomo imeli, kako bo se material premika med mesti, kašne naprave bomo uporabljali. Za prikazan primer je transport sestavnih delov in odvoz izdelka z viličarji, ki pripeljejo palete s sestavnimi deli. Transport med montažnimi mesti pa je urejen z ročnimi vozili.



Slika 36. Primer dejanskega tlorisa z vrisanimi potmi, gibanjem materiala in montažnimi mesti

V tlorisu moramo zapisati (slika 3.36):

- Razporeditev izdelovalnih mest in skladišč v merilu
- Mesto nalaganja
- Mesto razkladanja
- Možne poti med tema lokacijama
- Razdalje, ki jih je treba premagati
- Vzorce toka materiala – možnosti kombiniranja, kje je mogoče dodajati material
- Skupni prostor za prometne poti med oddelki in v oddelkih
- Vključitev transportnih in drugih naprav v tloris.



Slika 3.37. Oblikovanje delovnega mesta z vidika toka materiala

Materialni tok pove kakšen je tok materiala skozi podjetje oziroma med posameznimi delovnimi mesti ali oddelki. Glede na tehnološki postopek določa poti materiala in razmestitev delovnih mest ter razmestitev delovnih sredstev v podjetju.

Pri načrtovanju notranjega transporta je treba zasledovati naslednje cilje

- Najmanjši stroški notranjega transporta,
- Najmanjši stroški vezave kapitala v medfaznih zalogah (določeni izdelki imajo preden so dokončno izdelani opravljene določene operacije, zato predstavljajo vezan kapital, ki se nam povrne šele takrat, ko bomo te izdelke prodali),
- Najmanjše število transportnih sredstev,
- Najmanjše število osebja, ki je potrebno za izvajanje transporta,
- Najmanj skladiščnega prostora.

3.6 Sredstva za hranjenje materiala med transportom in skladiščenjem

Material transportiramo in skladiščimo v urejenem in neurejenem stanju. *Hranjenje v neurejenem stanju* (slika 3.38) opredeljuje stanje kosovnega materiala, ko ni poznan natančen položaj kosov materiala v prostoru oziroma glede na izbran koordinatni sistem stroja ali strežne naprave in ko ni poznana njegova usmerjenost.

Material v neurejenem stanju skladiščimo, prenašamo, hranimo in transportiramo v različnih zabojih, na paletah ali škatlah – ki jih v proizvodnji pogosto imenujemo embalaža. Pri stregi uporabljamo *industrijsko embalažo* za kosovni material, za trakove in palice. Izdelki, ki gredo v prodajo oziroma na trg pa se shranjujejo v tako imenovano *potrošniško embalažo*.

Značilnosti industrijske embalaže:

- Glede na material ločimo kovinsko, leseno, plastično in leseno embalažo.
- Po obliki so to palete, zaboji, škatle, kontejnerji in vreče.
- Glede na logistični proces pa notranjo in zunanjo embalažo.
- Embalaža je lahko vračljiva, ali za enkratno uporabo.

- Embalaža je lahko za surovce, sestavne dele, polizdelke in končne izdelke.
- Embalaža je v proizvodnji služi predvsem hranjenju in zaščiti materiala pred poškodbami.
- Dimenzije so različne, vendar pa se vedno pogosteje uporabljajo tako imenovane Euro dimenzije palet in zabojev. Standardizacija in tipizacija embalaže znižujeta stroške logistike.
- Embalaža mora biti okolju prijazna.



a



b

Slika 3.38. Surovci v neurejenem stanju, a – v zaboju, b – na paleti

Veličine, ki vplivajo na izbor embalaže za hranjenje kosovnega materiala v neurejenem stanju so ter število kosov, ki je v embalaži shranjeno:

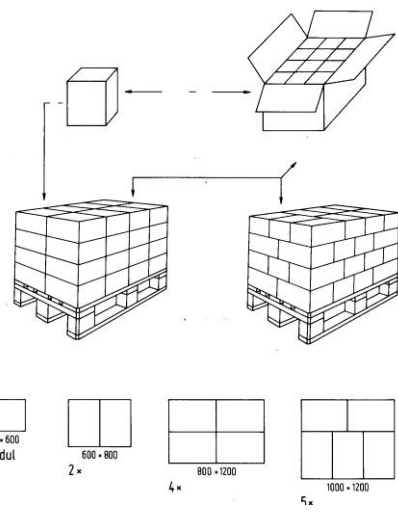
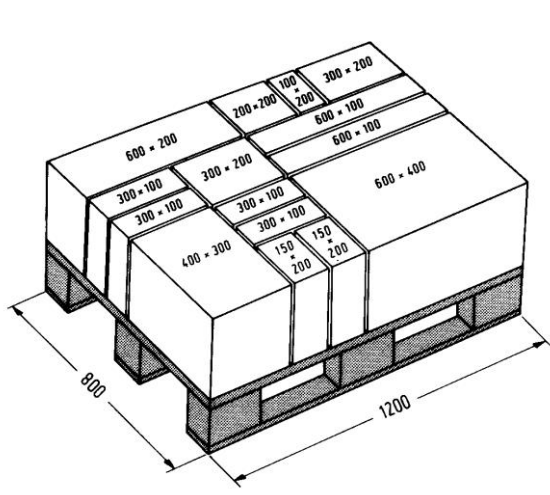
- Dimenzije kosovnega materiala
- Velikost in pogostnost naročil oziroma odpoklicev
- Namen (povezovanje med izdelovalnimi enotami ali hranjenje pred procesom strege na delovnem mestu)
- Transportne naprave.

3.6.1 Palete

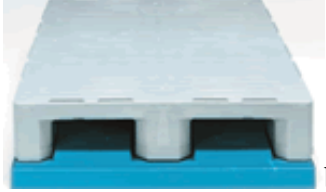
Paleta v proizvodnji uporabljamo za različne namene. Zato so tudi različnih oblik in dimenzij (slika 3.39). Za neurejeno hranjenje kosovnega materiala so lesene, kovinske ali plastične. So lahko za enkratno uporabo ali vračljive. Uporabljamo jih takrat ko so kosi materiala (surovci, sestavni deli, varjenci) večjih dimenzij, za kosovni material, ki se lahko zloga drug na drugega. Za hranjenje na paletah so primerni tisti surovci oziroma sestavni deli, ki imajo ravne ploskve, so dovolj togi in stabilni. Pri manjših surovcih oziroma sestavnih delih se uporabljajo še vmesna zaščita. Tako se izravnavajo nekatere neravnosti spodnje plasti na paleti.

Dimenzije palet so vedno v standardnih dimenzijah (slika 2.10 b) (na primer euro paleta meri 1200 x 800 mm) oziroma manjši moduli (na primer 400 x 600 mm). Izbira dimenzije je odvisna od vrste transporta in namena uporabe. Manjše palete se največkrat uporabljajo znotraj podjetja, večje pa med dobavitelji in podjetjem. Pri nalaganju na palete moramo upoštevati tudi skupno maso palet in bremena. Skupna teža je pomembna pri skladiščenju, transportu in prelaganju (viličarji, dvigala).

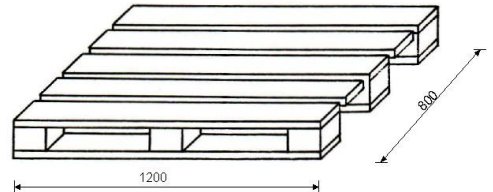
Z uporabo palet je skladiščenje bolj urejeno, premikanje materiala enostavnejše in je manj poškodb. V splošnem se z uporabo ustreznih palet znižajo stroški manipulacije, transporta ter skladiščenja, saj je mogoče nalagati paleta v skladiščih na regale ali drugo na drugo. S tem je izkoriščenost prostora boljša.



a



b

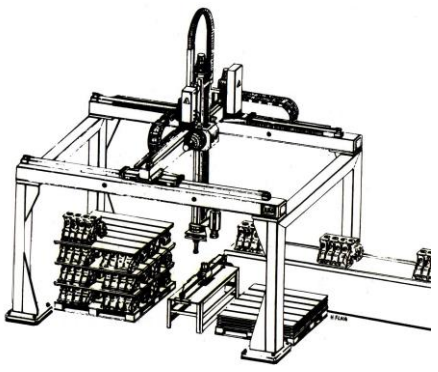


c

Slika 3.39. Oblike palet a - lesene, b – kovinske, c- lesene dimenzije



a



b

Slika 3.40. Material na paletah po naložitvi na palete - a in material pred in med razlaganjem - depaletizacijo - b

V proizvodnji se palete za hranjenje materiala v neurejenem stanju uporabljajo za transport od izdelave do montaže, za transport od skladišča do izdelovalnega oziroma montažnega mesta ter za transport od dobaviteljev polizdelkov v skladišča in nato do delovnega mesta. Večje dele se ob

začetku obdelave oziroma montaže jemlje delavec ali strežna naprava neposredno s palete ali pa se uporablja sistem za depaletizacijo (slika 3.40.)

Pri uporabi palet za enkratno uporabo - potrošnih palet ni stroškov za povratek palet k dobavitelju, ni stroškov vzdrževanja, po razložitvi jih ni potrebno skladiščiti, tako tudi ni potrebe po nadzoru toka palet. Izbran material mora tako biti primeren za uničenje (na primer sežig, če so lesene palete).

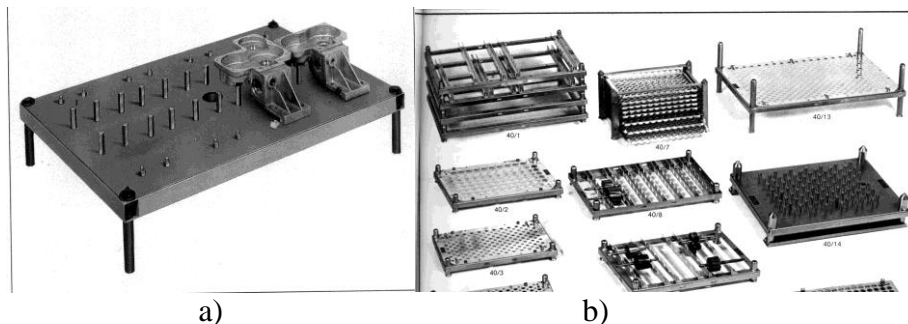
Lesene palete, ki so najpogostejše, so cenejše kot kovinske (razmerje 1:8 do 10), lažje jih je popravljati, ne rjavijo vendar jih manjkrat ponovno uporabimo (razmerje 1:50). Tudi lažje so. Vendar pa kovinske zahtevajo manj popravil, vzdrževalni stroški so manjši (na življenjsko dobo) in ne gorijo. Vendar pa se v praksi še vedno uporabljajo več lesene palete. Na trgu pa je tudi veliko plastičnih palet in palet iz aluminija.

3.6.2 Palete za transport in hranjenje kosov v urejenem stanju

V avtomatizaciji in zaradi racionalizacije vedno pogosteje velja pravilo sestavne dele urediti samo enkrat, skozi obdelavo in montažo naj potujejo urejeni. V ta namen uporabljamo vrsto palet, ki so izdelana točno za določen sestavni del oziroma obdelovanec ali univerzalna s prestavljivimi elementi za pozicioniranje. Urejeni kosi omogočajo avtomatizacijo dodajanja na obdelovalne stroje kakor tudi dodajanje v procesu montaže. S tem se poceni tudi proizvodnja saj odpadejo urejevalne naprave.



Slika 3.41. Namenske palete z urejenimi sestavnimi deli – plastične



Slika 3.42. Kovinske palete, a – namenske, b – univerzalne

Za lažje obdelovance in sestavne dele so palete plastične in cenene (slika 3.41.), za težje pa so kovinske, pogosto univerzalne in modugno grajene še posebno če so serije obdelovancem manjše (slika 3.42.).

Vedno pogosteje se zahteva, da dobavitelji dobavijo urejene sestavne dele na montažo na ustreznih paletah, ki so prilagojene strežni napravi – robotu. Na paletah so obdelovanci dobavljeni na stružilne celice in v avtomatizirane montažne sisteme.

3.6.3 Zaboji

Za shranjevanje materiala v neurejenem stanju manjših dimenzij, nestabilnih surovcev oziroma izdelkov, ki jih je treba zaščititi pred poškodbami uporabljamo različne vrste **zabojev**. V preteklosti so bili to največkrat kovinski zaboji, za manjše izdelke pa tudi leseni zaboječki. Uporabljeni so lahko tudi plastični, iz mreže, zaboji z okvirji in podobno (slika 2.12, 2.13, 2.14). Zaboji s katerimi se material pripelje do podjetja se uporabljajo tudi za skladiščenje in transport do delovnega mesta.



Slika 2.12. Plastični zaboji v standardnih dimenzijah



a



b

Slika 2.13. Kovinski zaboji a - za manjše izdelke, b - za večje izdelke

Odvisno od stopnje avtomatizacije in vrste naprave za urejanje, se material jemlje ročno neposredno iz zabojev ali pa iz zaboja jemlje ali nalaga avtomatično (slika 2.15 in 2.16).



a



b

Slika 2.14. Zaboji z mrežo - a in okvirji - b



Slika 2.15. Avtomatizirano nalaganje v zaboje z okvirji oziroma jemanje iz zabojev



Slika 2.16. Zaboji na vozičkih ob varilnem mestu in ročno jemanje neposredno iz zabojev

Dimenzije zabojev so določene s standardi . V splošnem so vedno vračljivi, le izjemoma so samo za enkratno uporabo. Za prenos obdelovancev v neurejenem stanju med izdelovalnimi mesti se uporabljajo manjše dimenzije zabojev odvisno od zahtevane vmesne zaloge in enot odpoklica. V proizvodnji je zaželeno, da je vmesna zaloga čim manjša (material v zabojih). Prevelike vmesne zaloge daljšajo pretočne čase, slabšajo preglednost nad potekom izdelave in večajo stroške za nedokončano proizvodnjo. Tako je treba določiti število kosov embalaže in optimalno število enot v embalaži.

3.6.4 Ostala embalaža

Material v kosih pa pred uporabo pride do izdelovalnih mest lahko v papirnatih ali plastičnih vrečkah ter kartonastih škatlah. Največkrat se ta embalaža uporablja v montaži, v njej hranimo male sestavne dele, ki so manjših dimenzij in jih pred uporabo pretresemo v urejevalnike in dodajalnike.

Kartonasta embalaža je standardizirana, podobno kot zaboji, v modulnih dimenzijah. Je skoraj vedno nevračljiva. Znotraj procesa uporabljajo kartonaste škatle za lahke sestavne dele v montaži. Izdelki, ki gredo na trg se pakirajo v kartonske škatle, ki spadajo v potrošniško embalažo. Pri tem je sledenje materiala pogosto mogoče samo preko sledenja embalaže. Pogosto embalaža prodaja izdelek in tudi ščiti izdelek pred vremenskim vplivom in poškodbami.

Tekoči material se hrani v plastičnih in kovinskih sodih, steklenicah in kozarcih, pločevinkah tubah in podobno.

LITERATURA

Kopač J., D. Noe: Strega in montaža, skripta, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 1989.

Pfohl, H.-C.: Logistiksysteme, Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Springer-Verlag, Berlin 1985

Eversheim , W.: Organisation in der Produktionstechnik, Band 4, Fertigung und Montage, VDI Verlag Düsseldorf, 1989

Groover, M.P.: Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing, Third Edition, Pearson Education Inc. Prentice Hall, New Jersey 2008