

1. UVOD U LOGISTIČKE SISTEME

1.1. Definicija logističkih sistema¹

Logistika se bavi planiranjem i kontrolom tokova materijala i povezanih informacija u organizacijama, kako u javnom tako i u privatnom sektoru. *1

Uopšteno govoreći, zadatak logistike je da isporuči odgovarajuće materijale na pravo mesto u pravo vreme, uz optimizaciju performansi posmatranog sistema (npr. minimiziranje ukupnih operativnih troškova) i zadovoljavanje postavljenog skupa ograničenja (npr. ograničenje budžeta). *2

Primena logističkih sistema: *3

- U vojnom kontekstu, logistika se bavi snabdevanjem trupa hranom, naoružanjem, municijom i rezervnim delovima, kao i transportom samih trupa.
- U civilnim organizacijama, problemi logistike se susreću u firmama koje proizvode i distribuiraju robu. Ključno pitanje je odlučiti kako i kada sirovine, poluproizvode i gotovu robu treba nabaviti, premestiti i uskladištiti.
- Logistički problemi se javljaju i u firmama i javnim organizacijama koje pružaju usluge. Ovo je slučaj odnošenja smeća, dostave pošte, javnih komunalnih usluga i postprodajnih usluga itd.

Značaj logistike

Logistika je jedna od najvažnijih delatnosti u savremenim društvima.

- Procenjeno je da su ukupni logistički troškovi američkih kompanija 1997. godine iznosili 862 milijarde dolara, što odgovara približno 11% bruto domaćeg proizvoda (BDP) SAD. Ovaj trošak je veći od zbirnih godišnjih izdataka vlade SAD za socijalno osiguranje, zdravstvene usluge i odbranu.
- Logistički troškovi predstavljaju značajan deo prodajne cene proizvoda, kao što je prikazano u tabeli I-1. Podaci se odnose na kompanije iz EU 1993. godine.

Tabela I-1. Troškovi logistike (kao procenat BDP-a) u zemljama EU (T - transport; S - skladištenje; Z - zalihe; A - administracija)

Sektor	T	S	Z	A	Total
Hrana/piće	3.7	2.2	2.8	1.7	10.4
Elektronika	2.0	2.0	3.8	2.5	10.3
Hemijska industrija	3.8	2.3	2.6	1.5	10.2
Automobilska industrija	2.7	2.3	2.7	1.2	8.9
Farmaceutska industrija	2.2	2.0	2.5	2.1	8.8
Novine	4.7	3.0	3.6	2.1	13.4

¹ G. Ghiani, G. Laporte and R. Musmanno : *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*, © 2004 John Wiley & Sons, Ltd

Logistički sistem se sastoji od **objekata** povezanih **transportnim uslugama**. *4

- **Objekti** su lokacije na kojima se obrađuju materijali, npr. proizvode, skladište, sortiraju, prodaju ili konzumiraju. Oni uključuju proizvodne i montažne centre, skladišta, distributivne centre (DC), pretovarne tačke, transportne terminale, maloprodajne objekte, deponije itd.
- **Transportnim uslugama** se prevoze materijali između objekata pomoću sredstava i opreme kao što su kamioni, traktori, prikolice, palete, kontejneri, automobili, vozovi, plovila itd.

1.2. Lanci snabdevanja

Lanac snabdevanja je složen logistički sistem u kome se sirovine pretvaraju u gotove proizvode i zatim distribuiraju krajnjim korisnicima (kupcima ili kompanijama). *5

Slika I-1, prikazuje elementarni lanac snabdevanja (nije nužno globalan) sa tri osnovna entiteta – proizvođač sa jednim dobavljačem i jednim kupcem. *6



Slika I-1. Elementarni lanac snabdevanja.

Većina modela lanaca snabdevanja, kako teoretskih tako i primenjenih, uključuje **proizvodnu firmu** u sredini (iako uslužne firme takođe imaju lance snabdevanja) sa **dobavljačem** materijala ili komponenti na uzvodnoj strani i **kupcem** na nizvodnoj strani.

Tri „entiteta“ (dobavljač, proizvođač, kupac) koja obavljaju procese mogu biti poslovne ili vladine organizacije ili (barem u teoriji) pojedinci. Oni takođe mogu biti odeljenja ili funkcionalne celine ili pojedinci u okviru veće organizacije. Postoje unutrašnji kao i eksterni lanci snabdevanja.

- Dobavljač obezbeđuje (proizvođaču) materijale, energiju, usluge ili komponente za upotrebu u proizvodnji proizvoda ili usluge.

- Proizvođač koji koristi usluge, materijale, zalihe, energiju i komponente za potrebe proizvodnje gotovih proizvoda za kupca.
- Kupac je krajnji korisnik gotovih proizvoda.

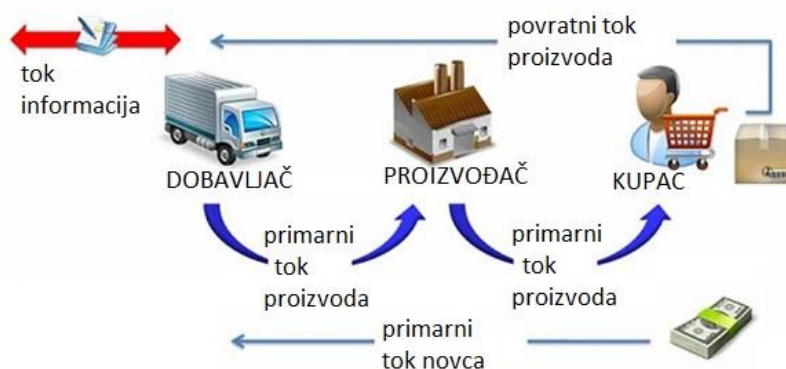
Proizvodi prolaze kroz lanac snabdevanja od izvora sirovina (dobavljača) do kupaca, osim zastarelih, oštećenih i nefunkcionalnih proizvoda koji se moraju vratiti proizvođaču odnosno dobavljaču radi popravke ili odlaganja.

Većina informacija ide obrnutim putem. One prolaze kroz lanac snabdevanja unazad od kupaca do dobavljača sirovina.

Takođe, tok novca kroz lanac snabdevanja je unazad od kupaca do dobavljača.

Tokovi proizvoda i informacija ne mogu trenutno da se kreću kroz lanac snabdevanja. Prvo, transport tereta između izvora sirovina, proizvodnih pogona i mesta potrošnje obično oduzima mnogo vremena. Drugo, proizvodnja može da potraje dugo, ne samo zbog same obrade, već i zbog ograničenog kapaciteta fabrike (ne mogu se svi proizvodi koji su u potražnji proizvesti odjednom). Konačno, informacije mogu sporo teći jer prikupljanje, prenos i obrada narudžbine zahtevaju vreme ili zato što trgovci na malo poručuju periodično (npr. jednom nedeljno), a distributeri periodično donose odluke o dopuni (npr. dva puta nedeljno).

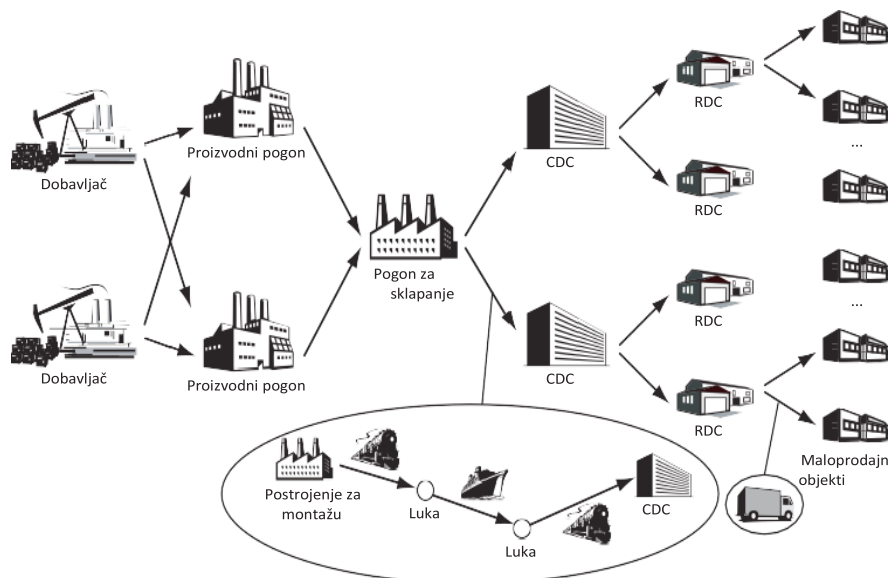
Na slici I-2, prikazani su tokovi informacija, proizvoda i novca u okviru lanca snabdevanja.



Slika I-2. Tokovi informacija, proizvoda i novca. *7

Primarna svrha lanca snabdevanja je da zadovolji potrebe kupaca. Lanci snabdevanja teže da maksimiziraju ukupnu generisanu vrednost (zaradu) koja je jednaka razlici između onoga što kupac plati i ukupnog uloženog truda da se ispune zahtevi kupca.

Na slici I-3 prikazan je primer lanca snabdevanja, koji uključuje dobavljače, proizvodne pogone, skladišta (distributivne centre – DC) i maloprodajne objekte, u kome se sistemi proizvodnje i distribucije sastoje od po dve faze. U proizvodnom sistemu, komponente i poluproizvodi se proizvode u dva proizvodna pogona, dok se gotovi proizvodi sklapaju u drugom pogonu (pogon za sklapanje).



Slika I-3. Primer lanca snabdevanja.

Sistem distribucije se sastoji iz dva centralna distributivna centra (CDC) koja se snabdevaju direktno iz pogona za sklapanje, koji opslužuju po dva regionalna distributivna centra (RDC). U zavisnosti od karakteristika proizvoda i potražnje, može se ispostaviti da je prikladnije dizajnirati lanac snabdevanja bez odvojenih proizvodnih i montažnih pogona, ili npr. bez RDC-a itd. Svaka od transportnih veza na slici I-2 može biti jednostavna transportna linija (npr. kamionska linija) ili složeniji transportni proces koji uključuje dodatne objekte (npr. lučke terminale) i kompanije (npr. prevoz železnicom). Slično tome, svaki objekat (entitet) na slici I-2 se sastoji od nekoliko uređaja i podsistema. Na primer, proizvodni pogoni sadrže mašine, transportne trake ili drugu opremu za rukovanje materijalom, dok DC uključuju regale, viljuškare ili automatske sisteme za skladištenje.

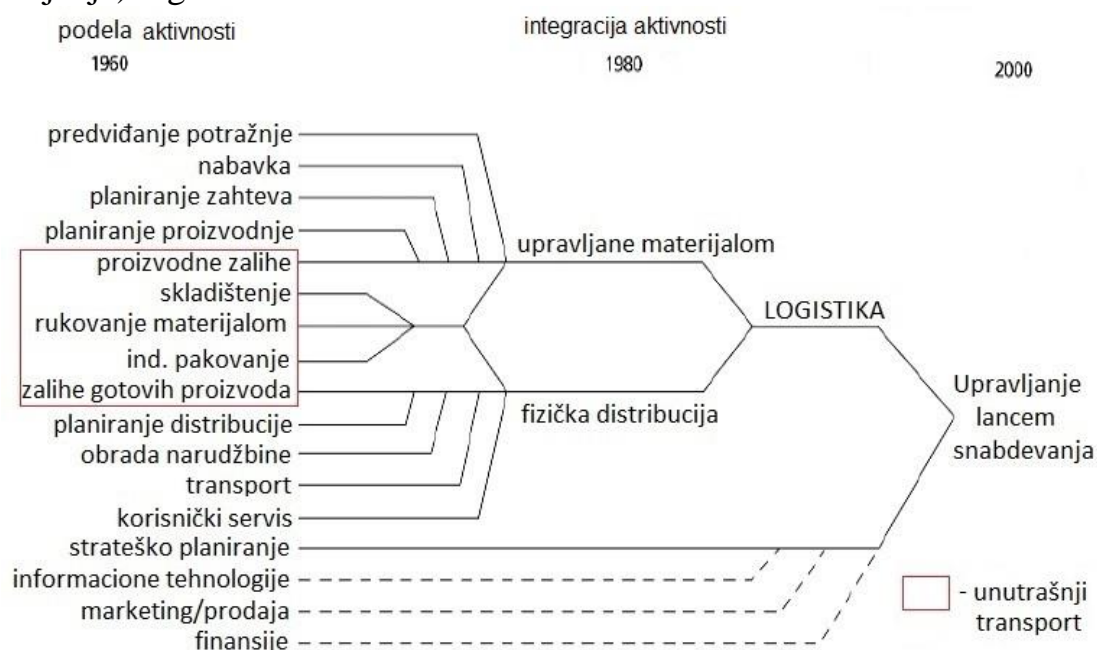
1.3. Upravljanje lancem snabdevanja vs. upravljanje logistikom²

Upravljanje lancem snabdevanja obuhvata planiranje i upravljanje svim aktivnostima uključenim u nabavku, proizvodnju (preradu), i sve aktivnosti upravljanja logistikom. Ono što je važno, takođe uključuje koordinaciju i saradnju sa partnerima, koji mogu biti dobavljači, posrednici, pružaoci usluga i kupci. U suštini, upravljanje lancem snabdevanja integriše ponudu, potražnju i menadžment unutar i među preduzećima. *8

² Council of Supply Chain Management Professionals, <http://cscmp.org/>.

Upravljanje logistikom je onaj deo upravljanja lancem snabdevanja koji efikasno i efektivno planira, sprovodi i kontroliše tok unapred i unazad proizvoda (usluga) i srodnih informacija kao i skladištenje robe, između mesta porekla i mesto potrošnje u cilju zadovoljenja zahteva kupaca. *9

Na slici I-4 prikazana je veza između (upravljanja) lancem snabdevanja i (upravljanja) logistikom.



Slika I-4. Evolucija logistike u lanac snabdevanja.

Upravljanje materijalom predstavlja način na koji preduzeće nabavlja materijale (npr. sirovine ili delove), kako rukuje sa njima kada stignu u preduzeće i kako ih priprema za isporuku. *10

Fizička distribucija je način na koji preduzeće isporučuje svoj proizvod na tržište, tj. kupcima ili trgovcima na malo. *10

Često kretanje materijala prelazi granice industrije u obliku kretanja sirovina materijala od izvora (dobavljača) do preduzeća ili u obliku gotovih proizvoda od preduzeća do punktova potrošnje (kupaca). Ova kretanja materijala na velike udaljenosti se generalno nazivaju transportom materijala kroz različite vidove transporta kao što su drumski, železnički, brodski ili vazdušni. Transport je generalno isključen iz obima rukovanja materijalom. Međutim, na svakom od izvora i odredišta, utovar i istovar materijala je neophodan i oni se nazivaju rukovanje materijalima na lokacijama.

Tokovi materijala vezani za: proizvodne zalihe, skladištenje, rukovanje materijalom, industrijsko pakovanje, zalihe gotovih proizvoda odnose se na tzv. „unutrašnji transport“ (uokvireno crveno na slici I-4).

2. UNUTRAŠNJI TRANSPORT

Unutrašnjim transportom se naziva ono prenošenje, premeštanje i prevođenje sirovina, predmeta i proizvoda koji su u vezi sa odvijanjem proizvodnje i poslovanja unutar prostora i objekata (zgrade, hale) preduzeća. *11

Unutrašnji transport započinje preuzimanjem sirovina ili proizvoda, a završava utovarivanjem upakovane robe i proizvoda na vozila za otpremu kupcima ili trgovcima na malo. Kao poseban deo unutrašnjeg transporta izdvaja se transport u procesu proizvodnje ili poslovanja, kao i transport na radnom mestu (rukovanje materijalom).

Osnovna načela unutrašnjeg transporta su: *12

1. Transport treba, ako je moguće, isključiti.
2. Transport, kada ga nije moguće isključiti, treba mehanizovati.
3. Prvo je potrebno pravilno projektovati metode rada i način transporta, a potom birati optimalna sredstva za transport.

Za ekonomičnost toka materijala (sirovina, predmeta, proizvoda) je odlučujuće kako je unutrašnji transport uklopljen u opštu organizaciju preduzeća.

Proizvodnja je ekonomičnija što se sirovina pre pretvori u proizvod. Tome doprinosi pravilan tok materijala i proizvoda. Radionice i radna mesta treba rasporediti tako da sirovine ili budući proizvodi prelaze najkraće puteve, po mogućnosti bez povratnih tokova i menjanja smera od jednog do drugog radnog mesta.

Unutrašnji transport zavisi od rasporeda funkcionalnih površina, kao i od same delatnosti preduzeća, a obuhvata tri osnovna faktora:

- **povezanost prostora** – odnosi se na rastojanje kao i količinu materijala koji se kreće između pojedinih funkcionalnih površina, npr. između mašinske i bravarske radionice.
- **veličinu prostora** – odnosi se na vrstu i oblik prostora što zavisi od obima proizvodnje i vrste delatnosti preduzeća.
- **uskladjivanje pojedinih prostora (površina)** – zavisi od tehnološke povezanosti i građevinskih ograničenja, npr. logično je da se bliže ulazu postavi priprema materijala (sečenje i sl.) a tek onda mašinska obrada kao i da se oblik i dimenzije funkcionalnih površina usklade sa ukupnom površinom.

Na raspored funkcionalnih površina i ukupnu fabričku površinu utiču i faktori fabričkog snabdevanja i pomoćnih službi, a to su:

- električna energija (za proizvodnju i rasvetu),
- voda (za piće, proizvodnju, hlađenje, protivpožarnu zaštitu),
- grejanje, hlađenje i ventilacija,

- kanalizacija (tretman otpadnih tečnosti, odvod atmosferske i sanitarne vode),
- goriva, maziva, gasovi,
- uklanjanje otpadaka iz proizvodnje,
- uklanjanje dima, isparenja, prašine, prljavštine,
- komprimovani vazduh ili vakum,
- telefonska, računarska mreža, internet.

U praksi se sreću tri osnovna oblika toka materijala od kojih zavisi i oblik prostora (funkcionalnih površina): (slika I-5) *13

- pravolinijski tok,
- tok u obliku slova U, i
- tok u obliku slova L.

PRAVOLINIJSKI TOK

Karakteristike:

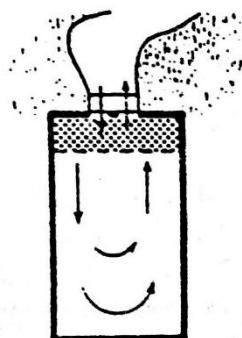
- pregledna dispozicija,
- proširenje moguće u sličnim proporcijama, bez većih rekonstrukcija početne površine.



TOK U OBLIKU SLOVA - U

Karakteristike:

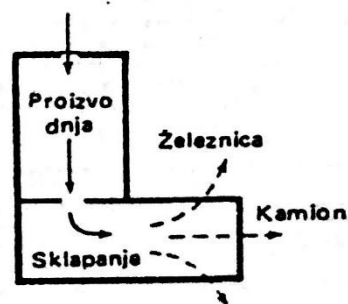
- jedna saobraćajnica,
- isto mesto ulaza/izlaza,
- prijem/otprema na istom mestu,
- ulazno i izlazno skladište jedno pored drugog.



TOK U OBLIKU SLOVA - L

Karakteristike:

- veća mogućnost pristupa za različite vrste transporta
- površine se lakše mogu razdvojiti jedna od druge.



Slika I-5. Zavisnost oblika prostora od toka materijala.

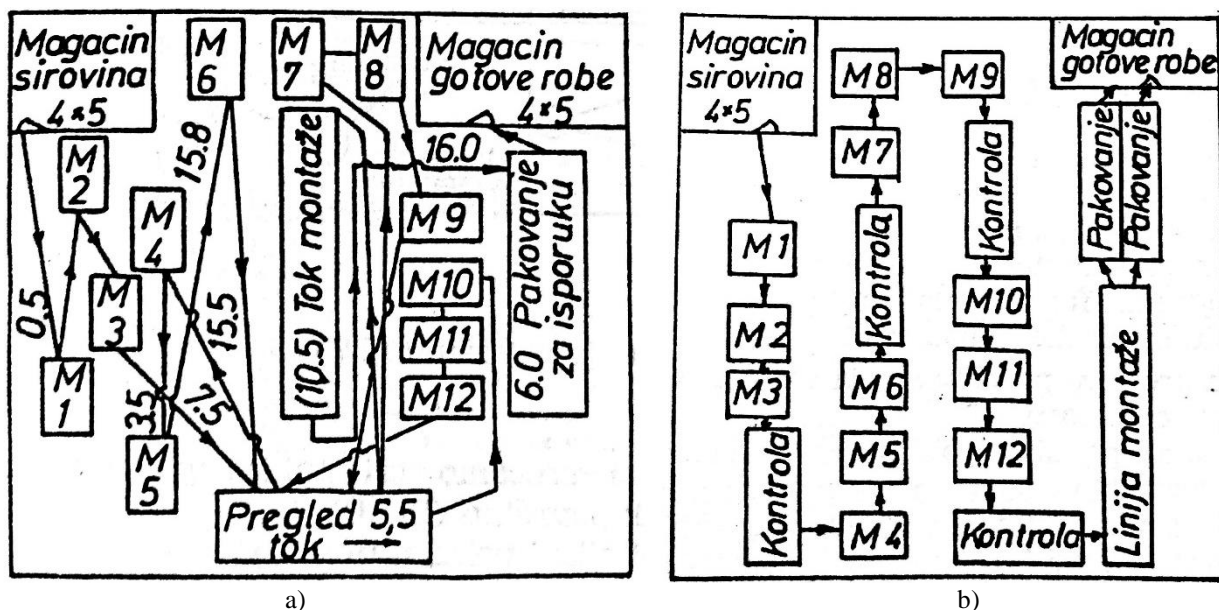
Na oblik i veličinu funkcionalnih površina utiče i niz faktora koji se u krajnjoj instanci manifestuju preko rasporeda mašina. Mašine se mogu raspoređivati:

- po operacijama,
- po vrstama obrade,
- po metodi trougla,
- mešoviti raspored.

Uslov da bi se uopšte mogao napraviti raspored mašina je da postoji:

- proizvodni program,
- tehnološka sposobnost mašina,
- razrađeni postupci i metode proizvodnje.

Na slici I-6 prikazano je na koji način poboljšanje tehnološkog procesa boljim rasporedom mašina što dovodi i do racionalizacije unutrašnjeg transporta, a) – prethodno stanje, b) – poboljšano stanje.



Slika I-6. Racionalizacija unutrašnjeg transporta.

2.1. Rukovanje materijalima

Rečeno jednostavnim jezikom, rukovanje materijalima je utovar, premeštanje i istovar materijala. Da bi se to uradilo bezbedno i ekonomično, koriste se različite vrste pribora, sprava i opreme, u tom slučaju se rukovanje materijalima se naziva mehanizovano rukovanje materijalima.

Svaka ljudska aktivnost koja uključuje materijale zahteva rukovanje materijalima. Međutim, u oblasti inženjerstva i tehnologije, termin rukovanje materijalima se koristi u odnosu na industrijsku aktivnost. U bilo kojoj industriji, bilo da je ona velika ili mala, koja uključuje proizvodnju ili građevinske radove, materijalima se mora rukovati bilo da su sirovine, poluproizvodi ili gotovi proizvodi od mesta prijema i skladištenja sirovina, kroz proizvodne procese pa do mesta skladištenja i otpreme gotovih proizvoda. Drugim rečima rukovanje materijalima predstavlja premeštanje materijala na kratkim udaljenostima koje se obično odvija unutar granica zgrade kao što je fabrika ili skladište i između zgrade i mesta prijema/otpreme materijala u preduzeću.

Rukovanje materijalima kao takvo nije proizvodni proces i stoga ne doprinosi vrednosti finalnog proizvoda. Rukovanje materijalima košta, stoga ga treba eliminisati ili bar smanjiti što je više moguće. Međutim, važna tačka u korist rukovanja materijalima je da ono pomaže proizvodnji. Zavisno od težine, zapremine i protoka materijala, mehanizovano rukovanje materijalima može postati neizbežno.

U mnogim slučajevima mehanizovano rukovanje smanjuje troškove ručnog rukovanja materijalima.

Uobičajeni pristup projektovanju sistema rukovanja materijalima je da se sistema rukovanja materijalima smatra troškom koji treba minimizirati. *14

Rukovaje materijalima u različitim vrstama industrija može biti raznoliko koliko i same industrije. Kao posledica toga, nema univerzalno prihvaćene definicije rukovanja materijalima.

Neke od postojećih definicija rukovanja materijalima su: *14a

- Rukovanje materijalima je kretanje i skladištenje materijala po najnižim mogućim troškovima uz korišćenje odgovarajućih metoda i opreme.
- Rukovanje materijalima je premeštanje materijala ili proizvoda na bilo koji način, uključujući skladištenje i sva kretanja osim operacija obrade i pregleda.
- Rukovanje materijalima je umetnost i nauka transportovanja, podizanja, pozicioniranja, transporta, pakovanja i skladištenja materijala.

Dobro projektovanim sistemom rukovanja materijalima postiže se sledeće: *15

- poboljšanje efikasnosti proizvodnog sistema dostavljanjem prave količine isporučenih materijala na pravo mestu u pravo vreme na najekonomičniji način,
- smanjenje indirektnih troškova rada,
- smanjenje oštećenja materijala tokom skladištenja i kretanja,
- maksimalno iskorišćenje prostora pravilnim skladištenjem materijala,
- minimiziranje nezgoda tokom rukovanja materijalom,
- smanjenje ukupnih troškova poboljšanjem rukovanja materijalima,
- poboljšanje usluge za korisnike snabdevanjem materijala na način pogodan za rukovanje.

Za određene industrije, kao što su procesna industrija, teška prerađivačka industrija, građevinarstvo, rudarstvo, brodogradnja, avio industrija itd., količine materijala koje se premeštaju su velike ili sami materijali su teški, tako da ove industrije jednostavno ne mogu da rade bez odgovarajućeg mehanizovanog rukovanja materijalima.

Međutim, ne treba zanemariti ni negativne aspekte sistema za rukovanje materijalima, i to: *16

- dodatni investicioni troškovi su potrebni za uvođenje bilo kog sistema rukovanja materijalom,
- kada se sistem rukovanja materijalom implementira, fleksibilnost za dalje promene postaje u velikoj meri smanjena,
- sa ugrađenim integrisanim sistemom za rukovanje materijalima, kvar/zaustavljanje u bilo kom njegovom delu dovodi do povećanog zastoja proizvodnog sistema,
- sistemu za rukovanje materijalom je potrebno održavanje, pa svako dodavanje sredstava za rukovanje materijalom stvara i dodatne troškove održavanja.

2.2. Principi organizacije rukovanja materijalima

Dobra organizacija sistema rukovanja materijalom trebalo bi da se bazira na određenim principima. Osnovni principi za analizu i projektovanje rešenja za probleme rukovanja materijalima su razvijeni tokom određenog vremenskog perioda na osnovu iskustva mnogih stručnjaka u oblasti rukovanja materijalima.

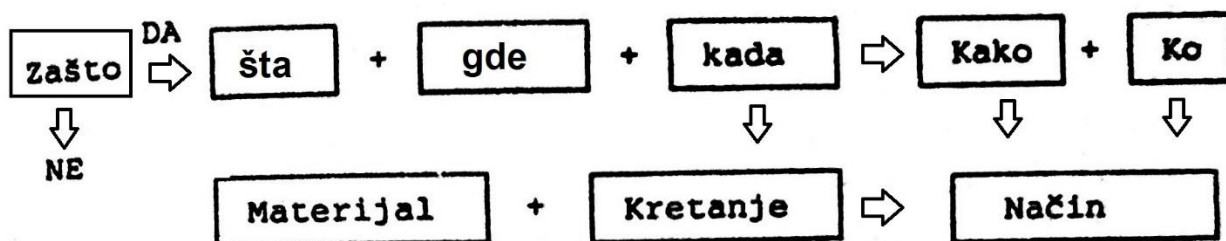
Osnovni principi rukovanja materijalima su:³ *17

1. Sve aktivnosti rukovanja treba planirati

Ovo je najosnovniji princip koji je u skladu sa jednačinom rukovanja materijalima, slika I-7. *18

Predlozi za sprovođenje principa planiranja su:

- razmotriti layout postrojenja pre usvajanja opreme,
- odrediti tačnu lokaciju za snabdevanje i odlaganje materijala. Napraviti plan za uklanjanje otpada,
- obezbediti adekvatan prostor za skladištenje na radnom mestu,
- izbegavati postavljanje materijala direktno na pod. Postaviti proizvod na paletu, platformu, podmetač itd. na početku procesa,
- koristiti isti kontejner tokom kretanja materijala, ukoliko je to izvodljivo,
- pridržavati se principa ekonomičnosti kretanja,
- planirati proizvodne operacije i inspekcije tokom kretanja materijala, ako je moguće,
- koristiti razumnu količinu ručnog rukovanja materijalom.



Slika I-7. Jednačina rukovanja materijalima.

Ako je rukovanje materijalima neophodno, onda:

MATERIJAL + KRETANJE → NAČIN.

Planiranje počinje pitanjem „ZAŠTO“ je uopšte potrebno razmatrano rukovanje materijalom. Ako je neophodnost je jasno izražena (DA), onda se razmatra novi sistem za rukovanje materijalom. Sledeće pitanje je „ŠTA“ tj. koja je vrsta materijala koji treba da se premesti „GDE“ i „KADA“. Odgovor na ovo pitanje vodi do metode koja treba da se primeni tj. „KAKO“ i „KO“ (ljudstvo/operator) će izvršavati rukovanje materijalima.

³ Hall, H.H., "List prepared and adopted by the College-Industry Committee on Materials Handling Education", 1965.

2. Sistemski princip

Integrirati što je moguće više aktivnosti rukovanja obuhvatajući pun obim operacija kao što su prijem, skladištenje, proizvodnja, inspekcija, pakovanje, skladištenje, otprema/transport.

Predlozi:

- uzeti u obzir ceo obim aktivnosti rukovanja,
- integrisati operacije u sisteme rukovanja npr. obradu, inspekcije, pakovanje itd.,
- izbegavati/minimizirati međuskladišta,
- prilikom projektovanja sistema za rukovanje materijalima, treba uzeti u obzir navike/zahteve dobavljača, klijenata i transportera,
- omogućiti neophodnu fleksibilnost s obzirom na buduće zahteve/hitne situacije.

3. Princip toka materijala *19

Planirati redosled operacija i raspored opreme kako bi se optimizovao tok materijala.

Predlozi:

- ukloniti prepreke koje se nalaze na tokovima materijala,
- planirati kretanje materijala direktnom putanjom (izbegavati hod unazad, cik-cak kretanje itd.),
- koristiti layout proizvodnje kad god je to moguće,
- postaviti povezane funkcionalne površine blizu jedna drugoj,
- kombinovati operacije da bi se smanjilo kretanje materijala,
- minimizirati kretanje između spratova,
- pomerati kabaste/teške materijale na što manju udaljenost,
- obrađivati teške/kabaste materijale blizu prijema.

4. Princip pojednostavljivanja

Smanjiti, kombinovati ili eliminisati nepotrebno kretanje i/ili opremu, čime se povećava efikasnost rukovanja materijalima.

Predlozi:

- primenite principe ekonomičnosti kretanja: izbegavajte nepotrebno rukovanje materijalima, eliminisati ponovno rukovanje materijalima što je više moguće,
- planirati direktno kretanje. Smanjiti ili eliminisati dugo, nezgodno ili komplikovano kretanje,
- prvi put dostavite materijale na tačno mesto,
- koristiti materijal iz originalnog pakovanja (kontejnera, palete), ako je moguće,
- izbegavati upotrebu raznih tipova, veličina i proizvođača opreme,
- planirati adekvatan kapacitet opreme za rukovanje materijalom,
- ne mehanizovati nepotrebno.

5. Princip gravitacionog kretanja *20

Koristiti gravitaciju za pomeranje materijala kad god je to izvodljivo.

Predlozi:

- koristiti valjkaste transportere, tobogane, kanale između opreme/procesa,
- koristiti rampe između različitih nivoa rada ili poda,
- koristite kosi pod kada je kretanje materijala ručnim (paletnim) kolicima uglavnom u jednom smeru,
- koristite spiralne gravitacione transportere za napajanje mašina na različitim spratovima.

6. Princip korišćenja prostora *21

Optimalno iskoristiti zapreminu zgrade.

Predlozi:

- rasporediti povezanu opremu/procese blizu jedan drugom,
- eliminisati ili smanjiti privremena skladišta materijala,
- slagati materijale da bi se iskoristila visina zgrade,
- koristiti regale ili police da bi se omogućilo veće slaganje,
- koristiti kontejnere za slaganje da bi se olakšalo slaganje,
- koristiti optimalne veličine narudžbina da bi se smanjile zalihe,
- čistiti skladišne prostore i redovno odlagati otpad,
- koristiti opremu koja može da radi u uskim prolazima da se smanji širina prolaza.

7. Princip veličine jedinice

Povećati količinu, veličinu, težinu tereta kojim se rukuje.

Predlozi:

- ispitati mogućnost objedinjavanja tereta,
- koristiti kontejnere za objedinjavanje tereta,
- nabavljati materijale u većim jedinicama,
- odrediti veličinu tereta kako bi se optimalno iskoristio kapacitet.

8. Princip bezbednosti *22

Metode rukovanja i upotreba opreme za rukovanje moraju biti bezbedni.

Predlozi:

- obezbediti adekvatne zaštite i sigurnosne uređaje na opremi za rukovanje materijalima,

- ni u kom slučaju preopterećenje opreme za rukovanje materijalima nije dozvoljeno,
- održavati pod u dobrom stanju,
- obezbediti adekvatno osvetljenje hale/radionice.
- obezbediti dobro održavanje,
- koristiti ogledalo na raskrsnicama prolaza,
- operateri opreme za rukovanje materijalima treba da budu adekvatno obučeni,
- bezbedno uzimati/odlagati materijale,
- opremu za rukovanje materijalima održavati u ispravnom stanju i ne koristiti neispravnu opremu,
- koristiti mehanizovanu opremu za rukovanje za složene aktivnosti rukovanja i za rukovanje opasnim materijalima,
- koristiti odgovarajuću ličnu zaštitnu opremu tokom rukovanja materijalima.

9. Princip mehanizacije/automatizacije *23

Kada je prikladno, koristiti mehanizovanu ili automatsku opremu za rukovanje materijalima.

Predlozi:

- mehanizovani sistem za rukovanje materijalima primeniti u sledećim slučajevima: (a) velike količine ili zapremine materijala, (b) kretnje koji se ponavljaju, (c) dugačke kretnje, (d) opasne kretnje/materijali, (e) poslovi pomeranja koje vrše dva radnika, (f) prekomerno ručno rukovanje, (g) zamena velikog broja lica uključenih u rukovanje, (h) teški materijali, (i) uklanjanje otpadaka, (j) opsluživanje mašina za automatizovanu proizvodnju velike brzine,
- izbegavati preteranu mehanizovanost.

10. Princip izbora opreme

Pre nego što se izabere oprema za rukovanje materijalima, razmotriti sve aspekte rukovanja materijalima, npr., materijale kojima se rukuje, kretanja koje treba izvršiti, metode koje treba koristiti.

Predlozi:

- izabrati raznovrsnu opremu,
- izabrati standardizovanu opremu,
- razmisliti o konceptu jediničnog tereta,
- pažljivo izaberati kapacitet opreme. Obezbediti dodatni kapacitet na osnovu budućeg plana,
- uporediti alternative na osnovu troškova rukovanja.

11. Princip standardizacije

Metode rukovanja materijalima i oprema treba da budu standardizovani u najvećoj mogućoj meri.

Predlozi:

- koristiti standardizovane kontejnere,
- kupiti standardne tipove i veličine opreme,
- koristiti standardne veličine paleta.

12. Princip fleksibilnosti

Koristiti metode i opremu koja može obavljati različite zadatke.

Predlozi:

- kupiti fleksibilnu opremu kao što su viljuškar, transporter itd.
- koristiti pogone sa promenljivom brzinom,
- koristiti odgovarajuće dodatke na opremi,
- koristiti palete, kontejnere itd.,
- koristiti mobilnu umesto fiksne opreme ako je moguće (npr. kamione umesto fiksnih transportera).

13. Princip mrtvog tereta

Smanjiti kretanje (premeštanje) mrtvog tereta.

Predlozi:

- prenosiva oprema za rukovanje materijalima treba da bude napravljena od lakih materijala kao što su aluminijum, magnezijum itd.
- koristiti lagane, palete, kontejnere itd.,
- razmotriti potrošne palete, kontejnere itd.,
- izaberati laganu opremu za mala opterećenja (terete).

14. Princip kretanja *24

Zaustavljanje mobilne opreme treba da bude minimalno.

Predlozi:

- smanjiti vreme utovara/istovara,
- utovarati/istovarati materijal dok je oprema za rukovanje materijalom u pokretu, ako je moguće.
- koristiti mehanizovanu opremu za utovar/istovar,
- planirati kretanje materijala u oba smera kretanja opreme za rukovanje materijalima,

- koristiti palete, kontejnere da bi se ubrzao utovar/istovar,
- koristiti uređaje kao što su kiperi, kontejneri sa pokretnim dnom za pražnjenje itd.

15. Princip mirovanja

Smanjiti vreme mirovanja ili neproduktivnosti opreme za rukovanje materijalima i radne snage.

Ovaj princip je sličan principu kretanja, što se tiče opreme za rukovanje materijalima, stoga su isti predlozi primenljivi. Dodatni predlozi za „radnu snagu“ su:

- isporučivati materijale odgovarajućom brzinom tako da operateri nemaju prazan hod,
- instalirati opremu za rukovanje da bi se smanjio ručni rad,
- kombinovati poslove, tj. jedan čovek upravlja dvema ili više mašina ili poslova.

16. Princip održavanja *25

Zakazati radove na održavanju i popravci opreme za rukovanje materijalima kako bi se minimizirao prekid rada.

Predlozi:

- pravilno obučiti operatere/osoblje za održavanje,
- pratiti procedure održavanja prema preporukama proizvođača,
- operateri treba da svakodnevno proveravaju stanje opreme i izveštavaju,
- uraditi popravku/održavanje da bi se izbegli kvarovi,
- uspostaviti program preventivnog održavanja,
- standardizovati opremu da bi se smanjile potrebne zalihe rezervnih delova,
- izbegavati prekomerno održavanje,
- izbegavati preopterećenje opreme za rukovanje materijalima.

17. Princip zastarelosti

Zameniti zastarele metode i opremu za rukovanje efikasnijim metodama ili opremom da bi se poboljšao učinak.

Predlozi:

- uspostaviti politiku zamene opreme,
- iznajmiti ili uzeti na lizing novu opremu na probu,
- biti u toku sa novostima na tržištu kroz knjige, časopise, izložbe, posete fabrikama, konferencije, predstavnike proizvođača itd.

18. Princip kontrole

Koristiti opremu za rukovanje materijalima radi poboljšanja kontrole proizvodnje, zaliha i rukovanja narudžbinama.

Predlozi:

- premeštati materijale u partijama, serijama, kontejnerima unapred određene količine i veličine,
- koristiti kontejnere sa žičanom mrežom za vizuelnu proveru/prebrojavanje,
- sinhronizovati rukovanje materijalima sa proizvodnjom,
- koordinirati program rukovanja materijalom sa nabavkom i proizvodnjom,
- koristiti mehanizovano rukovanje materijalom.

19. Princip kapaciteta

Koristiti rukovanje materijalima tako da se može postići pun proizvodni kapacitet.

Predlozi:

- koristiti mehanizovane sisteme za rukovanje za ravnomeran protok materijala,
- koristiti opremu optimalnim kapacitetiom,
- planirati da se iskoristi povratni hod opreme za rukovanje materijalima,
- iskoristiti u potpunosti zapreminu zgrade,
- promeniti veličinu, oblik jediničnog tereta da bi se iskoristio prostor, oprema i radna snaga,
- koristiti otvoreni ili iznajmljeni prostor za skladištenje, kada je to potrebno,
- proširiti puteve kako biste ubrzali kretanje materijala.

20. Princip merenja učinka

Izabrati sisteme za rukovanje materijalima sa većom efikasnošću, mereno u smislu troškova po količini premeštenog jediničnog tereta.

Predlozi:

- identifikovati sve moguće jedinice koje bi se mogle koristiti kao osnova za poređenje,
- izabrati uobičajenu, praktičnu, standardnu opremu,
- koristiti raznovrsnu opremu.

3. KARTA TOKA MATERIJALA

Dijagram procesa izrade prikazuje **redosled operacija** i identifikuje **mesta kontrole** pri izradi proizvoda.

Диаграм рукоvanja материјалима се користи када је потребно детаљније описати поједине активности. Поред редоследа операција и контроле прате се и друге активности као што су: **транспорт, складиштење, застоји** итд.

Карта тока материјала, представља надogradњу дијаграма рукоvanja материјалима, и омогућава детаљну анализу појединих токова уз коришћење одређених симбола. Карта тока на визуелан начин представља везе између активности у процесу односно показује редослед одвијања активности у оквиру посматране технолошки заокружене целине на обради једног дела или извршења услуге, слика I-8. Карта тока укључује у разматрање **времена трајања свих активности, растојања између појединих локација** (транспортни пут), **број извршилаца и транспортне уређаје** који се користе. *26

КАРТА ТОКА МАТЕРИЈАЛА										Датум: _____				
Врста посла										Сниматељ: _____				
<input checked="" type="checkbox"/> Постојећа метода <input type="checkbox"/> Предложена метода										Лист бр. _____				
Операција	Активности	Време	Растојање	Анализа Зашто?					Примедбе	Начин деловања				
				Шта?	Где?	Када?	Ко?	Како?		Елиминис.	Комбинов.	Пром. редос.	Упростити	Остало
Складиште	○ ⇒ □ ▽	8:10	—											
Прегл. докум.	○ ⇒ □ ▽	8:33	—						X		X			
Чекање	○ ⇒ □ ▽	8:45	—											
Утовар	○ ⇒ □ ▽	9:16	20											
Транспорт	○ ⇒ □ ▽	9:19	130											
Обрада	○ ⇒ □ ▽	9:40	—			X						X		
Контрола	○ ⇒ □ ▽	9:47	—											
Паковање	○ ⇒ □ ▽	10:03	12											
Складиште	○ ⇒ □ ▽	10:15	—											

Слика I-8. Карта тока материјала.

Симболи за активности који се користе за израду карти тока материјала: *27

○ – симбол операције, користи се када се на материјалу плански менјају неке физичке и хемијске особине (према технологији производње), за припрему неких других активности у процесу, пријем и предају информација, прораџун, разне манипулације (претовар, одлагање, за хватање итд.).

⇒ – симбол транспорта, користи се када се материјал (предмет рада) превози са једног места на друго, при чему се под тим не обухватају промене положаја предмета рада на истом радном месту.

□ – симбол контроле, користи се када се предмет рада испитује по некој од карактеристика или више њих. Карактеристике: механичка својства, облик, димензије, маса, количина (број). Приликом вршења контроле долази до задржавања у процесима рада.

D – simbol zastoja, koristi se kada u procesu dolazi do zastoja. To je planirani prekid i uslovno ga treba izbegavati ili eliminisati (vrenje, hlađenje, sušenje...).

▽ – simbol skladištenja, koristi se za stanje mirovanja ili kada se predmetu rada eliminišu nepoželjna kretanja i uticaji.

3.1. Čvorne tačke

Sa porastom mehanizovanosti i automatizacije transportnih procesa u prvi plan se stavlja razmatranje zajedničkog dejstva različitih transportnih uređaja i povezivanje transportnih operacija. Kombinacija više istih ili različitih uređaja koji rade na ispunjavanju određenih transportnih zadataka predstavljaju jedan transportni sistem.

Da bi transportni sistem mogao pravilno da funkcioniše potrebno je ispitati sposobnost povezivanja pojedinih transportnih uređaja u toku rada.

Osnovni zadatak transportnog sistema je premeštanje tereta ili ljudi, skupljanje nekoliko transportnih tokova u jedan i razgranavanje jednog toka na nekoliko odnosno ostvarivanje veze mesta odpreme sa mestom dopreme. Transportni sistem ostvaruje i veze po vremenu da bi se regulisala brzina pojedinih tokova.

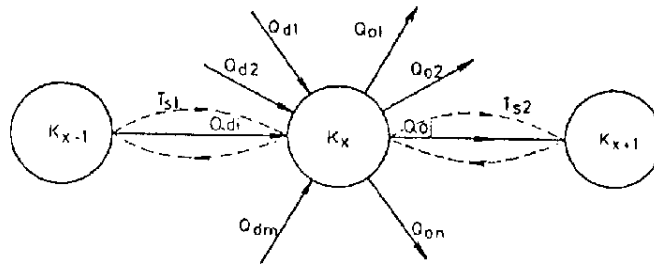
Model transportnog sistema može da se predstavi kao jedna apstraktna mreža međusobno povezanih transportnih putanja koje definišu prostornu strukturu sistema. Mesta na kojima se ove putanje sučeljavaju zovu se **čvorne tačke** mreže transportnog sistema, odnosno mesta gde se ostvaruje veza između pojedinih transportnih uređaja. *28

Ljudi odnosno materijal se kreće duž cele mreže transportnog sistema, ali je evidentno da se na čovrnim tačkama više ili manje usporava ili privremeno zaustavlja. Iz ovoga se može zaključiti da je potrebno povesti posebnu pažnju rešavanju ovih mesta, kako bi mogao da se ubrza protok ljudi odnosno materijala. Pri tome treba napomenuti da su osnovne funkcije čvornih tačaka: *29

- pretovar materijala,
- obavljanje tehnoloških operacija,
- deljenje i sakupljanje transportnih tokova,
- promena transportno tehničkog stanja robe,
- privremeno zaustavljanje toka materijala (međuskladišta).

Ljudi tj. materijal se preko pojedinih putanja dovode do čvorne tačke a odvođe se preko drugih putanja (slika I-9). Ako se posmatra ovaj proces u jednom dužem vremenskom periodu količina materijala (broj ljudi) koji se dovede u jednu čvornu tačku (Q_{di}) mora da bude jednak količini materijala (broju ljudi) koji se odvede iz te čvorne tačke (Q_{oj}). U opštem slučaju važi izraz: *30

$$\sum_{i=1}^m Q_{di} = \sum_{j=1}^n Q_{oj}; (i=1,2, \dots, m; j=1,2, \dots, n)$$



Slika I-9. Čvorna tačka.

Kod složenih sistema, frekvencija zahteva, dinamika kretanja, i sinhronizacija procesa i opterećenje transportnih puteva dovode do neravnomernog kretanja, tako da rukovanje materijalom često ima stohastički karakter. Problemi nastaju kod planiranja rada po obimu i vremenu (formiranje redova na: mestima pretovara, na mestima gde se čeka na transport, gde se račvaju ili spajaju tokovi itd).

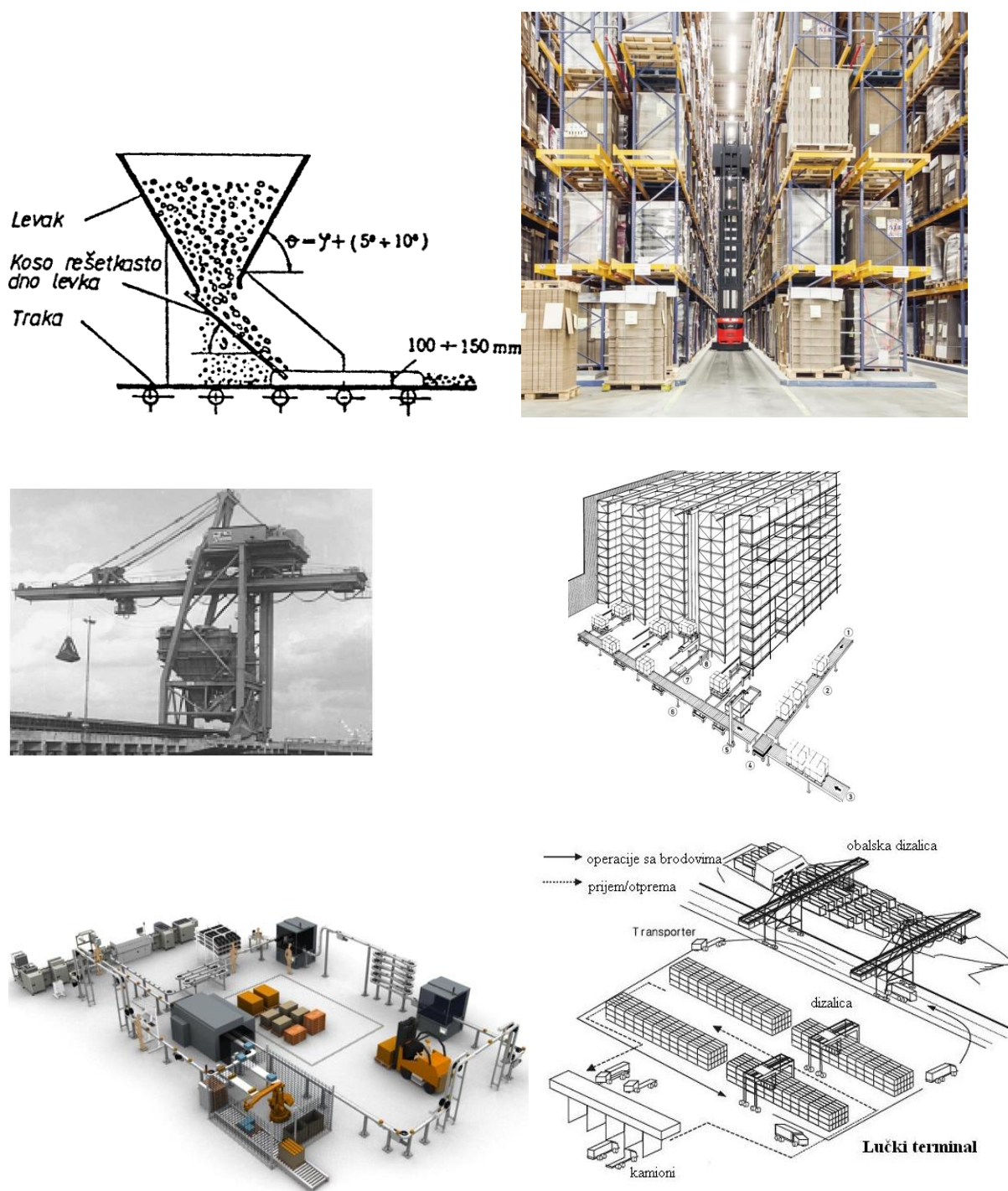
Karakteristike ovog problema su:

- dolazak materijala (ljudi) je uglavnom slučajan događaj, dolazak odnosno interval vremena između dolaska opisuje se verovatnoćom, koja se može iskazati određenom sigurnošću,
- proces opsluživanja dešava se u jednom vremenskom intervalu, koji sledi zadatu statističku raspodelu,
- mora se definisati mehanizam opsluživanja,
- sistem je označen sa jednim od dva stanja: nastaju redovi ili je broj uređaja ili ljudi za opsluživanje na datom mestu tako velik da su nedovoljno zaposleni.

Za projektovanje je značajno poznavanje raspodela vremenskih parametara jer se na taj način spoznaje karakter promene osnovnih veličina (slučajan događaj) koje karakterišu proces rukovanja materijalima (kretanja ljudi). Na bazi ovih podataka može da se obavi analiza i proceni ponašanje sistema koji se projektuje. Takođe može da se dođe i do podataka kako će se sistem ponašati u određenim situacijama, odnosno pri određenim režimima rada što dovodi do rešenja koje zadovoljava projektne uslove. Značajno je to što je moguće analizirati ponašanje sistema u kritičnim oblastima ("uska grla") i to vršna opterećenja sistema i uređaja, uticaje velikih intenziteta toka materijala (ljudi), velikog broja zahteva za transportom i sl.

Očigledno je, da raspodela vremenskih parametara predstavlja ključni faktor u ovom pristupu, jer njenim poznavanjem može da se pristupi odgovarajućoj analizi sistema. Vremenski parametri koji opisuju ponašanje karakterističnih veličina sistema rukovanja materijalima (kretanja ljudi) mogu se odrediti iskustveno ili analizom (snimanjem) postojećih sistema i procesa. Iskustvene pretpostavke se primenjuju samo pri grubim analizama i proračunima kod određivanja globalnog ponašanja sistema. Snimanje procesa zahteva dugačak vremenski period za prikupljanje i formiranje datoteka.

Na slici I-10. prikazani su neki primeri čvornih tačaka, pojedinačno i kao podsistem većeg sistema.



Slika I-10. Čvorne tačke.

PITANJA:

1. Definicija logističkih sistema.
2. Zadatak logistike.
3. Primena logističkih sistema.
4. Iz čega se sastoji logistički sistem.
5. Definicija lanca snabdevanja.
6. Osnovni entiteti lanca snabdevanja.
7. Tokovi informacija, proizvoda i novca u lancu snabdevanja (dijagram).
8. Definicija upravljanja lancem snabdevanja.
9. Definicija upravljanja logistikom.
10. Šta je upravljanje materijalom a šta fizička distribucija.
11. Šta predstavlja unutrašnji transport.
12. Osnovna načela unutrašnjeg transporta.
13. Tri osnovna oblika toka materijala od kojih zavisi i oblik prostora.
14. Na koji način se pristupa projektovanju sistema kretanja materijala.
- 14a. Navesti jednu definiciju rukovanja materijalima.
15. Šta se postiže dobro projektovanim sistemom rukovanja materijalima.
16. Negativni aspekti sistema za rukovanje materijalima.
17. Navesti osnovne principe rukovanja materijalima (min. 10).
18. Jednačina rukovanja materijalom.
19. Princip toka materijala.
20. Princip gravitacionog kretanja.
21. Princip korišćenja prostora.
22. Princip bezbednosti.
23. Princip mehanizacije/automatizacije.
24. Princip kretanja.
25. Princip održavanja.
26. Namena karte toka procesa.
27. Simboli koji se koriste za izradu karte toka procesa.
28. Definicija čvorne tačke.
29. Osnovne funkcije čvorne tačke.
30. Tok materijala kroz čvornu tačku + izraz + dijagram.