

Pretovarni procesi¹

Pretovarni procesi ne spadaju ni u jedan od klasičnih vidova transporta, oni se odvijaju unutar svakog vida ili na prelazu iz jednog u drugi, takođe i u industriji kada pripadaju klasi procesa koji se označavaju kao industrijski transport.

Pretovarni procesi predstavljaju poseban oblik transportne delatnosti i po tehnologiji se razlikuju od tehnologije transporta na velikim distancama. Međutim, ovi procesi su sastavni deo transportnog procesa, i efikasnost transportnih procesa je u direktnoj zavisnosti od efikasnosti realizacije pretovarnih procesa, ovo proističe iz činjenice da zbog zadržavanja na pretovarnim operacijama vozila (transportna sredstva) NE TRČE t.j. ne ostvaruju transportni rad.

Pretovarni procesi izučavaju se kao posebna disciplina jer su u suštini zaokruženi obzirom da realizuju posebnu klasu zadataka, koja zahteva posebno planiranje i kontrolu.

Pretovarni zadatak

Pokretanje robnih tokova u procesima reprodukcije kao posledica potrebe za povezivanjem prostorno razdvojene i/ili vremenski nesinhronizovane prošnje, generiše širok spektar logističkih zadataka.

*Posmatrano sa aspekta kretanja robe **logistika** se može definisati kao skup svih delatnosti kroz koje se u određenom sistemu vrši oblikovanje, projektovanje, upravljanje i kontrola postupaka vezanih za područja rukovanja teretom, skladištenja i transporta robe.*

Posebnu klasu logističkih zadataka čine pretovarni zadaci.

PRETOVARNI PROCESI PODRAZUMEVAJU DINAMIČKI NIZ PROMENA STANJA PRETOVARNOG SISTEMA SA JEDINSTVENIM CILJEM KOJI SE SASTOJI U REALIZACIJI PRETOVARNOG ZADATKA.

KAO OSNOVNI ELEMENTI PROCESA PORED **RADNE SNAGE**, PRIMENJENE **TEHNOLOGIJE**, **ORGANIZACIJE** I **UPRAVLJANJA**, ZA NAS SU BITNI (U OVOM KURSU) **ROBA KAO PREDMET RADA I SREDSTVA RADA - PRETOVARNA SREDSTVA.**

Kao **osnovne komponente pretovarnog zadatka** mogu se izdvojiti:

- funkcije koje pretovarni procesi realizuju u okviru procesa reprodukcije ,
- karakter okruženja u kome pretovarni sistem funkcioniše,
- karakteristike tehnoloških zahteva koje pretovarni sistem realizuje i
- predmet rada (roba)

Funkcije koje pretovarni procesi realizuju su specifične i ne poklapaju se sa funkcijama prerađivačkih procesa, u kojima se deluje u pravcu promene

upotrebnih osobina robe (hemijska ili fizička promena).

Funkcije pretovarnih procesa su povezivanje pojedinih faza procesa reprodukcije kroz:

- prostorno izjednačavanje,
- vremenske izjednačavanje,
- kvantitativno izjednačavanje u kratkom vremenu, i
- izjednačavanje asortimana.

Pretovarni procesi su neizbežno deo svakog transportnog lanca. Koji funkcioniše po pravilima obezbeđenja optimalnog odvijanja čitavog procesa reprodukcije, to je ujedno i osnovno racionalizaciono načelo - kriterijum pri projektovanju transportnog lanca. Pretovarni procesi, kao jedna od karika u lancu, predstavljaju značajno mesto racionalizacije, treba naglasiti da ova racionalizacija ima smisla samo ako se odvija u kontekstu transportnog lanca.

Tehnološki zahtevi bitno zavise od sistema koje pretovarni sistem spaja. Kao osnovni tehnološki zahtevi u pretovarnom procesu pojavljuju se:

- istovar transportnog sredstva ili izlaz iz procesa proizvodnje,
- transport od istovarnog mesta do mesta skladištenja, odnosno odlaganja,
- uskladištenje,
- čuvanje robe,
- iskladištenje, transport do mesta utovara,
- utovar u transportna sredstva ili ulaz u proces proizvodnje

Pored ovih, osnovnih, zahteva, pretovarni procesi obuhvataju realizaciju čitavog niza drugih zahteva: sortiranje, direktan pretovar, obezbeđenje tereta, transport i manipulacija unutar nekog proizvodnog ili drugog procesa.

Roba koja u pretovarnom procesu egzistira u prostoru i vremenu kao permanentan nosilac određenih upotrebnih osobina ima fundamentalni značaj u opisivanju pretovarnog zadatka. Mi ćemo, ovde, zato težište staviti na tu komponentu pretovarnog zadatka, a to je, je već, **ROBA KOJA SE POJAVLJUJE KAO PREDMET RADA.**

Veličine za opisivanje egzistencijalnog stanja robe

Kada se govori o ovome treba reći da se radi o stanju robe

- NA MESTU POJAVE (pozitivan potencijal), što je određeno kvantitativnim i kvalitativnim karakteristikama robe i vremenskim koordinatama,
- NA MESTU GDE SE JAVLJA POTREBA ZA ROBOM (negativan potencijal), i gde se javlja potreba za određenim kvantitetom i kvalitetom robe i zahtevanim vremenom - ovim se u stvari definiše željeno stanje u obliku informativne poruke.

Praktično, obzirom na pomenute relevantne aspekte, za opisivanje pretovarnog zadatka mogu se definisati sledeće relevantne veličine:

- **Vrsta Robe**
- **Pojavni Oblik Robe**
- **Količina Robe**
- **Mesto, tj. Prostorne Koordinate**
- **Vremenske Karakteristike sa Intervalom Strpljivosti za Opslugu Zahteva**

Značajno je napomenuti da se kvalitativna obeležja robe uspešno zamenjuju određenom oznakom vrste robe koja se formuliše u obliku naziva ili koda. Danas je to sve više slučaj, pogotovu primena koda - dobro nam je poznato označavanje na bazi BAR KOD (linijskog koda) što omogućava automatsko očitavanje i primenu kompleksnih automatizovanih sistema

VRSTA ROBE

Vrsta robe predstavlja kvalitativno obeležje robe, u njoj su sadržane sve relevantne upotrebne karakteristike.

Vrsta robe za opisivanje pretovarnog zadatka predstavlja značajno obeležje bez koga nebi bila moguća identifikacija.

POJAVNI OBLIK

Pojavni oblik robe određuje fizičko-tehnološke osobine robe koje imaju odlučujući uticaj na konstruktivna tj. tehničko - tehnološke osobine pretovarnih mašina (sredstava), na način rada, potrebnu pogonsku snagu, proizvodnost (kapacitet) i uopšte na izbor tehnoloških varijanti, a time i samog tehnološkog rešenja za date uslove rada.

KOLIČINA ROBE

Količina robe je mera ukupnosti robe na određenim mestima pozitivnog i negativnog potencijala u određenom vremenskom trenutku, i izražava se preko:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| • <i>mase</i> | m [kg], |
| • <i>zapremine</i> | V [m ³], |
| • <i>broja</i> | z [kom] |

MESTO

Mesto predstavlja prostornu karakteristiku pretovarnog zadatka **M⁺** - mesto sa koga se roba upućuje (saglasno potencijalima) - **izvor**, a **M-** - mesto gde se upućuje - **ponor** ili ciljnu tačku. Veza preko koje se fizički izjednačavaju ova dva potencijala je relacija prostorne promene koja se izražava nekom dužinskom jedinicom.

VREMENSKE KOORDINATE

Vremenske koordinate određuju trenutak prispeća robe ili trenutak pojave zahteva za robom. Kako pojava robe, ili zahteva za njom ne predstavlja, bezuslovno i početak opsluge kod opisivanja pretovarnog zadatka vremenske koordinate se moraju posmatrati u funkciji INTERVALA STRPLJIVOSTI *koji se definiše kao vremenski interval u kome zahtev mora biti realizovan (primer železnice)*

Da vidimo na pojednostavljenom primeru, od kakvog je uticaja ovaj interval (ITR) na proračun kapaciteta i broja sredstava. Neka je pretovarni zadatak definisan tako da imamo, recimo 10t neke robe koju je potrebno pretovariti iz tačke A u tačku B. Na raspolaganju nam je pretovarno sredstvo čija je proizvodnost 5t/h. Pogledajmo šta se događa sa brojem potrebnih sredstava kada je interval strpljivosti na primer:

1. 1h → 2 sredstva
2. 2h → 1 sredstvo.

Posvetimo se sada nešto detaljnije VRSTI i POJAVNOM OBLIKU ROBE.

KLASIFIKACIJA ROBE

Postoji veliki broj klasifikacija robe koje se međusobno razlikuju po svrsi kojoj služe, odnosno zbog koje su formirane. (po vrednosti, osetljivosti, obliku, i sl.)

Tako na primer srećemo klasifikaciju robe prema vidovima saobraćaja:

- drumski,
- železnički,
- vazdušni

što se uglavnom odnosi na tarife.

Sa aspekta ovog predmeta od značaja je klasifikacija koja robu razvrstava u grupe homogene po

- načinu pretovara,
- načinu skladištenja
- načinu prevoza

S obzirom na ove kategorije postojalo je više pokušaja klasifikacije robe, kao najznačajnija izdvaja se sledeća:

- ugalj (i koks),
- nafta,
- rude i koncentрати,
- nemetali,
- proizvodi crne i obojene metalurgije,
- obrađeno i neobrađeno drvo,
- cement,
- ostali građevinski materijali (minerali),
- žita i žitni proizvodi,
- šećerna repa,
- veštačka đubriva i
- ostalo

Sa aspekta projektovanja pretovarnih postrojenja od značaja je podela na grupe homogene po načinu utvrđivanja osobina robe. Ova podela klasifikuje robu na :

a) **RASUTA ROBA** (njene odlike su krupnoća,granulacija,zapreminska težina, specifična težina, koeficijent - ugao nasipanja (ugao trenja), habajuće dejstvo abrazivnost,vlažnost,lepljivost,agresivnost,...)

b) **KOMADNA ROBA** (odlikuje se dimenzijama,oblikom,težinom,načinom i mogućnošću slaganja, temperaturom, stepenom opasnosti,....)

c) **TEČNA ROBA**

d) **GASOVITA ROBA**

Rasuta roba (kao rasuta roba klasifikuje se ona roba čije fizičko-mehaničke osobine omogućavaju zahvatanje i nasipanje pri pretovaru)

Fizičko-mehaničke osobine rasutih materijala imaju izuzetno veliki uticaj na konstrukciju i tehničkoeksploatacione karakteristike pretovarnih mašina.

- **Nasipna zapreminska masa (γ_m)** se definiše kao odnos

$$\gamma_m = G_{mb} / V_{mb} \text{ [t/m}^3\text{]}$$

G_{mb} – masa robe nasute u baždarenu posudu,

V_{mb} – zapremina baždarene posude

Prema nasipnoj zapreminskoj težini roba se klasifikuje na:

$\gamma_m \leq 1,2 \text{ [t/m}^3\text{]}$	laku robu,
$\gamma_m = 1,2 \div 2 \text{ [t/m}^3\text{]}$	srednje tešku robu,
$\gamma_m = 2 \div 2,6 \text{ [t/m}^3\text{]}$	tešku robu,
$\gamma_m > 2,6 \text{ [t/m}^3\text{]}$	veoma tešku robu

- **Stepen zbijenosti** robe definiše se kao:

$$\varphi_s = \gamma_s / \gamma_m \quad [\%]$$

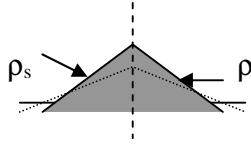
gde je

γ_s – masa sabijenog materijala u posudi određene zapremine,

γ_m – masa nasutog materijala u posudi određene zapremine

Stepen zbijenosti utiče na povećanje zapreminske težine , kod zrnastih materijala to povećanje iznosi oko 5 -10%, a kod vezanog i vlažnog materijala to povećanje je 30% do 50%.

- **Unutrašnje i spoljno trenje**



Unutrašnje trenje $\mu_u = \tan \rho_s$ postoji između čestica materijala i definiše se kao ugao nasipanja (prirodnog nagiba) materijala u miru (ρ_s).

U slučaju da je podloga izložena dinamičkim udarima sa određenim frekvencijama, doći će do pomene ovog ugla tj. on će se smanjivati sa povećanjem frekvencije. Ovo je slučaj kod pretovara, posebno u slučaju primene sredstava sa kontinuelnim dejstvom. Tako da u proračunu treba koristiti ugao prirodnog nagiba materijala u pokretu (ρ).

$$\rho = 0.7 \rho_s$$

U tabeli 1.4.2.* dat je prikaz osnovnih vrednosti.

Ugao prirodnog nagiba materijala veoma je bitan za proračun transportnog kapaciteta kod pretovarne mehanizacije sa kontinuelnim dejstvom.

Za utvrđivanje nagiba ili konusnosti pojedinih elemenata pretovarnih mašina (utovarni levak, kliznica i dr.) od značaja je i koeficijent spoljnog trenja (μ_s) koji postoji između materijala koji se pretovara i materijala od koga je napravljen element pretovarnog uređaja. I u ovom slučaju treba razlikovati koeficijent spoljnog trenja u miru (μ_s) i pokretu (μ).

U tabeli 1.4.3.* date su vrednosti

- **Pokretljivost čestica materijala** se definiše na bazi vrednosti prirodnog ugla nagiba i diferencira se u šest grupa:

- 1) Lebdeće čestice u vazduhu $\rho \ll 30^\circ$
- 2) Lako pokretljive čestice $\rho \leq 30^\circ$,
- 3) Srednje (normalno) pokretljive čestice $30^\circ < \rho \leq 45^\circ$,
- 4) Teško pokretljive $45^\circ < \rho \leq 60^\circ$
- 5) Povezane čestice $60^\circ < \rho$
- 6) Lepljiv materijal, sklon formiranju mostova $60^\circ \ll \rho$

- **Stepen popunjenosti (ψ_p)**, predstavlja meru popunjenosti nosača radnog organa pretovarnog sredstva.

Ovaj izmeritelj je važan parametar kod proračuna opterećenja, otpora kretanja i eksploatacionog kapaciteta pretovarne mehanizacije. Koristi se dvojako:

- Kod trakastih transportera se definiše stepen popunjenosti površine preseka materijala,
- Kod sredstava sa vedricama njime se izražava stepen popunjenosti zapremine

* Prof. dr Milan Sretenović, "Mehanizacija pretovara", Univerzitetna biblioteka – poglavlje o rasutoj robi

- **Veličina komada (granulometrijski sastav)** predstavlja bitan parametar za projektovanje i eksploataciju pretovarnih postrojenja. Granulometrijski sastav se definiše prema najdužoj ivici komada i učešću u strukturi materijala. Ako je učešće $a_{max} \geq 60\%$, onda se a_{max} uzima kao merodavna veličina za definisanje granulometrijskog sastava. Prema veličini komada rasuta roba se diferencira u deset grupa (Tabela 3.)

Postoje različite specijalne metode za utvrđivanje granulacije materijala:

- Ukoliko su čestice materijala manje od 0.1mm ispitivanje materijala se vrši preko brzine padanja (lebdenja) materijala u struji vazduha ili vode
- Ukoliko su čestice veće od 0.1mm ispitivanje se vrši prosejavanjem materijala kroz sita

Tabela3. – Klase materijala u odnosu na veličinu komada

OZNAKA	A	B	C	D	E	F	G	H	L	K
a_{max} [mm] >	-	0,4	1,0	3,0	10	25	50	75	150	300
a_{max} [mm] ≤	0,4	1,0	3,0	10	25	50	75	150	300	-

Pored veličine bitan je i oblik komada. Prema obliku robu delimo na: kockastu, igličastu, prizmatičnu, pločastu, loptastu, cilindričnu i vlaknastu.

Ako je odnos $a_{max}/a_{min} > 2.5$ roba se smatra nesortiranom, a u protivnom sortiranom.

Granulometrijski sastav i oblik robe utiču na pokretljivost robe, stepen popunjenosti radnog organa i dimenzionisanje konstrukcije utovarnih i istovarnih uređaja.

- **Abrazivnost** robe predstavlja osobinu rasutih materijala da pri kretanju sa delovima pretovarnih mašina (kliznice, levci, kanali, komadi trake, puževi i dr.) oštećuju ove delove postepenim trošenjem.

Prema stepenu abrazivnosti robe se dele na :

- Neabrazivnu (N) – brašno, ovas, drvena piljevina, pšenica itd.
- Malo abrazivnu (M) - gips, suva i sitno-komadasta glina, okrugli šljunak, sitni kreč, i sl.
- Srednje abrazivnu (S) - antracit, zemlja za formiranje, suvi pesak, suvi cement, šljaka od kamenog uglja itd.
- Visoko abrazivnu (V) - koks, železna ruda, suvi tucani kamen, boksit, aluminijum oksid i sl.

Poznavanje abrazivnosti materijala je veoma značajno za pravilno projektovanje i izbor opreme kako bi se sprečilo njeno habanje. Za materijale iz grupe visoko abrazivnih, kontaktna površina uređaja mora biti napravljena od ojačanih čelika, plastičnih masa velike gustine i sličnih materijala

Pored navedenih osobina pri projektovanju pretovarnih sistema moraju se uzeti u obzir i druge osobine kao što su: *pritisak pri kome dolazi do raspadanja komada, korozivnost, lomljivost, vlažnost, lepljivost, hidroskopnost, stepen zaprašivanja, zapaljivost i eksplozivnost.*

KOMADNA ROBA

Pod komadnom robom podrazumeva se roba koja se pojavljuje u jedinici kaja se može brojati. Razlikuje se izvorno komadna roba i robe koje u izvornom stanju su tečne, gasovite, rasute (praškaste, zrnaste) a koje se pakovanjem u odgovarajuću ambalažu dovode u komadni oblik.

Komadna roba se u pretovarnim procesima pojavljuje kao upakovana i neupakovana. Osnovno pakovanje, logistička jedinica. primena pomoćnih sredstava: paleta, malih, srednjih i velikih kontener,... ili pak bez primene ali korišćenjem sistema učvršćavanja termoskupljajućom folijom, trakama i sl.)

Ona, takođe može imati različit geometrijski oblik:

- kvadra,
- tabli,
- cilindričnog do šipkastog i
- loptastog oblika.

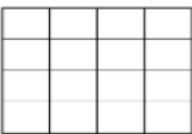
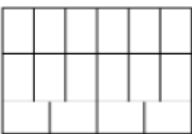
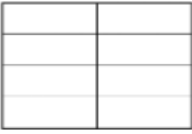
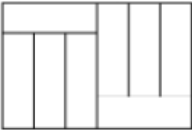

Prilagođavanje tereta zahtevima mehanizovanog pretovara je osnovni uslov za racionalno odvijanje pretovarnih procesa. Kod komadne robe prilagođavanje se ogleda pre svega u oblikovanju tereta da bi se omogućilo lako, tj. **AKTIVNO ZAHVATANJE** od strane radnog organa sredstva mehanizacije. Veličina jedinice ima takođe veliki uticaj na racionalno odvijanje pretovarnih procesa, poznata je činjenica da su zbog nelinearnosti troškova znatno niži prosečni troškovi pretovara kod jedinica rukovanja veće težine.

Kada govorimo o komadnoj robi od posebnog značaja, pogotovu u savremenim uslovima, jesu i standardizovane transportno manipulativne jedinice (palette i konteneri), Njihova primena zasniva se na modul pakovanju. Dimenzije pakovanja u principu su prilagodjene dimenzijama standardne palette 800 mm x 1200 mm i 1000 mm x 1200 mm. U zavisnosti od toga o kom delu sveta je reč, zbog različitih dimenzija paleta, i dimenzije samih modula mogu biti različite.

U standardima koji se odnose na modularnost definišu se tri kategorije:

- **Osnovni modul:** 600 mm x 400 mm.
- **Multiplikat osnovnog modula:** Bilo koji pravougaonik dobijen multipliciranjem jedne ili obe dimenzije osnovnog modula
- **Podmultiplikat osnovnog modula:** Bilo koji pravougaonik dobijen deljenjem osnovnog modula.

Primer slaganja modularnog pakovanja na paletu 800 x 1200 mm prikazan je na slici 1.

300 x 200	16		
600 x 200	8		
600 x 400	4		

Slika 1. Slaganje modularnog pakovanja na EURP POOL paletu

Paleta

Postoji veći broj definicija palete ali sve one **opisuju paletu kao ravnu podlogu ili pokretnu platformu na koju se može smestiti roba**. Osnovni cilj palete je da ubrza kretanje roba kao rezultat brže i efikasnije manipulacije, korišćenjem viljuškara ili slične opreme.

Tipični konstruktivni oblici paleta su:

- ravna,
- boks,
- stubna i
- specijalni oblici paleta

Standardizovane dimenzije paletne osnove su:

- 800X1000mm,
- 800X1200mm- EURO POOL(najširu primenu prihvaćena je kao evropska pul paleta)
- 1000X1200mm

Standardne palete imaju dinamičku (nosivost pri rukovanju) nosivost 10kN, a statičku (nosivost koju paleta može da ostvari u

Osnovi mehanizacije pretovara
1.čas vežbe
skladišnoj zoni) 40 kN.

Sopstvena težina palete zavisi od materijala od koga je napravljena (drvo, drvenasta masa, čelik, aluminijum, plastika ili karton) i konstrukcije. ravna drvena pool paleta ima sopstvenu težinu 25daN (oko 25 kg).



Slika 2. drvena paleta



slika 3. papirne palete



Slika 4. palete i paletni nastavci