

FORMIRANJE SKUPA VARIJANTNIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA PRETOVARNOG SISTEMA

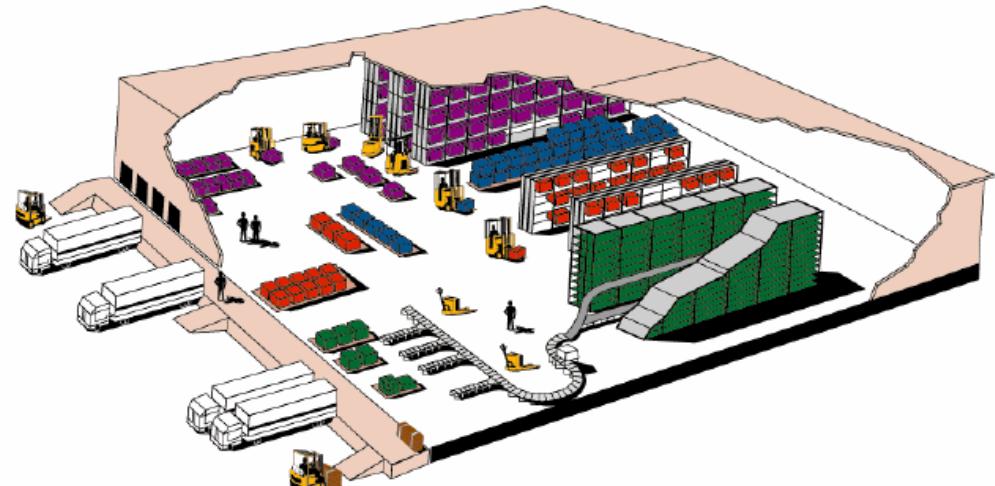
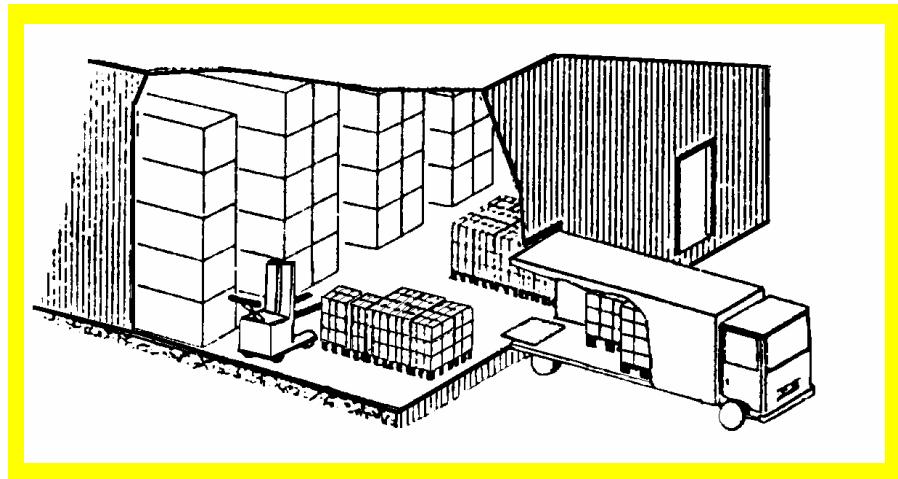
- Realizacija pretovarnog procesa u osnovi je rezultat karakteristika pretovarnog zadatka, definisanih ciljeva i prisutnih ogranicenja te primenjene tehnologije.
- Pri tome izbor tehnologije realizacije pretovarnog procesa pojavljuje kao ključni element realizacije pretovarnog zadatka, odnosno definisanih ciljeva.
- Razmatranje tehnologija realizacije svakog, pa tako i pretovarnog procesa, odnosi se u prvom redu na povezivanje, odnosno krakter povezanosti, sa jedne strane tehnoloških zahteva kao komponenti pretovarnog zadatka, a sa druge tehnoloških elemenata sistema.
- Tehnološki elementi označavaju resurse kojima se obezbeduje realizacija tehnoloških zahteva, a u zavisnosti od karakteristika sistema i primenjene tehnologije to mogu biti: ljudi, maštine, sredstva, oprema, objekti, prostorne celine, itd.
- Za definisanje tehnologije neophodno i poznavanje prostorno - lokacijskih odnosa elemenata sistema (prostorni raspored) ali i način organizacije, tj. oblik upravljanja radom pojedinih tehnoloških elemenata tokom realizacije zahteva.
- Tipska rešenja određenih klasa pretovarnih zadataka, dakle ona rešenja čija je primena uobičajena u praksi i koja objedinjuju realizaciju jednog ili više osnovnih tehnoloških zahteva najčešće se obuhvataju pojmom "tipična tehnologija".

- Iz ovog razloga se proces formiranja skupa varijantnih tehnoloških rešenja bazira de facto na analizi mogucnosti aplikacije razlicitih "tipičnih tehnologija" na konkretni problem - pretovarni proces koji je predmet analize.
- Ovo ne znači da tehnološko rešenje pretovarnog procesa mora uvek i bezuslovno biti bazirano baš na primeni neke od tipičnih tehnologija, s obzirom da su, mada mnogo ređe, prisutne i situacije kada se odstupa od standardnih rešenja i koriste neka koja za tu vrstu pretovarnih zadataka nisu tipična - primenjuju se "atipične tehnologije" realizacije pretovarnog procesa.
- Ukoliko bi se postavio cilj da se na neki način izvrši sistematizacija tipičnih tehnologija realizacije pretovarnih procesa, to bi predstavljalo veoma težak, kompleksan i obiman posao, koji bi, uz to, ukoliko bi se i pretpostavila mogućnost prevazilaženja nekih sistemsko - metodoloških poteškoća u trenutku kada bi eventualno i bio okončan, bio verovatno nekompletan, jer bi u međuvremenu bile razvijena još neka nova rešenja.
- Ipak, u principu je uvek moguće govoriti o karakteristikama koje određuju primenu određenog rešenja, odnosno o tehnologijama čija je primena tipična za realizaciju nekog pretovarnog zadatka.



Tipično tehnološko rešenje utovara - istovara paletizovanog tereta u/iz drumske (železničke) vozila čeonim viljuškarom preko "rampe" u nivou sa tovarnim sandukom

- Rešenje (TT) prikazano na slici obezbedjuje realizaciju sledećih osnovnih tehnoloških zahteva (TZ):
 - TZ1 - pozicioniranje vozila na mestu istovara
 - TZ2 - zahvatanje palete iz vozila kod istovara ili odlaganje palete u vozilo pri utovaru
 - TZ3 - transport palete od vozila do mesta odlaganja (puferni slog u zoni istovarnog mesta, skladišna zona, ...) pri istovaru, odnosno inverzno pri utovaru
 - TZ4 - odlaganje palete na mestu odlaganja pri istovaru vozila, odnosno zahvatanje palete sa sloga pri utovaru
- Navedene osnovne tehnološke zahteve (TZ1 - TZ4) realizuju sledeći tehnološki elementi:
 - TE1 - saobraćajno manipulativna površina za kretanje transportnog sredstva
 - TE2 - pretovarna rampa
 - TE3 - prelaznica
 - TE4 - čeoni viljuškar
 - TE5 - saobraćajnice i manipulativne površine za kretanje viljuškara
 - TE6 - zona odlaganja palete
- Pri tome je način na koji su navedeni zahtevi i elementi povezani prikazan korespondentnom matricom

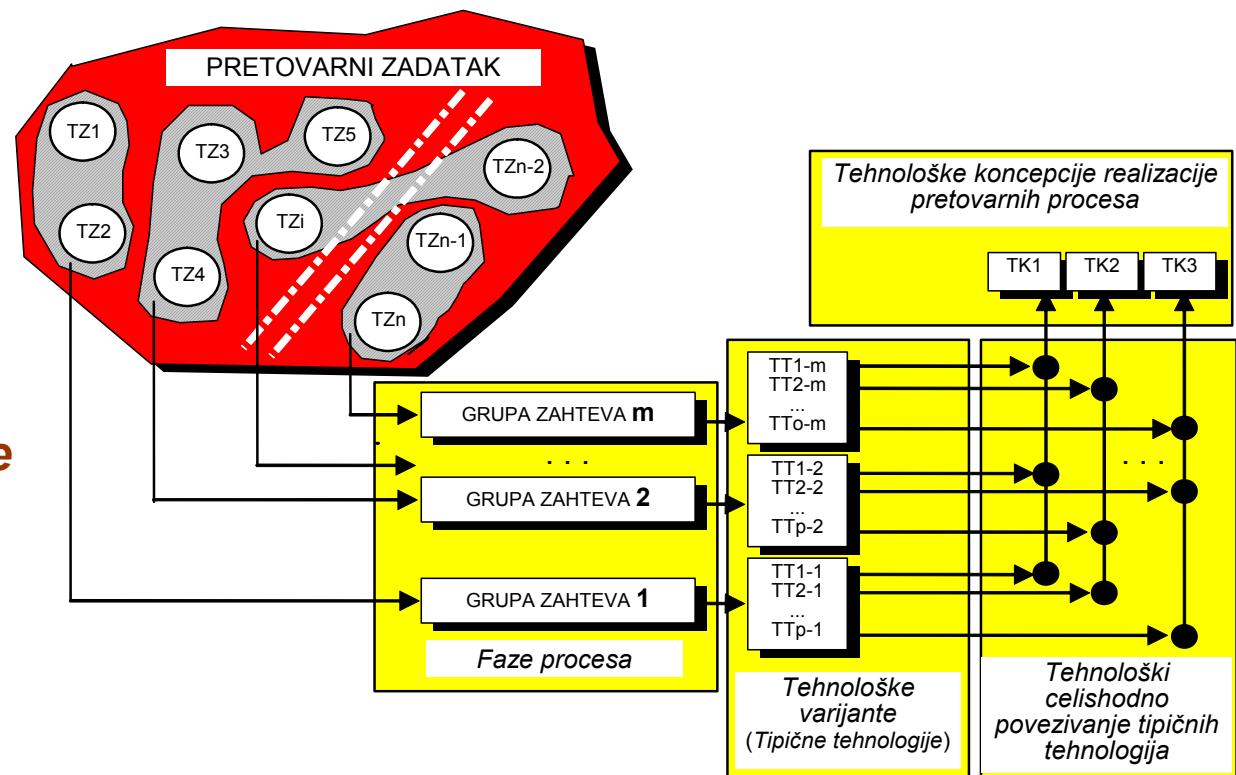


TEHNOLOŠKI ZAHTEVI	TEHNOLOŠKI ELEMENTI					
	TE1	TE2	TE3	TE4	TE5	TE6
TZ1	•	•				
TZ2				•		
TZ3		•	•	•	•	
TZ4				•		•

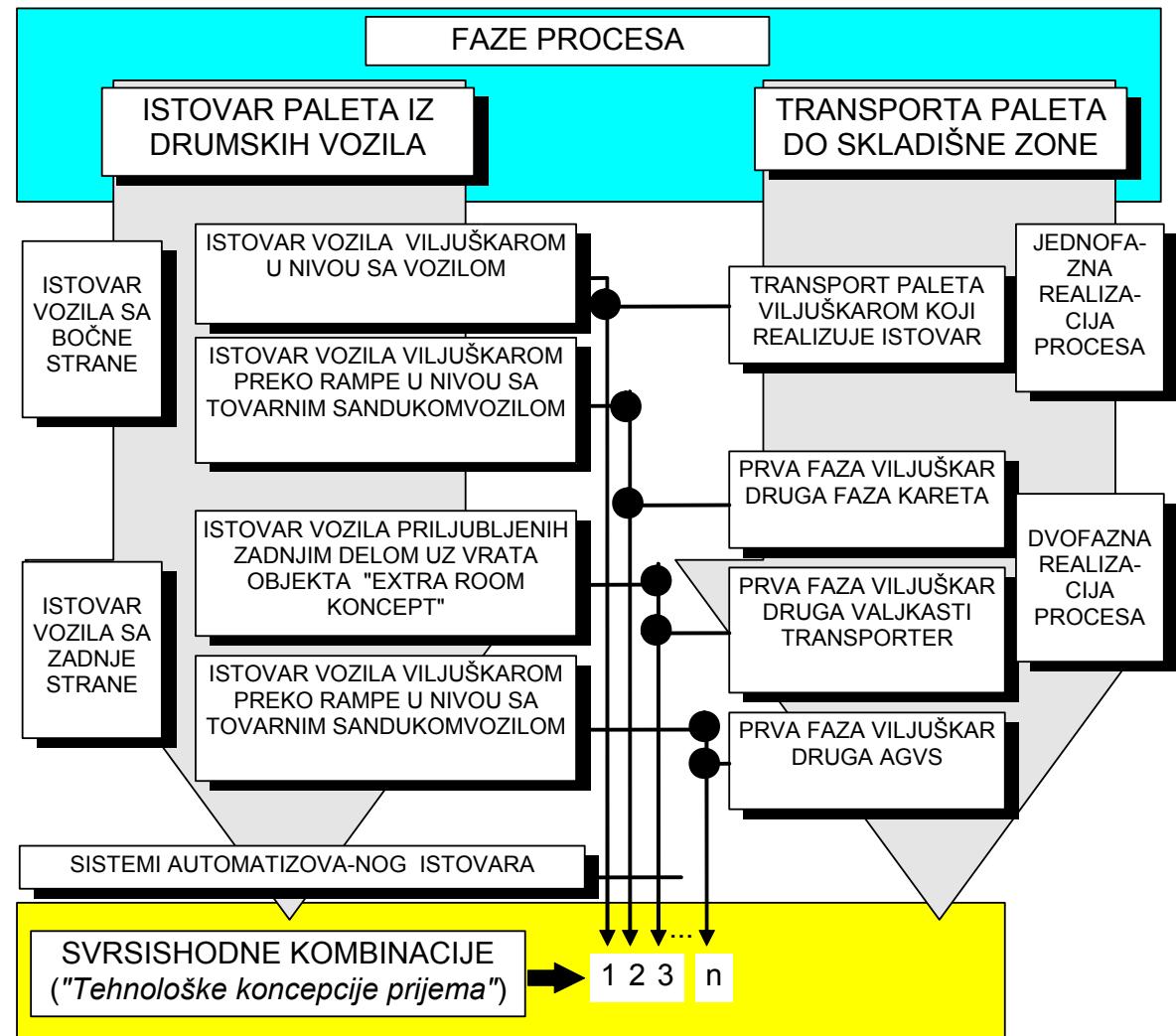


- Tipične tehnologije realizacije pretovarnih procesa obuhvataju, dakle, realizaciju grupe tehnoloških zahteva koji čine zaokruženu tehnološku celinu.
- Pretovarni zadatak, međutim, može podrazumevati realizaciju mnogo većeg broja tehnoloških zahteva pri čemu i sam pretovarni proces može biti višefazan.
- U tom slučaju se proces generisanja i formiranja tehnološkog rešenja pretovarnog sistema sastoji u tehnološki celishodnom kombinovanju i povezivanju pojedinih "parcijalnih" rešenja.

Realizacija "kompleksnih" pretovarnih zadataka na bazi tehnološki celishodnog povezivanja i kombinovanja tipičnih tehnologija - formiranje tehnološke koncepcije



- Proces prijema paletizovane robe može se, naprimjer, realizovati na više načina od kojih su, kao ilustracija, neke od najčešće primenjivih tehnoloških konцепcija prikazane šematski



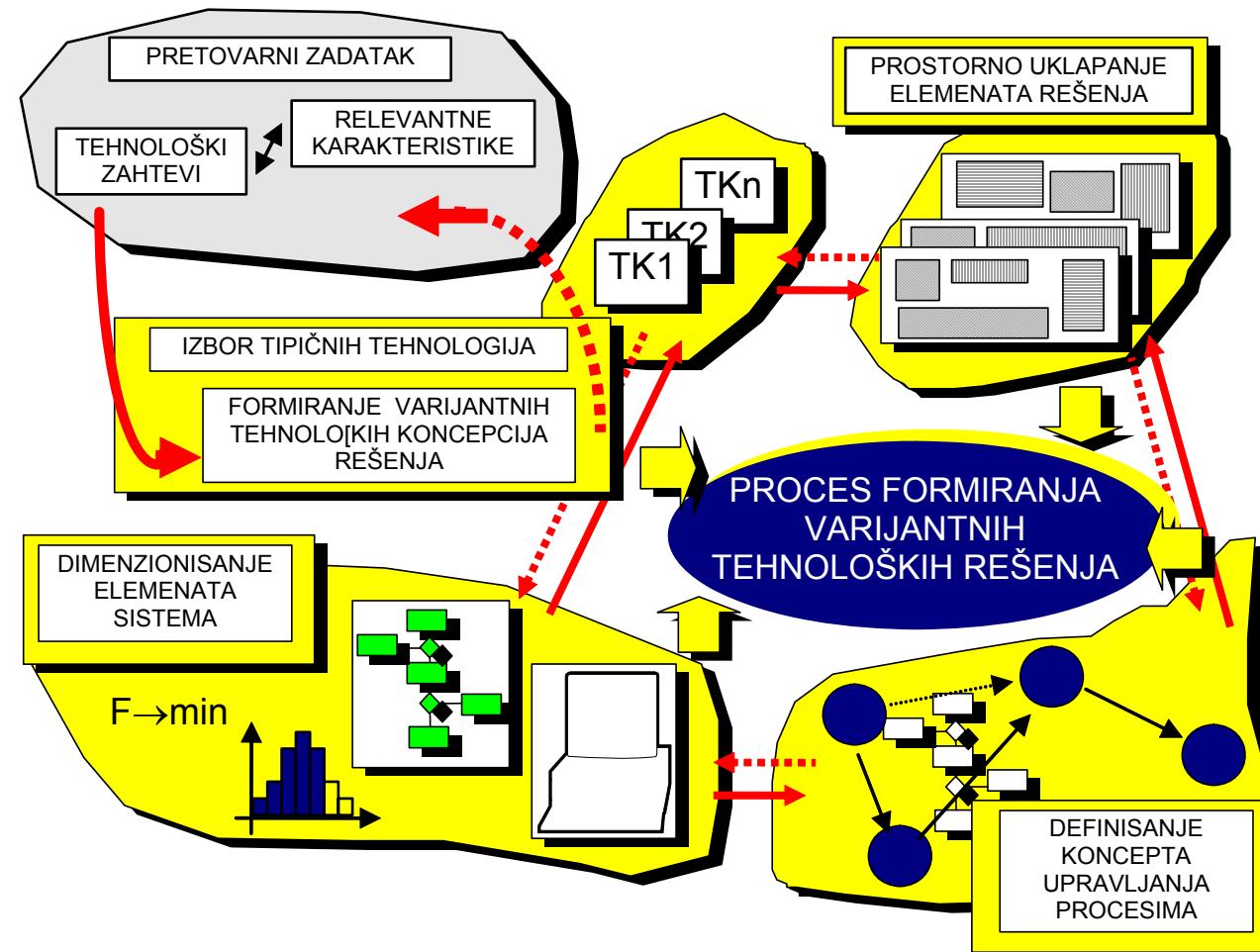
- Razvoj i definisanje skupa tehnoloških koncepcija realizacije pretovarnog procesa predstavlja, otuda, jednu od ključnih faza uobličavanja rešenja.
- Formiranje tehnoloških koncepcija na opisani način, iako potreban, nije međutim i dovoljan uslov za konačno uobličavanje rešenja.
- Naime, po pravilu, prisutan je veliki broj tehničkih rešenja, u suštini i po osnovnoj funkciji jednog te istog tehnološkog elementa, pa je zato neophodno da se svaka koncepcija u daljem postupku razvoja rešenja poveže sa karakteristikama konkretnog elementa.
- Ova situacija tipična je pri razvoju tehnoloških varijanti u okviru kojih se koriste elementi koji se proizvode za poznatog kupca. Tako je, naprimjer, na tržištu prisutan veliki broj proizvođača koji nude, sa tehnološkog aspekta isti tip viljuškara (Yale, Lansing, Still, Kötgen, ...), pri čemu karakteristike tih sredstava nisu identične)
- Formiranje varijantnih tehnoloških rešenja koje se realizuje kroz proces dimenzionisanja i prostornog uklapanja elemenata sistema kao i kroz definisanje osnovnog koncepta odvijanja procesa (koncept upravljanja procesom) moguće je, dakle, sprovesti tek posle egzaktnog definisanja svih elemenata sistema i njihovih relevantnih karakteristika

Dimenzionisanje tehnološkog rešenja

- Podrazumeva primenu različitih kvantitativnih postupaka sa ciljem utvrđivanja merodavnih vrednosti svih relevantnih karakteristika tehnoloških elemenata, na način da te vrednosti budu usaglašene sa odgovarajućim karakteristikama tehnoloških zahteva.
- Pod relevantnim karakteristikama tehnoloških elemenata (merodavne veličine za dimenzionisanje) podrazumevaju se različiti parametri, performanse i dimenzione karakteristike:
 - širine, nagibi i radijusi krivina saobraćajnica
 - dimenzijske manipulativne površine
 - broj i nosivost transportno manipulativnih sredstava
 - transportni kapacitet pretovarnih sredstava
 - dužine trasa i konfiguracije transporteru sa kontinualnim dejstvom i sl.
- Problemi dimenzionisanja tehnoloških elemenata najčešće su deo procesa tehnološkog projektovanja pretovarnih sistema na taktičkom nivou, dok se primena različitih klasa kvantitativnih metoda, takođe, veoma često koristi i u oblasti operativnog planiranja i upravljanja realizacijom pretovarnih procesa.
- U oblasti operativnog planiranja najčešće se radi o rešavanju problema raspoređivanja sredstava na zadatke, optimizacijom putanja (ruta) kretanja pretovarnih i transportnih sredstava, planiranja tovarenja vozila i sl.

- Pored navedenih od značaja je, takođe, pomenuti i postupke i metode koje se primenjuju za definisanje geometrije i prostornog rasporeda elemenata sistema (metode u oblasti planiranja layout-a).

Struktura aktivnosti koje sačinjavaju proces formiranja varijantnih rešenja



OCENA VARIJANTNIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA PRETOVARNOG SISTEMA

- Vrednovanje (ocenu) varijantnih tehnoloških rešenja pretovarnih sistema, imajući u vidu treba posmatrati u kontekstu dve osnovne grupe problema
 - definisanje strukture ciljeva, kriterijuma i njihovih izmeritelja
 - izbor metode tj. tehnike vrednovanja skupa varijantnih rešenja
- U pogledu strukture ciljeva i kriterijuma vrednovanja pretovarnih, ali uopšte i pretovorno - transportno skladišnih rešenja ne postoji neki univerzalani, uvek primenjiv recept, što je posledica više razloga: razlike u karakteristikama rešenja, uslovi pri kojima se rešenja porede, struktura i pouzdanost raspoloživih podataka, preferenca donosioca odluke, i sl.
- Problem izbora metode vrednovanja odnosi se, prevashodno, na opredeljenje između dve osnovne grupe: tzv. jednokriterijumske (najčešće ekonomskih) i višekriterijumske.
- Proces vrednovanja rešenja pretovarnih sistema najčešće podrazumeva ocenu rešenja u odnosu na jedinstven osnovni cilj koji je najčešće moguće formulisati kao "racionalno funkcionisanje pretovarnog sistema".



- Naravno, ovako formulisan osnovni cilj nema osobinu operativne primenjivosti, već ga je neophodno dalje razlagati.
- Tako se, ukoliko se kao motiv postavi formiranje neke u najvećoj mogućoj meri generalizovane strukture ciljeva na nižem hijerarhijskom nivou, prethodno definisani osnovni cilj može razložiti na:ekonomičnost, efikasnost, fleksibilnost, uslove rada, odnos prema eko sistemu.
- **Efikasnost rešenja** se po smislu odnosi na dejstvenost, uspešnost i radinost i često se koristi za opis funkcionisanja različitih klasa tehničkih sistema, iako najčešće ne sa jedinstvenim značenjem U logističkim sistemima značenje ovog pojma varira od čisto intuitivnog osećanja o brzini i kvalitetu realizacije procesa, pa sve do kombinovanog pokazatelja koji u sebi sadrži: "servis grad" ili nivo kvaliteta opsluge, pouzdanost, raspoloživost, gotovost sistema, kapacitivne performanse i sl. Imajući u vidu strukturu kriterijuma koji određuju efikasnost sistema očigledno je da su njihovi izmeritelji obuhvaćeni skupom tehničko eksploatacionih karakteristika rešanja (verovatnoća, nivo kvaliteta meren u nekoj od raspoloživih skala, transportni kapacitet, vreme, brzina,...itd.).
- **Fleksibilnost rešenja** podrazumeva, u suštini, sposobnost prilagođavanja rešenja novim uslovima i novom režimu rada. Mada se fleksibilnost može posmatrati sa različitih aspekata, od značaja za proces vrednovanja pretovarnih sistema najčešće su: kapacitivna (sposobnost tehnološkog rešenja da se prilagodi promeni intenziteta zahteva za opslugom) i fleksibilnost prema automatizaciji (mogućnost primene sofisticirijih metoda upravljanja i protoka informacija u sistemu). Kako se u ovom slučaju radi, očigledno o određenim kvalitativnim pokazateljima kao izmeritelji najčeće se koriste vrednosti izražene u nekoj od ordinarnih ili intervalnih mernih skala).

- **Uslovi rada**, posebno u ekonomski razvijenim zemljama, postaju sve značajniji kriterijum izbora tehnoloških rešenja logističkih sistema. Pri tome, za utvrđivanje nivoa zadovoljenja ovog cilja najčešće se u obzir uzimaju kriterijumi: nivo bezbednosti koji se postiže primenom rešenja, mikroklimatski i ostali radni uslovi, ergonomski faktori. Slično kao u prethodnom slučaju kao izmeritelji se mogu koristiti vrednosti izražene u nekoj od ordinarnih ili intervalnih skala, ali se takođe, u određenim slučajevima, mogu primenjivati i sasvim egzaktni izmeritelji
- **Odnos prema eko sistemu** takođe je jedan od kriterijuma koji sa sve više dobija na značaju. Ovde se pre svega radi o uticaju tehnoloških procesa, u ovom slučaju procesa koji se realizuju u okviru pretovarnih sistema, na okruženje. Kriterijumi kojima se opisuje kvalitet rešenja sa ovog aspekta odnose se prevashodno na vrednovanje logističkih sistema na makro lokacijskom planu, dok je, osim u izuzetnim slučajevima (kao što su, naprimjer sistemi za manipulaciju opasnih materija koji imaju izraženo "prostorno dejstvo": eksplozivi, otrovne i zapljive materije u većim količinama), ova grupa kriterijuma najčešće obuhvaćena prethodnom kategorijom - radnim uslovima

Formulacija problema višekriterijumskog vrednovanja

- U osnovi, primenu koncepta višekriterijumskog vrednovanja karakteriše postojanje višestrukih ciljeva i raznorodnih, često suprotstavljenih kriterijuma, kao i nekompatibilnih i obično nesamerljivih jedinica u kojima su izraženi izmeritelji, ponekad izraženi u različitim mernim skalamama:
- **Nominalna** (objekti se samo klasifikuju, ali se ne rangiraju) – BELI automobil, PLAVI automobil,...; A, B, C,...
- **Ordinalna** (objekti se rangiraju, ali nije moguće uspostaviti relaciju dvostruko, veće za...) – Ocene 6, 7, 8; dobar, bolji, najbolji...

- **Intervalna** (definiše intervalne relacije veći-manji, viši-niži, ...) – Temperatura u oC
 - **Racionalna** (uobičajena u inžinjerstvu) - rastojanje, brzina, ...
- Pri tome, praktično svi problemi višekriterijumskog vrednovanja (odlučivanja) sadrže sledeće osnovne komponente:
- **Ciljevi** (predstavljaju ideju prema kojoj se teži, a označavaju «iskaze o željenom stanju sistema», odnosno «iskaze o željenim karakteristikama sistema»)
 - **Kriterijumi** (mere efektivnosti i stepena zadovoljenja ciljeva) - Prema vrsti mogu se podeliti na kriterijume "korisnosti" (MAX tip), odnosno "troškova" (MIN tip), gde se kroz izbor rešenja teži maksimizaciji vrednosti prvih a minimizaciji vrednosti drugih
 - **Izmeritelji** (mere vrednosti kriterijuma, a otuda i ciljeva)
 - **Težine** (označavaju značajnost kriterijuma, a time po pravilu odražavaju preferencu donosioca odluke)
 - **Varijante – alternative - akcije** (predmet vrednovanja – u ovom kontekstu, različita rešenja sistema rukovanja materijalom)
 - **Proces određivanja**, odnosno kvantifikovanja vrednosti kriterijuma i težina po varijantama
 - **Parametri** koji su posledica primene određenog metoda vrednovanja
- Ukoliko se radi o problemu višekriterijumskog vrednovanja n rešenja, u prostoru m kriterijuma, zadatak se može predstaviti na način kako je to prikazano izrazima u nastavku

- Matrica vrednosti kriterijuma

$$C = \begin{vmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \end{vmatrix}$$

- Matrica alternativa (varijanti)

$$A = \begin{vmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{vmatrix}$$

- Matrica vrednosti težina kriterijuma

$$W = \begin{vmatrix} W_1 & W_2 & \dots & W_m \end{vmatrix}$$

- Matrica odlučivanja (V_{ij} - vrednost kriterijuma j za varijantu i)

$$D = \begin{vmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1m} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{n1} & V_{n2} & \dots & V_{nm} \end{vmatrix}$$

Dovodjenje vrednosti različitih kriterijuma u isti opseg (tehnike normalizacije)

- Linearizacija vrednosti kriterijuma

kriterijumi tipa MAX

$$N_{ij} = \frac{V_{ij}}{V_i^{\max}}, V_i^{\max} = \max_i V_{ij}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

kriterijumi tipa MIN

$$N_{ij} = \frac{\frac{1}{V_{ij}}}{\max_i \frac{1}{V_{ij}}} = \frac{\min_i V_{ij}}{V_{ij}} = \frac{V_i^{\min}}{V_{ij}}, V_i^{\min} = \min_i V_{ij}$$

- Preslikavanje u interval $[0, 1]$

kriterijumi tipa MAX

$$N_{ij} = \frac{V_{ij} - V_i^{\min}}{V_i^{\max} - V_i^{\min}}$$

kriterijumi tipa MIN

$$N_{ij} = \frac{V_i^{\max} - V_{ij}}{V_i^{\max} - V_i^{\min}}$$

- Normalizacija značajnosti kriterijuma (pristup za svodenje težina u opseg $[0, 1]$)

$$w_j^N = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}$$

- Utvrđivanje težina kriterijuma predstavlja uslov primene većine višekriterijumskeih metoda, a ujedno je jedan od najkompleksnijih i za kvalitet dobijenog rešenja «najosetljivijih» zadataka

- Dve svakako najpoznatije tehnike za utvrđivanje težina su metod eksperetskih procena i metod dominacione matrice

Metod dominacione matrice može biti baziran na binarnim vrednostima

- Ako kriterijum i "dominira" kriterijum j onda je "dominacija" ($D_{ij} = 1$)
- Ako kriterijum i "ne dominira" kriterijum j onda je "dominacija" ($D_{ij} = 0$)

ali, takođe, poređenje može uključiti i "rang (stopen) dominacije":

- Ako kriterijum i "dominira" kriterijum j sa rangom 7 onda je "dominacija" ($D_{ij} = 7$)
- Ako kriterijum i "ne dominira" kriterijum j onda je "dominacija" ($D_{ij} = 0$)

	Krit. 1	Krit. 2	Krit. 3	ZBIR	NORMALIZOVAN ZBIR
Krit. 1	1	7	0	8	0.40
Krit. 2	0	1	2	3	0.15
Krit. 3	8	0	1	9	0.45
Ukupno		20		1.00	

Metod težinske funkcije (aditivna metoda)

- Proračun vrednosti varijanti baziran je na ideji sumiranja proizvoda vrednosti kriterijuma (obično normalizovanih) i njihovih težina (takođe normalizovanih)
- Ukoliko su poznati: skup varijanti A, skup kriterijuma C, matrica odlučivanja D (vrednosti kriterijuma po varijantama) i vektor težina W, "vrednost" svake od varijanti može se sračunati na bazi

$$V(a_i) = \frac{\sum_{j=1}^m w_j \cdot V_{ij}}{\sum_{j=1}^m w_j}$$

$$V(a_1) = w_1 \cdot V_{11} + w_2 \cdot V_{12} + \cdots + w_m \cdot V_{1m}$$

$$V(a_2) = w_1 \cdot V_{21} + w_2 \cdot V_{22} + \cdots + w_m \cdot V_{2m}$$

...

$$V(a_n) = w_1 \cdot V_{n1} + w_2 \cdot V_{n2} + \cdots + w_m \cdot V_{nm}$$