

U procesu razvoja naučne misli u oblasti sistemskog pristupa, struktura opšteg metoda rešavanja problema menjala se u pravcu veće obuhvatnosti i konkretizacije pojedinih faza tog procesa. Temelj ovog pristupa čini, u suštini, analogija između procesa koji se zbivaju u različitim sistemima (tehnički, tehnološki, biološki, ekonomski, socijalni). Pri tome, sam proces sistemske analize ne treba posmatrati kao formalnu proceduru koja ima jednoznačno definisane korake i postupke, već kao filozofiju ili opštu metodologiju rešavanja problema.

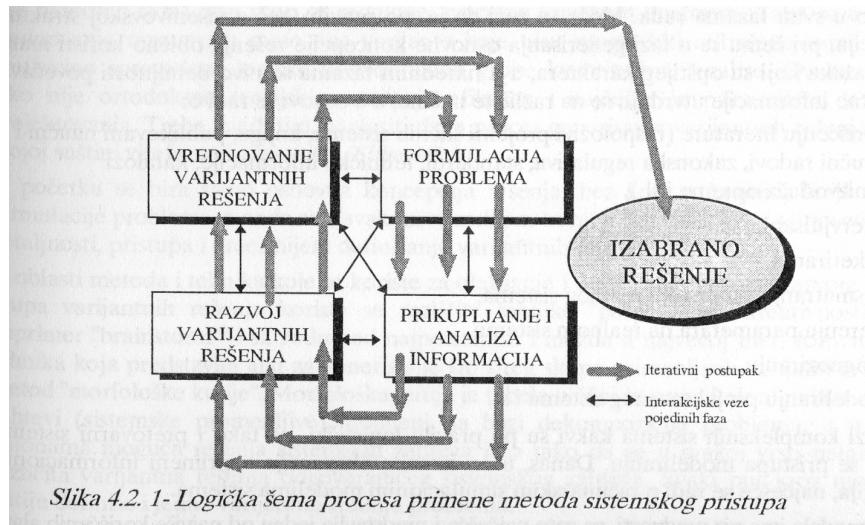
STRUKTURA SISTEMSKOG PRISTUPA

U literaturi se, kako je to delom već i prethodno istaknuto, može naći više različitih pristupa formulaciji pojedinih faza sistemskog pristupa, kao uostalom i samog procesa odlučivanja. Međutim, suštinske razlike među tim različitim pristupima gotovo da i nema, pa je uvek moguće izdvojiti one faze koje imaju posebnu težinu i poseban značaj, odnosno one koje čine okosnicu i srž sistemskog pristupa. U najkraćem, dominantnu ulogu u procesu rešavanja problema tj. kreiranja (projektovanja) nekog sistema imaju sledeće faze sistemskog pristupa:

- 1. Formulacija problema*
- 2. Prikupljanje, obrada i analiza informacija*
- 3. Razvoj potencijalno primenljivih varijantnih rešenja*
- 4. Ocena varijantnih rešenja i izbor najboljeg*

Svaka od navedenih faza je važna i ima svoju težinu, što se najbolje ogleda u činjenici da bi izostavljanje nekog od pobrojanih koraka uslovilo ili doprinelo nemogućnost konačnog uobličavanja rešenja ili bi dobijeno rešenje bilo nekvalitetno ili necelishodno.

Iako su navedene faze procesa primene metodologije sistemskog pristupa pobrojane po redosledu primene, treba takođe, naglasiti i to da taj proces ni u kom slučaju ne treba shvatiti kao jednosmeran i pravolinijski. Naprotiv, radi se o svojevrsnoj cikličnoj strukturi kreiranja rešenja, u okviru koje se, kroz iteraciju rešenje permanentno poboljšava, problem i ograničenja reformulišu, pri čemu pored sukcesivne, redosledne realizacije pojedinih faza postoji i stalni interakcijski uticaj među pojedinih koracima (Slika 4.2. 1).



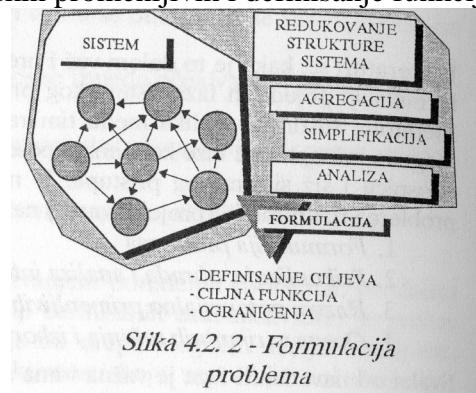
Slika 4.2. 1- Logička šema procesa primene metoda sistemskog pristupa

Formulacija problema

Jedna od najvažnijih faza u procesu sprovođenja metoda sistemskog pristupa svakako je proces formulacije problema. Ova faza, kao polazna u procesu kreiranja rešenja je i veoma složena, s obzirom da se pre svega odvija u sferi mentalnih aktivnosti usmerenih u pravcu operacionalizacije osnovne ideje o razvoju nekog sistema. Otuda, uostalom, poznata izreka da dobra postavka (formulacija) problema znači i pola rešenja.

Proces formulacije problema (slika 4.2.2) podrazumeva jasnu specifikaciju suštinskih zadataka, elemenata sistema i relacije među njima. Isto tako, u okviru ovog koraka definiše se osnovni cilj, na osnovu koga se, radi operacionalizacije, razvija hijerarhijska struktura ciljeva i podciljeva. Pri tome, po pravilu se pristupa redukovaju-

strukture sistema na ključne elemente i procese. Zato se proces formulacije problema oslanja u najvećoj meri na tehnike simplifikacije, apstrakcije i agregacije kojima se obezbeđuje razdvajanje bitnih funkcija sistema od onih koje sa posmatranog aspekta imaju manji značaj. Ukratko, formulacija problema predstavlja rezultat analize sistema i obuhvata izbor glavnog i sporednih ciljeva, određivanje relativnog značaja pojedinih ciljeva, definisanje uslova i ograničenja, osnovnih sistemskih promenljivih i definisanje funkcije cilja.



Slika 4.2.2 - Formulacija problema

Prikupljanje, obrada i analiza informacija

Posle identifikacije i formulisanja problema, ali i u toku same formulacije, pristupa se definisanju informacija koje su potrebne za kreiranje rešenja. Ovu fazu, međutim, ne treba posmatrati kruto jer se relevantne informacije o sistemu koji se projektuje analiziraju praktično u svim fazama rada. Može se reći da je, po pravilu, reč o višenivojskoj strukturi informacija, pri čemu se u fazi generisanja osnovne koncepcije rešenja obično koristi manji broj podataka koji su opštijeg karaktera, a u narednim fazama se nivo detaljnosti povećava. Relevantne informacije utvrduju se na različite načine, a u osnovi se radi o:

- korišćenju literature (raspoloživi projekti sličnih sistema, knjige, publikovani naučni i stručni radovi, zakonska regulativa, standardi, tehničke informacije, katalozi proizvođača opreme i sl.),
- intervjuisanju,
- anketiranju,
- posmatranju i snimanju realnog sistema,
- merenju parametara na realnom sistemu,
- prognoziranju,
- modeliranju projektovanog sistema i sl.

Pri analizi kompleksnih sistema kakvi su po pravilu logistički, pa tako i pretovarni sistemi, najčešće se pristupa modeliranju. Danas, u eri izrazite ekspanzije u primeni informacionih tehnologija, najčešće se radi o računarskim simulacionim modelima sistema. Primena modela ima niz prednosti, pa zato najčešće i predstavlja jedan od najviše korišćenih alata u procesima projektovanja uopšte, odnosno u procesu kreiranja rešanja. Pored mogućnosti da se kao izlazni rezultat dobiju podaci o ponašanju sistema koji se projektuje, razvoj modela zahteva od analitičara da u potpunosti upozna strukturu sistema i veze među elementima što, besumnje, može da ima i veći značaj nego od samih podataka. Isto tako, na bazi modela moguće je dobiti čitav niz informacija o ponašanju sistema u specifičnim uslovima rada, što, najčešće, na dragi način i nije moguće utvrditi. Naravno, model je uvek u manjoj ili većoj meri pojednostavljenja slika stvarnosti, pa je neophodno da se pri korišćenju rezultata i preslikavanju podataka na realni sistem na umu imaju i svi uslovi i pojednostavljenja na kojima model počiva.

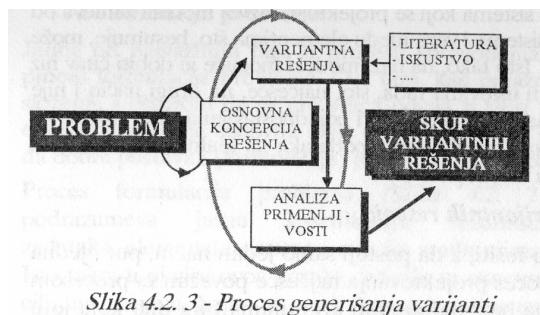
Razvoj potencijalno primenjivih varijantnih rešenja

Gotovo da nema problema koji je potrebno rešiti, a da postoji samo jedan način, put i jedna varijanta koja dovodi do rešenja. Zato je proces projektovanja najčešće povezan sa procesom razvoja većeg broja varijanti od kojih se, na bazi definisanih kriterijuma bira ona koja je u konkretnim uslovima najprihvatljivija. Poznavanje svih ili bar najvećeg broja varijanti pojavljuje se, tako, kao sastavni i nezaobilazan deo procesa primene sistemskog pristupa, s obzirom na jednostavnu činjenicu da ukoliko nisu razmatrane sve mogućnosti onda nema ni argumenata na bazi kojih bi se neko rešenje označilo kao "najbolje".

Definisanje skupa varijantnih rešenja predstavlja svakako kreativan čin koji uz to podrazumeva i poznavanje velikog broja različitih varijanti, tipičnih za rešavanje posmatranog problema. Proces definisanja skupa varijantnih rešenja oslanja se na ličnu kreativnost i iskustvo (pojedinca i/ili tima), ali i na objavljene radove i primere praktične aplikacije određenih rešenja. Jasno da korišćenje predstavlja osnov za razvoj potencijalno

prihvatljivih varijantnih rešenja, ali, u određenim situacijama (što je svakako ređi slučaj) ovakav pristup može biti i kontraproduktivan, s obzirom da postoji potencijalna opasnost od prigušivanja inspiracije i inovatorskog duha. Naravno, preterano oslanjanje na ličnu kreativnost može dovesti do druge vrste problema. Naime, može se dogoditi da se ogroman trud uloži u razvoj rešenja koje je mnogo lošije od nekog već postojećeg.

U procesu generisanja skupa varijantnih rešenja treba, generalno, razlikovati dve osnovne teze. U prvoj se formira skup sastavljen od velikog broja mogućih rešenja, a u drugoj (ili u više narednih faza) ovaj skup se redukuje, najčešće logičkom analizom. Tako se u procesu vrednovanja razmatraju samo one varijante koje nisu mogle biti odbačene samo na bazi prethodno sprovedene logičke ili eventualno grube kvantitativne analize. Ovakav pristup, iako nije ortodoksnog teorijskog, veoma je efikasan i najčešće je primenjivan u procesu projektovanja. Treba, međutim, naglasiti da je proces generisanja varijantnih rešenja i sam u svojoj suštini višefazan i iterativan (Slika 4.2. 3).



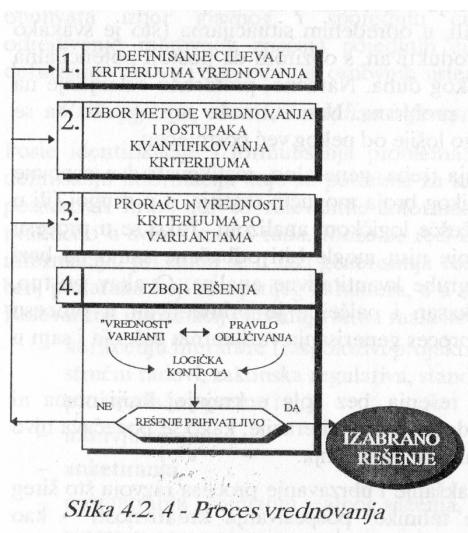
Slika 4.2. 3 - Proces generisanja varijanti

U početku se bira samo osnovna koncepcija rešenja, bez koje u krajnjoj liniji nema ni formulacije problema, a onda se u svakom narednom koraku iteracije, kako se povećava nivo detaljnosti, pristupa i preciznijem definisanju varijantnih rešenja.

U oblasti metoda i tehnika koje se koriste za olakšanje i ubrzavanje procesa razvoja što šireg skupa varijantnih rešenja koriste se različite tehnike "pospešivanja kreativnosti" - kao naprimjer "brainstorm" i sl. Jedna od najpoznatijih i možda u najvećoj meri formalizovanih tehnika koja predstavlja alat za generisanje što šireg skupa primenljivih varijanti svakako je metod "morphološke kutije". Morphološka kutija je tabela u čijoj se prvoj koloni nalaze sistemski zahtevi (sistemske promenljive), dobijeni na bazi dekompozicije problema, a u ostalim kolonama moguća rešenja sistemskih zahteva i to tako da se u svakoj vrsti nalaze unose lazličita varijantna rešenja odgovarajućeg sistemskog zahteva. Svaki put kroz morphološku kufiju definiše i jedno varijantno rešenje problema.

Ocena varijantnih rešenja i izbor najboljeg

Ocena varijantnih rešenja podrazumeva u manjoj ili većoj meri formalizovan postupak kvantitativnog i kvalitativnog vrednovanja varijantnih rešenja sa ciljem da se utvrdi stepen zadovoljenja postavljenih ciljeva. Očigledno je da se radi o elementu procesa odlučivanja koji za cilj ima procenu "kritičnih" razlika među varijantama, dakle onih razlika koje nije moguće uočiti samo na bazi logičke analize. Često se, u teoriji odlučivanja, faza ocene ili vrednovanja varijantnih rešenja označava i kao proces "formiranja sistema za ocenu rešenja". Saglasno osnovnom konceptu sistemskog pristupa i proces vrednovanja obuhvata nekoliko osnovnih koraka (Slika 4.2. 4).



Slika 4.2. 4 - Proces vrednovanja

-definisanje ciljeva i kriterijuma vrednovanja

-izbor metode vrednovanja (pravila odlučivanja) i postupaka za kvantifikovanje vrednosti kriterijuma i njihovih izmeritelja

-proces kvantifikovanja "vrednosti" kriterijuma po pojedinim varijantama

U svakom procesu odlučivanja potrebno je, u suštini, utvrditi preferentni poredak varijanti. Pri tome, u zavisnosti od problema koji se rešava primenjuju se ili optimizaciona ili pravila zadovo-ljenja. Optimizaciona pravila definišu najbolju - optimalnu varijantu, a primena pravila zadovoljenja kao rezultat daje podskupove varijantnih rešanja gradirane kao: prihvativ - neprihvativ ili dobar - prihvativ - loš - neprihvativ i sl.

U uslovima praktične primene metoda vrednovanja u inženjerstvu problem izbora adekvatne metode najčešće se svodi na opredeljenje između tzv. višekriterijumske metoda i metoda ekonomske analize. Iako postoje podeljena mišljenja o tome koja od nabrojanih grupa metoda ima veći stepen objektivnosti treba reći da metodi ekonomske analize:

- interna stopa rentabilnosti,
- rok povraćaja uloženih sredstava,
- čista sadašnja vrednost,
- diskontovani troškovi,...

imaju veoma velik značaj u praksi gde se rešenja često biraju samo na bazi ekonomičnosti. Međutim, kako se neke karakteristike sistema (bezbednost, ekološki aspekt,...) ne mogu izraziti novčanim izmeriteljima, to je primena višekriterijumske metode često neophodna za kvalitetno sprovođenja procesa odlučivanja.

Oblast višekriterijumske analize od početka 80-ih bez ikakve sumnje dobija sve više na značaju pa je zato prisutan i veliki broj metoda koje se mogu primeniti. Kako bi detaljniji pregled metoda višekriterijumske analize u mnogome izašao iz tematskih okvira ove jcnjige navedene su samo neke od veoma često korišćenih tehnika, pri čemu je primena poslednje dve od pobrojanih metoda praktično nemoguća bez računara i odgovarajućeg softvera:

- *Metoda analize efektivnosti* (*metoAa*, težinske funkcije) predstavlja jednu od najstarijih i za primenu najjednostavnijih metoda u oblasti višekriterijumske analize. Ova metoda bazira se na sumiranju "vrednosti" kriterijuma ponderisanih težinama (značajnostima) tih kriterijuma. Ovakvo definisana "težinska" funkcija predstavlja "korisnost" ili "efektivnost" odnosne varijante, na bazi čega se poređenjem efikasnosti pojedinih varijanti stvaraju uslovi za izbor najprihvativijive varijante.

- "*ELECTRE*" metod koji je razvio Bertrand Roy još 1968 godine, a od tada je pretrpeo brojne promene i modifikacije. Ovaj metod može se opisati kao metod sekvensijalne eliminacije pojedinih varijanti na bazi formiranja relacija poretka tipa "bar preferantan kao" između parova varijanti. Sukcesivna eliminacija "lošijih" varijanti sprovodi se do trenutka kada se postigne jasan poredak koji se može koristiti kao kvalitetna podloga za odlučivanje.

- "*PROMETHEE*" metod predložio je J.P. Brans sa saradnicima 1984.godine. U stvari radi se o četiri metode PROMETHEE I, II, III i IV, kojima se obezbeđuje, respektivno, utvrđivanje parcijalnog, potpunog i intervalnog poretka varijanti. Ovaj metod specifičan je po tome što generalizuje pojam kriterijuma, s obzirom da se svakom kriterijumu pridružuje preferentna funkcija.

Pored navedena četiri osnovna koraka, u okviru sistemskog pristupa svakako da je od posebnog značaja i proces modeliranja sistema, odnosno proces primene različitih klasa modela u cilju boljeg upoznavanja načina funkcionisanja sistema i u cilju utvrđivanja nekih od relevantnih performansi posmatranog sistema. Iako se, što je jasno pokazano i u okvira opisa prethodnih faza, ne radi o posebnoj fazi sistemskog pristupa već o procedurama i postupcima koji prožimaju celokupan proces razvoja rešenja - od formulacije problema pa do konačnog izbora rešenja, oblast modeliranja, kao segment koji ima izuzetan značaj, razmotrena je li nastavku ove knjige kao posebna celiia (tačka 4.4).

METODOLOGIJA SISTEMSKOG PRISTUPA PROJEKTOVANJU PRETOVARNIH PROCESA

Isti osnovni principi sistemske analize, kao i za bilo koju drugu klasu tehničkih i tehnoloških sistema, važe logično i za proces projektovanja pretovarnih sistema i procesa u njima. Međutim, za praktičnu primenu često je od posebne važnosti da se značenje i način realizacije pojedinih faz sistema analize razmotri u svetlu određenih specifičnosti koje su nesmnnjivo prisutne i karakterišu bilo koji konkretan sistem, pa tako i pretovarni. Kada se, dakle, imajući ovo u vidu razmatra problem projektovanja - uobičavanja pretovarnih procesa, onda je primena metodologije sistemskog pristupa u suštini određena karakteristikama pretovarnog zadatka i specifičnostima koje proizilaze iz:

- funkcija koje pretovarni sistemi realizuju u okviru procesa reprodukcije,
- karaktera okraženja u kome pretovarni sistem funkcioniše,
- karakteristika zahteva koje pretovarni sistemi realizuju.

Kraće rečeno, uobličavanje pretovarnog sistema treba shvatiti kao proces u okvиру koga se kroz definisanja odgovarajuće tehnologije obezbeđuje realizacija pretovarnog zadatka na način kojim se u najvećoj mogućoj meri zadovoljavaju postavljeni ciljevi. *Posmatrano u kontekstu sistemskog pristupa, uobličavanje - ptojektovanje pretovarnog sistema treba shvatiti kao proces u okviru koga se, krozprimenu sistemske filosofije ilogističkog koncepta³ definišu odgovarajuće tehnologije koje obezbeđuju realizaciju pretovarnog zadatka na način kojim se u najvećoj mogućoj meri zadovoljavaju postavljeni ciljevi i respektuju prisutna ograničenja.*

Prezentirane osnovne faze sistemskog pristupa u oblasti projektovanja pretovarnih procesa mogu se, otuda, iskazati i nešto preciznije, na sledeći način:

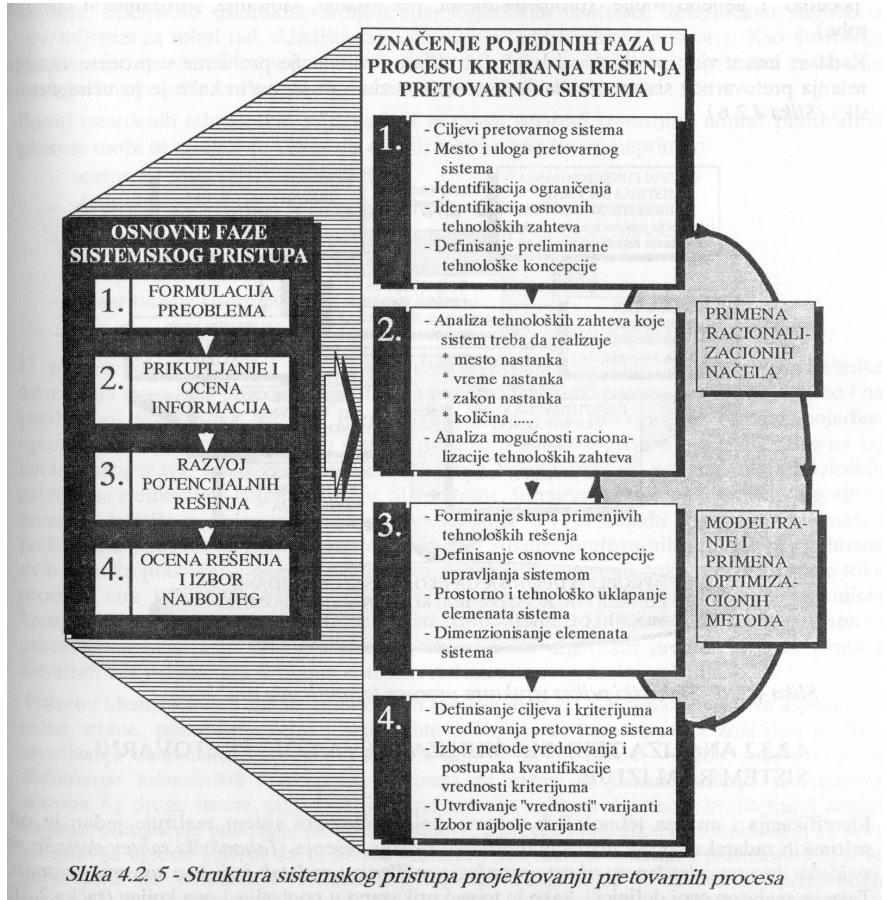
- formulacija problema u procesu kreiranja rešenja pretovarnog sistema
- analiza tehnoloških zahteva koje pretovarni sistem realizuje
- formiranje skupa varijantnih tehnoloških rešenja pretovarnog sistema i
- ocena varijantnih tehnoloških rešenja pretovarnog sistema

Pored navedenih faza, nesumnjivo je da izuzetan značaj za razvoj tehnološko-tehnički funkcionalnog i ekonomski prihvatljivog pretovarnog sistema ima i konsekventno sprovođenje principa racionalizacije u svim fazama procesa, kao i permanentna primena zaista veoma širokog spektra raspoloživih matematičkih i drugih optimizacionih metoda i modela, što je napomenuto i tokom izlaganja osnovnog koncepta sistemskog pristupa, pa u iznetim stavovima treba tražiti i osnovne motive koji su rukovodili autora da pored već istaknutih faza procesa kreiranja tehnološkog rešenja pretovarnog sistema kao posebne celine razmotri osnovna načela racionalizacije pretovarnih procesa i izloži osnovne postavke modeliranja i optimizacije.

FORMULACIJA PROBLEMA U PROCESU KREIRANJA REŠENJA PRETOVARNOG SISTEMA

Proces formulacije problema odnosi se, očigledno, na definisanje osnovnih ciljeva i određivanja mesta i uloge koje razmatrani pretovarni sistem ima u odnosu na sisteme na višem hijerarhijskom nivou. Globalno posmatrano, ciljevi koje pretovarni sistem realizuje određeni su, po pravilu, ciljevima funkcionisanja sistema na višem hijerarhijskom nivou (realizacija proizvodnje, obezbeđenje realizacije robnih tokova, ...i sl.). Ovi ciljevi, koje određuje funkcionisanje sistema na višem hijerarhijskom nivou, razlažu se, posmatrano na nižem nivou, na konkretne ekonomske, ali i tehničko - tehnološke ciljeve razvoja pretovarnog sistema i to najčešće tako da se razvoj pretovarnog sistema transformiše u *problem definisanja ekonomski opisavane funkcionalno sposobne kombinacije glavnih i pomoćnih operacija unutar pretovarnog procesa (aktivnog ipasivnog zahvatanja - odlaganja teieta, kao i prostorno vremenske promene)*.

Kod određivanja mesta i uloge pretovara, u suštini se radi o razmatranju funkcija koje pretovarni sistem realizuje u reprodukcionom procesu, odnosno, u konkretnom sistemu koji se nalazi na višem hijerarhijskom nivou. Proses formulacije problema podrazumeva uz to i sagledavanje uticaja okruženja (transportni sistem, skladišni proizvodni ili konzumni sistem) i prisutnih ograničenja koja se najčešće javljaju u formi prostorno - lokacijskih, ekoloških, saobraćajnih ili finansijskih limita. Ograničenja, međutim, ne treba uvek shvatati kao nešto što je apriori neprikosnoveno, samo po sebi nepromenljivo i bezuslovno nadređeno procesu kreiranja rešenja. Naprotiv, ograničenja treba pre shvatiti kao jedan od faktora čiji se uticaj na rešenje ne može zanemariti i koji je potrebno ispitati. Tek ukoliko se na bazi odgovarajuće analize pokaže da eliminacija nekog od tih faktora ("ograničenja"), ima za posledicu negativne efekte koji prevazilaze koristi koje bi se postigle njegovim eliminisanjem, razmatrani faktor treba prihvati kao ograničenje u pravom značenju te reči.



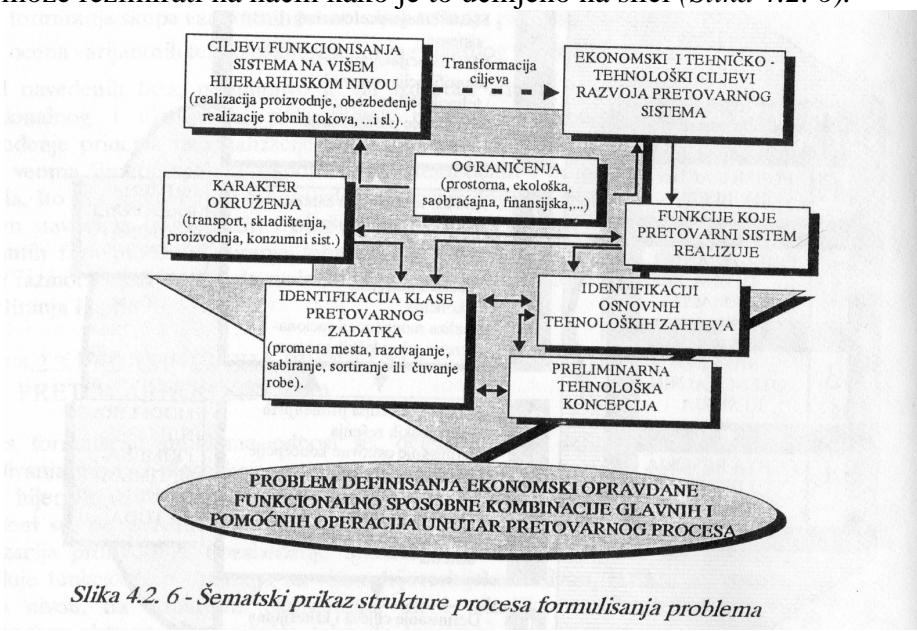
Slika 4.2. 5 - Struktura sistemskog pristupa projektovanju pretovarnih procesa

Paralelno sa spoznajom problema koji se rešava, u ovoj fazi pristupa se, takođe, i identifikaciji osnovnih tehnoloških zahteva koji se moraju realizovati, pri čemu se, često skicira i preliminarna tehnološka koncepcija rešenja.

Definisanje preliminarne tehnološke koncepcije sprovodi se sa ciljem da se omogući sagledavanje osnovnih kontura rešenja, ali pre svega sa ciljem da se na taj način u što je moguće većoj meri približe način i oblast analize pretovarnog zadatka, odnosno tehnoloških zahteva u sistemu.

Identifikacija osnovnih tehnoloških zahteva odnosi se, u ovoj fazi, prevashodno na sagledavanje globalnih karakteristika robe (vrsta robe, pojavn oblik, količina) i na identifikaciju problemske klase pretovarnog zadatka - oblik transformacije odnosno "početno" i "željeno stanje" (promena mesta, razdvajanje, sabiranje, sortiranje ili čuvanje robe).

Kada se ima u vidu prethodno izložena struktura formulacije problema u procesu razvoja rešenja pretovarnog sistema, onda se ona može rezimirati na način kako je to učinjeno na slici (Slika 4.2. 6).



Slika 4.2. 6 - Šematski prikaz strukture procesa formulisanja problema

ANALIZA TEHNOLOŠKIH ZAHTEVA KOJE PRETOVARNI SISTEM REALIZUJE

Identifikacija i analiza tehnoloških zahteva koje pretovarni sistem realizuje jedan je od j suštinskih zadataka koji se realizuju u procesu razvoja rešenja. *Tehnološki zahtev definiše se najčešće kao na određenom nivou apstrakcije raščlanjen zadatak koji je u sistemu prisutan.* Tako se saglasno ovoj definiciji u pretovarnim procesima mogu uočiti sledeći osnovni tehnološki zahtevi:

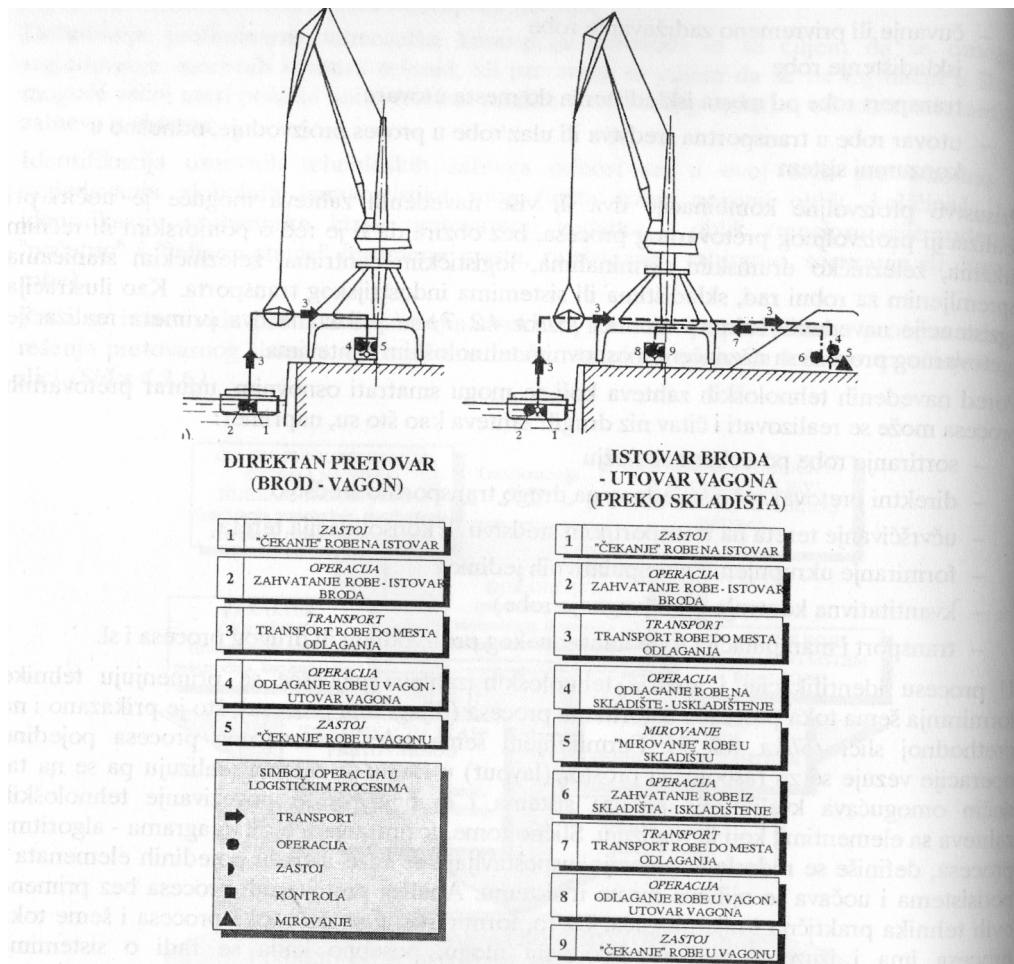
- istovar transportnog sredstva ili izlaz robe iz procesa proizvodnje
- transport robe od istovamog mesta do mesta skladištenja, odnosno odlaganja
- uskladištenje robe
- čuvanje ili privremeno zadržavanje robe
- iskladištenje robe
- transport robe od mesta iskladištenja do mesta utovara
- utovar robe u transportna sredstva ili ulaz robe u proces proizvodnje, odnosno u konzumni sistem

Pored navedenih tehnoloških zahteva koji se mogu smatrati osnovnim, unutar pretovarnih procesa može se realizovati i čitav niz drugih zahteva kao što su, naprimjer:

- sortiranje robe po nekom obeležju
- direktni pretovar robe sa jednog na drugo transportno sredstvo
- učvršćivanje tereta na transportnom sredstvu ili konsolidacija tereta
- formiranje ukrupnjenih manipulativnih jedinica
- kvantitativna kontrola robe (vaganje robe)
- transport i manipulacija robe unutar nekog proizvodnog ili drugog procesa i sl.

U procesu identifikacije i analize tehnoloških zahteva najčešće se primenjuju tehnike formiranja šeme toka procesa i algoritama procesa (dijagrama procesa), što je prikazano i na prethodnoj slici (*Slika 4.2.7*). Formiranjem šeme toka pretovarnog procesa pojedine operacije vezuje se za raspoloživi prostor (layout) u kome se zahtevi realizuju pa se na taj način omogućava kvalitetnija analiza sistema i omogućava se povezivanje tehnoloških zahteva sa elementima koji ih realizuju. Slično tome, formiranjem blok dijagrama - algoritma procesa, definiše se redosled operacija, uspostavljaju se veze između pojedinih elemenata i podistema i uočava se njihovo mesto u sistemu. Analiza pretovarnih procesa bez primene ovih tehnika praktično i nije moguća. Uz to, formiranje algoritma toka procesa i šeme toka procesa ima i izuzetno veliku edukativnu ulogu, posebno kada se radi o sistemima kompleksne unutrašnje strukture, u kom slučaju se definisanje algoritma procesa poklapa sa procesom upoznavanja samog sistema, s obzirom da algoritam procesa nije ni moguće formirati bez poznavanja strukture sistema i načina njegovog funkcionisanja.

Potrebu identifikacije i analize tehnoloških zahteva moguće je posmatrati sa dva aspekta. Sa jedne strane, poznavanje tehnoloških zahteva i njihovih karakteristika značajno je zbog utvrđivanja elemenata pretovarnog sistema koji će ih realizovati - dakle, *značajno je za definisanje tehnološkili koncepcija, odnosno za razvoj varijantnih rešenja pretovarnog sistema.* Sa druge strane, sagledavanje karakteristika zahteva doprinosi kvalitetnijoj analizi sistema, omogućuje preciznije definisanje ciljeva, a proces kvantifikacije tehnoloških zahteva predstavlja ujedno i način da se utvrde vrednosti relevantnih veličina i parametara koji su neophodni za definisanje tehnološkog rešenja (zahtevana proizvodnost pretovarnih sredstava, nosivost sredstava,...). Isto tako, ukoliko se radi o rekonstrukciji i racionalizaciji postojećeg sistema, tada identifikacija i detaljna analiza tehnoloških zahteva omogućava da se u postojećem stanju identifikuju sve problemske tačke i da se na taj način definišu intervencije koje će dovesti do racionalizacije postojećeg sistema.



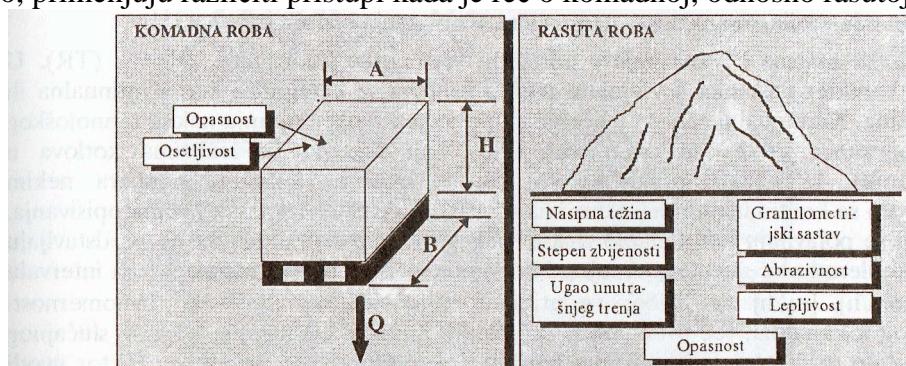
Slika 4.2. 7 - Ilustracija osnovnih tehnoloških zahteva pri realizaciji pretovarnog procesa

Analiza identifikovanih tehnoloških zahteva sprovodi se sa kvantitativnog i kvalitativnog aspekta, a predmet analize su sledeće karakteristike zahteva:

- vrsta i zahteva karakter
- pojavnji oblik i karakteristike pojavnog oblika robe
- mesto nastanka
- vreme nastanka zahteva i zakon pojave u vremenu
- količina
- interval strpljivostizahteva

Kada se govori o **vrsti zahteva** onda u prvom redu treba imati u vidu prethodno navedene osnovne tehnološke zahteve. Zato je očigledno da može biti reči o zahtevima za utovar, za istovar, transport, i sl.

Analiza pojavnog oblika odnosi se na predmet rada pretovarnih procesa - dakle na robu. Predmet analize su sve relevantne karakteristike robe, dakle: oblik, pogodnost za rukovanje, masa, zapremina, diinenzije, fizičko-hemiske osobine, opasnost, osetljivost na lom, okretanje i sl. Izbor skupa relevantnih karakteristika zavisi od vrste robe, pa se, logično, primenjuju različiti pristupi kada je reč o komadnoj, odnosno rasutoj robi (Slika 4.2.8).



Slika 4.2. 8 - Relevantne karakteristike pojavnog oblika robe

Generalno uzevši, komadna roba opisuje se gabaritnim dimenzijama, masom i eventualno osetljivošću na rukovanje, odnosno opasnošću. Rasuta roba, sa aspekta pojavnog oblika, opisuje se preko fizičko - mehaničkih i fizičko - hemijskih karakteristika (nasipna težina, unutrašnje i spoljnjo trenje, granulometrijski sastav, abrazivnost, lepljivost i sl.) koje već opisane u okviru tačke 3.3.1 ove knjige. Karakteristike pojavnog oblika u realnim pretovarnim procesima najčešće se ne mogu predstaviti jednoznačnim vrednostima, već se po pravilu radi o stohastičkim veličinama pa se, u tom slučaju, navedene karakteristike opisuju preko raspodela verovatnoća, bilo empirijskih bilo teorijskih, na bazi kojih se po pravilu određuju merodavne karakteristike (na primer, ukoliko je poznata funkcija raspodele težina paleta $F(G_p)$, merodavna težina palete G_p^* može se sa željenom verovatnoćom p^* odrediti iz jednakosti $G_p^* = F^{-1}(p^*)$).

Pored ovoga, veoma važna karakteristika jeste homogenost - nehomogenost pojavnog oblika robe. Ukoliko se radi o nehomogenim pojavnim oblicima tada analizom mora biti obuhvaćena i struktura robe, odnosno moraju se definisati karakteristike pojedinih homogenih grupa. Pri tome, ukoliko se radi o nehomogenoj robi sa velikim brojem pojavnih oblika po pravilu se pristupa izboru reprezenata, primenom neke od metoda tehnike uzoraka ili pak primenom ABC analize.

Mesto nastanka zahteva predstavlja veoma važnu informaciju bez koje nije moguć kvalitetan opis tehnoloških zahteva. Mesto nastanka zahteva kao jedna od veličina vektora stanja (MR^+, MR) povezano je uvek sa prostornim koordinatama. Mesto nastanka zahteva, u zavisnosti od klase pretovarnog sistema i funkcija koje taj sistem realizuje može biti sredstvo spoljnog transporta (vagon, drumska vozila, plovilo, vazduhoplov), ali i sredstvo unutrašnjeg transporta, ili neko drugo pretovorno sredstvo. Isto tako mesto nastanka zahteva može biti i određena pozicija u skladišnom regalu, neko od radnih mesta u procesu proizvodnje i sl.

Poznavanje lokacije na kojoj postoji zahtev za manipulacijom omogućava egzaktno planiranje rasporeda elemenata pretovarnog sistema posebno manipulativnih površina i trasa saobraćajnica. Međutim, za kvalitetan opis tehnološkog zahteva, posebno kada se radi o utovaru ili istovaru sredstava spoljnog transporta, nije dovoljno samo poznavanje prostornih koordinata, odnosno lokacije gde se zahtev pojavljuje. Tako, na primer, za opis zahteva za istovar robe iz rečne barže nije dovoljno da se samo definiše pozicija plovila na operativnoj obali već je, takođe potrebno znati i karakteristike plovila (dužina, širina, maksimalni i minimalni gaz, nosivost, broj istovarnih otvora) ali i vodostaj reke, kao i meteo uslove na toj lokaciji. Slično se opisuju i druga sredstva spoljnog transporta. Za teglač sa poluprikolicom potrebno je poznavati gabaritne dimenzije, nosivost, visinu tovarnog sanduka, minimalni radijus okretanja vozila, mogućnost - nemogućnost otvaranja bočnih stranica i sl.

Vreme naslanka zahteva i zakon pojave određuju vremenske koordinate zahteva (TR). U odnosu na karakter nastanka u vremenu pojava zahteva se kategorise kao kontinualna ili diskontinualna. Kontinualni zahtevi najčešće su posledica funkcionisanja nekog tehnološkog procesa (naprimjer zahtev za dopremom uglja koji sagoreva u ložištima koflova u termoelektrani). U suštini, praktično svi zahtevi otpreme robe iz bunkera nekim transporterom sa kontinualnim dejstvom imaju ovaj karakter. Sa aspekta načina opisivanja, zahtevi koji se pojavljuju kontinualno tokom nekog vremenskog intervala ne predstavljaju neki veći problem i najčešće se povezuju sa količinom robe u nekom vremenskom intervalu ([kN/h], [kom/h], [m³/h]....). Treba, međutim, imati u vidu da apsolutne ravnomernosti kontinualnog toka nema, već uvek dolazi do manjih ili većih odstupanja koja su slučajnog karaktera. Zato se često i pri opisivanju kontinualnih zahteva kao korektivni faktor uvodi standardno odstupanje ili parametri neke od raspodela verovatnoća.

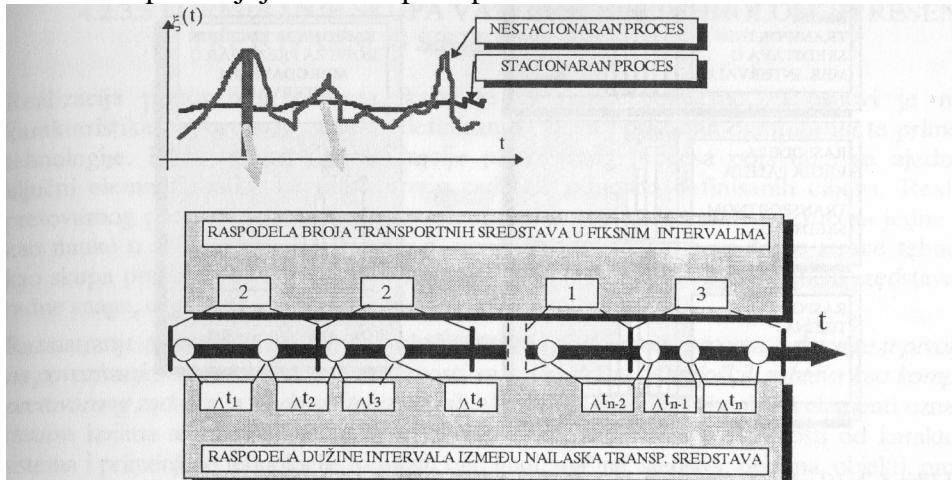
Spektar zahteva koje karakteriše vremenska diskontinualnost je mnogo širi. U ovu kategoriju spadaju zahtevi koje karakteriše postojanje definisanog takta (kakav je slučaj čest na proizvodnim linijama gde se, na primer, zahtevi za otpremom nekog finalnog proizvoda koji izlazi sa proizvodne linije pojavljuju u strogo definisanim intervalima) kao i širok dijapazon zahteva čija pojava nije posledica nekog unapred definisanog takta. Kao i u slučaju kontinualnih zahteva, i ovde su moguća određena odstupanja od definisanog takta, pa je u određenim slučajevima, za kvalitetnije opisivanje zahteva, potrebno koristiti metode kojima se respektuje ta slučajnost.

U kategoriju diskontinualnih zahteva čija pojava nema definisani takt mogu se svrstati detenninistički i stohastički zahtevi. Od poslednje dve kategorije zahteva besumnje su, u različitim klasama logističkih sistema, najčešće prisutni stohastički zahtevi, odnosno oni čija pojava ima slučajan karakter. Kako praktično svi pretovarni sistemi u okviru kojih se realizuje utovar i istovar vozila spoljnog transporta imaju stohastički karakter, to se i opisivanje zakona pojave ovih tehnoloških zahteva realizuje primenom aparata matematičke statistike i teorije verovatnoće.

Pojava zahteva (transportnih sredstava) za utovarom ili istovarom, na frontu pretovara, predstavlja jedan od tipičnih zadataka u domenu utvrđivanja zakona pojave stohastičkih pretovarnih zahteva u vremenu. Za utvrđivanje zakona nailaska transportnih sredstava moguće je primeniti dva pristupa (Slika 4.2. 9). Prvi se sastoji u utvrđivanju raspodele dužina intervala između dva uzastopna nailaska transportnih sredstava, a drugi

podrazumeva utvrđivanje broja transportnih sredstava u fiksiranom vremenskom intervalu. U prvom slučaju, očigledno je da se kao osnovni parametar procesa utvrđuje srednje vreme između pojave zahteva, a u drugom je to srednji broj zahteva na intervalu. Primenom odgovarajućeg matematičkog aparata i relacija koje povezuju navedena dva parametra jednog istog procesa, moguće je na bazi poznavanja jednog odrediti i drugi.

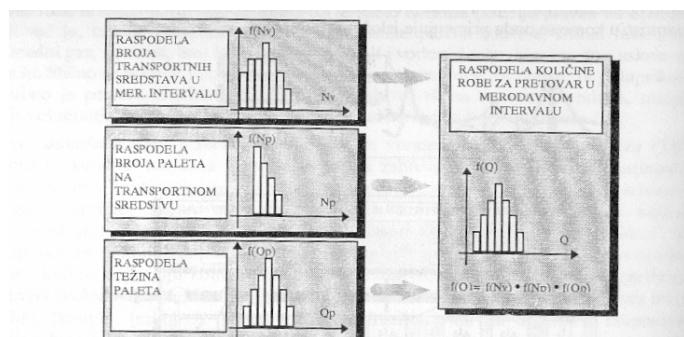
Kvantifikovanje različitih obeležja stohastičkih zahteva u logističkim procesima, pa tako i utvrđivanje zakona pojave zahteva u vremenu, povezano je često i sa problemom stacionarnosti, odnosno nestacionarnosti analizirane pojave. Pri tome se navedini pristup utvrđivanju zakona pojave pretovarnih zahteva u vremenu odnosi na stacionarne procese, dok se kod nestacionarnih pojava mora prethodno pristupiti definisanju *merodavnog perioda stacionarnosti* u kome se onda primenjuje izloženi postupak.



Slika 4.2. 9 - Utvrđivanje zakona pojave tehnoloških zahteva u vremenu

Količina robe, odnosno kvantitet uahtega označava karakteristiku koja ima poseban značaj za dimenzionisanje elemenata sistema. Količina robe može se posmatrati sa različitim nivoa detaljnosti, u odnosu na različite vremenske intervale u zavisnosti od postavljenog cilja. Ukoliko je reč o strateškom planiranju obima rada koji se treba realizovati u nekom budućem periodu (cca 5-10 ili više godina unapred) onda se, po pravilu, koriste podaci na nivou godišnjih količina, odnosno obim rada na nivou godine. Analiza vremenskih serija i uopšte primena praktično svih tehniku prognoze i određivanja trenda baziraju se najčešće na podacima na godišnjem nivou. Podaci na godišnjem nivou nisu, međutim, direktno primenjivi u procesu kvantifikacije tehnoloških zahteva, obzirom da se u procesu dimenzionisanja tehnoloških elemenata sistema koriste mnogo detaljniji podaci koji se odnose na *merodavni vremenski interval u kome je zahtev potrebno realizovati*.

Očigledno, količina robe, kao karakteristika tehnoloških zahteva, neodvojiva je i tesno povezana sa vremenom u kome se zahtev posmatra, odnosno sa zakonom pojave (nastanka) zahteva i intervalom u kome zahtev mora biti realizovan, pa se zato često koristi i pojma "intenzitet zahteva" - koji se odnosi na količinu robe u nekom vremenskom intervalu. Praktično, ukoliko je poznat zakon dolaska transportnih sredstava u sistem i količina robe na sredstvima, poznata je i količina robe, odnosno intenzitet zahteva. Sličan pristup važi po analogiji i u slučajevima kada pretovarne zahteve ne generišu transportna sredstva već proizvodni sistem skladišni sistem i sl. Kako je, međutim, u najvećem broju slučajeva i količina robe na transportnom sredstvu ili količina koja se javlja u proizvodnom ili skladišnom sistemu takođe slučajna veličina, onda se količina robe na definisanom intervalu mora utvrđivati kao rezultat superpozicije raspodele koja opisuje zakon pojave zahteva u vremenu i raspodele količine robe (Slika 4.2.10).



Slika 4.2. 10 - Primer određivanja intenziteta pretovarnih zahteva

Slično ovome moguće je odrediti i količinu robe koja dolazi železničkim vagonima, pri čemu se u tom slučaju po pravilu radi o superpoziciji raspodele broja sastava, broja kola u sasravu i količini robe u jednim kolima, a analogno se mogu utvrditi i merodavni intenziteti zaliteva, ukoliko se radi o drugim vrstama transportnili zadataka.

Interval strpljivosti zahteva predstavlja jednu od najznačajnijih karakteristika tehnoloških zahteva, od čije veličine u velikoj meri zavise resursi pretovarnog sistema i način njihovog dimenzionisanja. Interval strpljivosti zahteva definije se kao onaj interval u kome realizacija zahteva ne dovodi do pojave negativnih efekata, pri čemu nije od značaja u kom delu intervala se zahtev realizuje. Uticaj intervala strpljivosti na kapacitet resursa pretovarnog sistema je očigledan, s obzirom na mogućnost odlaganja realizacije zahteva (povećanje intervala strpljivosti) omogućuje mnogo bolje korišćenje pretovaine mehanizacije. Iako može biti reči o intervalu strpljivosti zahteva na početku i na kraju opsluge, u logističkim sistemima i u okviru toga pri realizaciji pietovarnih procesa, najčešće je od značaja interval strpljivosti na završetak opsluge. Često je taj interval predmet propisa ili ugovora (najčešće roka istovara na neki vremenski period), ali se dužina tog intervala često pojavljuje i kao predmet optimizacije koja se sprovodi sa ciljem da se minimizuju ukupni negativni efekti, sa jedne strane povećanje troškova mehanizacije koji su posledica smanjenja intervala strpljivosti i sa druge strane većeg čekanja transportnih sredstava, koji bi proizišli iz povećanja intervala u kome se realizuje opsluga.

Na kraju, potrebno je istaći da tehnološki zahtev predstavlja kompleksnu višedimenzionu veličinu među čijim obeležjima su prisutne značajne interakcijske veze koje se mogu respektovati jedino u procesu kompleksne analize kojom bi se jednovremeno obuhvatile sve relevantne veličine. Imajući to u vidu, proces opisivanja i kvantifikacije tehnoloških zahteva ne treba posmatrati kao prost zbir postupaka kojima se parcijalno utvrđuju pobrojane karakteristike, već jedino kao proces sveobuhvatne analize u okviru koje se utvrđuje sinergijski uticaj navedenih karakteristika na tehnološki zahtev kao višedimenzioni vektor stanja veličina koje su relevantne za njegovo definisanje.

FORMIRANJE SKUPA VARIJANTNIH TEHNOLOŠKIH RESENJA PRETOVARNOG SISTEMA

Realizacija pretovarnog procesa, kako je to ranije pokazano, u osnovi je rezultat karakteristika pretovarnog zadatka, definisanih ciljeva i prisutnih ograničenja te primenjene tehnologije. Izbor tehnologije realizacije pretovarnog procesa pojavljuje se ujedno kao ključni element realizacije pretovarnog zadatka, odnosno definisanih ciljeva.

Razmatranje *tehnologija realizacije svakog, pa tako i pretovamog procesa, odnosi se u prvom redu na povezivanje, odnosno karakter tpovezanosti, sa jedne strane tehnološkili zaliteva kao komponenti pretovamog zadatka, a sa druge tehnološkjh elemenata sistema*. Tehnološki elementi označavaju resurse kojima se obezbeđuje realizacija tehnoloških zahteva, a u zavisnosti od karakteristika sistema i primenjene tehnologije to mogu biti: ljudi, mašine, sredstva, oprema, objekti, prostorne celine, itd. Mada, u osnovi, tehnologija realizacije nekog procesa u osnovi obuhvata strukturu i način povezanosti na relaciji tehnološki zahtev - tehnološki element, pa se zato na veoma pogodan i pregledan način može predstaviti matricom (Slika 4.2.11), treba istaći i to da je pored toga za definisanje tehnologije neophodno i poznavanje prostorno - lokacijskih odnosa elemenata sistema (prostomi raspored) ali i način organizacije, tj. oblik upravljanja radom pojedinih tehnoloških elemenata tokom realizacije zahteva.

Pretovarni zadaci, odnosno tehnološki zahtevi, neiscrpni su u svojoj raznolikosti što, uz mogućnost da se realizuju na različit način, primenom različitih tehnoloških elemenata, rezultira postojanjem širokog spektra potencijalno primenljivih rešenja. 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 mogućnosti aplikacije različitih "tipičnih tehnologija" na konkretan problem - pretovarni proces koji je predmet analize. Ovo ne znači da tehnološko rešenje pretovamog 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 pretovamog procesa.

TEHNOLOŠKI ZAHTEVI	TEHNOLOŠKI ELEMENTI					
	ELEMENT 1	ELEMENT 2	...	ELEMENT j	...	ELEMENT n
ZAHTEV 1	*	*				*
ZAHTEV 2		*				
...	*					
ZAHTEV i				*		*
...		*				
ZAHTEV m	*			*		*

Slika 4.2.11 - Korespondentna matrica tehnoloških zahteva i elemenata (postojanje simbola " * " označava da element j realizuje zahtev i)

Stalno usavršavanje postojećih i razvoj novih tehničko - tehnoloških i organizacionih rešenja u oblasti realizacije pretovarnih procesa rezultovalo je prisustvom izuzetno velikog broja tipičnih tehnologija realizacije pretovarnih procesa i samim tim u procesu kreiranja rešenja potrebom analize velikog broja tehnoloških varijanti. U poglavljima 2 i 3 ove knjige prikazan je veliki broj pretovarnih sredstava i opisane su tipične oblasti primene pojedinih rešenja. Na taj način su, de facto, promovisane i tipične tehnologije bazirane na primeni pojedinih sredstava. **Ovde ne bi bilo loše pričati o Jeleninom seminarском radu jer u njemu postoji 17-19 verijantnih rešenja.**

Na snažnu ekspanziju tehnike i tehnologije u oblasti realizacije pretovarnih procesa uticao je veliki broj faktora. Sa jedne strane svakako da ogroman uticaj ima sveopšti tehnički napredak, ali i uticaj niza drugih faktora kao što su:

- promena koncepta u razvoju transportnih sredstava (kod drumskih vozila, naprimjer, uočljiva je tendencija promene oblika i dimenzija tovarnog prostora smanjenjem visine poda i porast učešća vozila sa tovarnim sandukom furgonskog tipa, a kod železničkih vagona za transport rasutih tereta u razvijenim zemljama prisutna je tendencija povećane primene samoistovarnih kola velike nosivosti od čak 1000 [kN])
- sve intenzivnija primena ISO kontenera u prekomorskom transportu i uopšte u daljinskom prevozu robe
- ekspanzija u oblasti razvoja logističkih centara (robno - transportni centri, robno distributivni centri, centri za pružanje logističkih usluga,...)
- zahtevi za većom brzinom dostave robe pa zato i bržom realizacijom pretovara
- zahtevi za većin kvalitetom logističke usluge, uz paralelne zahteve za minimizacijom logističkih troškova
- veća primena informacionih tehnologija i integrisanje informacionih i materijalnih tokova
- porast ekološke svesti i zahtevi za boljim uslovima i većom bezbednošću rada, itd.

Uopšte uzevši, realizacija pretovarnih procesa, kao rezultat sve šire primene računarske tehnike, hardvera i softvera, u sve većoj meri se automatizuje i povezuje sa ostalim procesima u sistemu. Tako se primenom odgovarajućih upravljačkih softvera i informacionih sistema pojedine faze procesa optimiziraju i automatizuju; bardverskim elementima vrši se automatska identifikacija robe, na bazi odgovarajućeg upravljačkog algoritma i softvera donosi se odluka o mestu odlaganja, definišu se optimalne rute kretanja sredstava, fonnira prateće dokumentacija i sl. 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 prepostavila mogućnost prevazilaženja nekih sistemsko - metodološkili poteškoća u trenutku kada bi eventualno i bio okončan, bio verovatno nekompletan, jer bi u međuvremenu bile razvijena još neka nova rešenja. Ali, bez obzira na ove teškoće 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.

Mogućnost formiranja većeg broja tehnoloških koncepcija, na bazi primene više različitih tipičnih tehnologija za realizaciju pojedinih faz proceisa, može se uočiti, recimo, pri razvoju tehnološkog rešenja pretovarno - transportno - skladišnog sistema za prijem, čuvanje i otpremu kontenera u pomorskim i rečnim lukama gde se najčešće, zbog dislociranja skladišne zone u odnosu na zonu istovara na operativnoj obali, mogu jasno izdvojiti tri faze procesa: istovar broda, transport kontenera do skladišne zone, odlaganje i manipulacija kontenera u skladišnoj zoni. Jasno je da primena većeg broja primenjivih tipičnih tehnologija realizacije pojedinih faz proceisa i u ovom primeru može rezultovati većim brojem tehnoloških koncepcija sistema. Isto tako, slično pomenutim, moguće je navesti još veoma veliki broj klasa pretovarnih zadataka čija je realizacija povezana sa velikim brojem tehnoloških varijanti.

Razvoj i definisanje skupa tehnoloških koncepcija realizacije pretovarnog procesa predstavlja, s obzirom na izloženo, jednu od ključnih faza uobličavanja rešenja u okviru koje rešenje u tehnološkom smislu poprima konačni oblik. 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. Praktična realizacija ovog koraka povezana je najčešće sa analizom kataloga proizvođača koji sadrže tehničke performanse pojedinih tehnoloških elemenata.

Jasno je da sa aspekta realizacije postupka razvoja tehnološkog rešenja ovo dovodi do multipliciranja broja relevantnih tehnoloških varijanti, ali treba imati u vidu da se kroz permanentnu logičku analizu i eventualno korišćenje neke od egzaktnijih tehniki, ovaj broj uvek može svesti u okvire koji su, sa aspekta dimenzija problema, prihvativi za sprovođenje postupka vrednovanja i ocene rešenja.

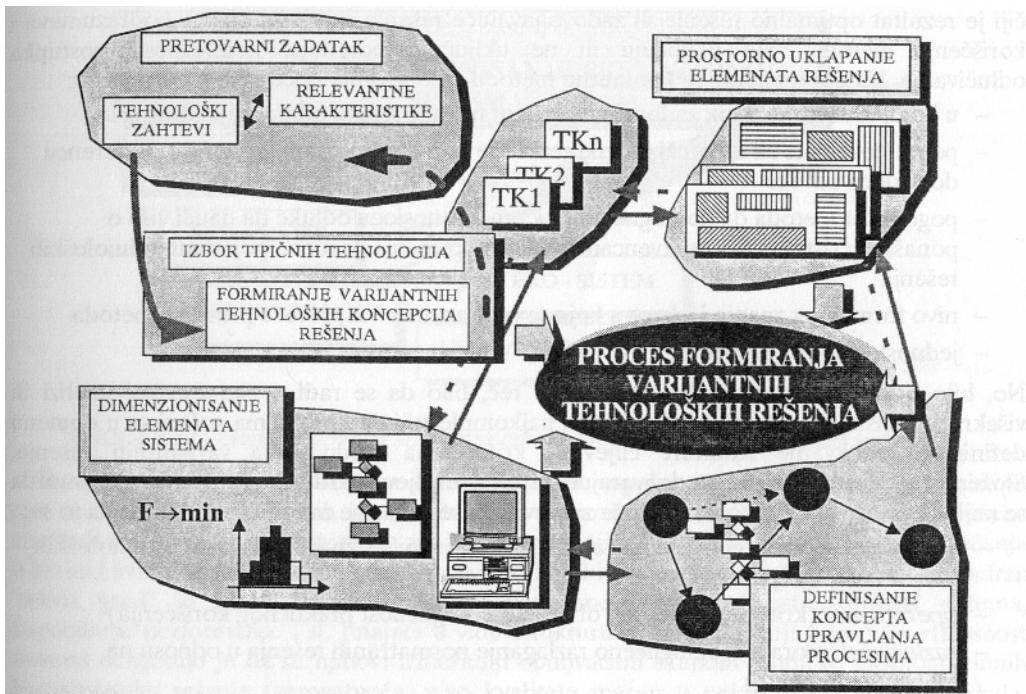
Formiranje varijantnih tehnoloških rešenja koje se realizuje kroz proces dienenzionisanja i prostornog uklapanja elemenata sistema kao i kroz definisanje osnovnog koncepta odvijanja procesa (koncept upravljanja procesom) moguće je, dakle, sprovesti tek posle egzaktnog definisanja svih elemenata sistema i njihovih relevantnih karakterističkih značajkih.

Dienenzionisanje 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 dienenzionisanje) 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 transporter-a sa kontinualnim dejstvom i sl.

Problemi dienenzionisanja 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. Pri tome, 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).

Kada se sve rečeno ima u vidu, može se zaključiti da je proces formiranja varijantnih tehnoloških rešenja logističkih sistema uopšte pa tako i pretovarnih, veoma kompleksan i višeslojan, i da zahteva poznavanje velikog broja različitih informacija. Očigledno je da kvalitetne realizacije postupka kreiranja rešenja nema bez permanentnog praćenja tekućeg nivoa i trendova u razvoju logističkih odnosno pretovarnih tehnologija. To, naravno, podrazumeva i formiranje odgovarajuće baze podataka o tipičnim tehnologijama, praćenje stručnih časopisa i stalnu korespondenciju sa proizvođačima opreme i sredstava. Kako proces formiranja rešenja, poređ odgovarajućeg nivoa znanja u oblasti tehnologije podrazumeva i razvoj i primenu odgovarajućih kvantitativnih metoda i postupaka to je, logično, u proces generisanja rešenja potretno uključiti i ovu vrstu znanja. Na kraju, kao svojevrsni rezimti, na slici (Slika 4.2.16) u nastavku predstavljena je struktura aktivnosti i postupaka koji sačinjavaju proces formiranja varijantnih rešenja pretovarnog sistema.



Slika 4.2.16 - Šematski prikaz osnovnih aktivnosti u procesu formiranja varijantnih rešenja pretovarnog sistema

OCENA VARIJANTNIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA PRETOVARNOG SISTEMA

Vrednovanje (ocenu) varijantnih tehnoloških rešenja pretovarnih sistema, imajući u vidu prethodno izložene opšte postavke, trba posmatrati u kontekstu dve osnovne grupe problema. Sa jedne strane radi se o definisanju strukture ciljeva, kriterijuma i njihovih izmeritelja, a sa druge strane prisutni su problemi izbora metode tj. tehnike vrednovanja Bkupa varijantnih rešenja.

Problem izbora metode vrednovanja odnosi se, prevashodno, na opredeljenje između dve osnovne grupe: tkzv. jednokriterijumske (najčešće ekonomskih) i višekriterijumske. Navedenu kategorizaciju, iako uobičajenu, treba ipak prihvati krajnje uslovno. Naime, najčešće nije reč o tome da li se koristi jedan ili više kriterijuma već o tome da li se ti kriterijumi mogu ili ne svesti na zajednički izmeritelj (ukoliko je to moguće taj jedinstveni izmeritelj je najčešće novac).

O tome koje metode, jednokriterijumske ili višekriterijumske, treba primenjivati za vrednovanje varijantnih rešenja logističkih sistema mišljena su podeljena, ali se ipak u poslednjoj deceniji sve više pažnje pridaje višekriterijumskoj analizi. Pri tome, primena ekonomskih metoda ostaje i dalje jedna od najznačajnijih faza vrednovanja rešenja, a u procesu primene metoda višekriterijumske analize ekonomski kriterijumi po pravilu imaju najveći značaj.

Izbor metode čija je primena najpogodnija za rešavanje nekog problema je višeslojan i u priličnoj meri subjektivne prirode. U prvom redu problem izbora se odnosi na opredeljenje između višekriterijumske - jednokriterijumske metode, zatim na opredeljenje između onih čiji je rezultat optimalno rešenje ili zadovoljavajuće rešenje i na kraju izbor podrazumeva i korišćenje metoda koje uključuju ili ne uključuju određene neizvesnosti postupka odlučivanja. Na opredeljenje za konkretnu metodu vrednovanja utiče i čitav niz faktora:

- u kojoj je meri korisnik zadovoljan i u kom nivou poznaje određeni metod
- pogodnost metoda da pruži izlazne rezultate koji u potpunosti reflektuju preferencu donosioca odluke
- pogodnost metoda da pomogne analitičaru i donosiocu odluke da nauči više o ponašanju sistema i konsekvcama koje su posledica primene pojedinih tehnoloških rešenja
- nivo formalnog znanja i iskustva koje se podrazumeva u procesu primene metoda
- jednostavnost za upotrebu.

No, bilo o kojoj metodi vrednovanja da je reč, bilo da se radi o ekonomskoj analizi ili višekriterijumskom vrednovanju, osnovni i najkompleksniji deo problema nalazi se u domenu definisanja adekvatne strukture ciljeva i kriterijuma vrednovanja varijantnih rešenja. Složenost procesa definisanja odgovarajuće strukture ciljeva i kriterijuma vrednovanja možda se najlakše može uočiti ukoliko se uoče zahtevi koji se pri tome moraju respektovati, a to su:

- *kompletност* (kriterijumima moraju biti obuhvaćeni svi značajniji aspekti tehnoloških varijanti koje se porede)

- *operativnost* (kriterijumi moraju obezbediti mogućnost praktičnog korišćenja)
- *razloživost* (mora biti omogućeno razlaganje posmatranih rešenja u odnosu na relevantne aspekte)
- *nerezidualnost* (struktura kriterijuma vrednovanja mora biti formirana na način da ni jedan aspekt rešenja nije uračunat više od jednom)
- *minimalnost* (drugi skup kriterijuma kojim bi se ista rešenja mogla porediti ne treba da sadrži manji broj elemenata)

U pogledu strukture ciljeva i kriterijuma vrednovanja pretovarnih, ali uopšte i pretovorno -transportno skladišnih rešenja ne postoji neki univerzalni, 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. Ipak, 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 sledeće ciljeve (Slika 4.2.17):ekonomičnost, efikasnost, fleksibilnost, uslove rada, odnos prema eko sistemu.

Ekonomičnost rešenja u suštini predstavlja odnos između pozitivnih i negativnih efekata koji se mogu novčano izraziti. Ocena ekonomičnosti nekog rešenja najčešće podrazumeva utvrđivanje tri ekonomske kategorije: investicionu sumu, profit koji je posledica primene rešenja i troškove koji su posledica primene rešenja. Kao izmeritelji ekonomičnosti mogu se koristiti različiti ekonomski pokazatelji (interna stopa rentabiliteta, rok povraćaja uloženih sredstava, diskontovani troškovi, profit, čista sadašnja vrednost i sl.). Zato se kao izmeritelji kriterijuma koji opisuju ekonomičnost rešenja mogu koristiti novčane jedinice, vremenske jedinice kao i koeficijenti ili indeksi.



Slika 4.2.17 - Generalizovana struktura ciljeva vrednovanja pretovarnih sistema

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 stepen" 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 eksploracionih karakteristika rešanja (verovatnoća, nivo kvaliteta meren u nekoj od raspoloživih skala, transportni kapacitet, vreme, brzina,...itd.).

Fleksibilnost rešenja podrazumeva, u suštini, sposobnost prilagodavanja rešenja novim uslovima i novom režimu rada. Reč je, pri tome, o prilagođavanju promenama do kojih dolazi pod dejstvom različitih faktora, a čiji je uticaj ili nepredvidiv, ili je predviden a odnosi se na perspektivni razvoj sistema. Mada se fleksibilnost može posmatrati sa različitim 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). To, međutim, ne znači da u određenim slučajevima nije moguće

koristiti i neke druge pokazatelje kao što je, naprimjer, potreban obim ulaganja povezan sa povećanjem kapaciteta ili neki drugi pokazatelj, sličan ovome.

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. Ekološki 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 kao što su na primer: očekivani broj povreda na radu, struktura povreda po težinama, temperatura, vlažnost, sastav vazduha, osvetljenost i sl.

Odnos prema eko sistemu takođe je jedan od kriterijuma koji sa evidentnim porastom ekološke svesti čovečanstva 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. Kriterijuri kojima se opisuje kvalitet rešenja sa ovog aspekta odnose se prevashodno na vrednovanje logističkih sistema na makro-lokacijskom planu, dok je, osim u izuzetnoj 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. Odnos prema eko sistemu najčešće se karakteriše nivoom buke i nivoom zagađenja okoline, pa izmeritelji koji se kognoscere u procesu vrednovanja imaju obeležja koja su slična prethodnoj grupi kriterijuma koji opisuju uslove rada.

U primeni višekriterijumske metode vrednovanja prisutne su, očigledno, kvalitativne razlike kategorije kriterijuma i njihovih izmeritelja koji mogu biti mereni u različitim

- nominalna (klasificira objekte merenja a pri tome ne definiše njihov odnos ni redosled, naprimjer A, B, C,..., cmo - belo,...)
- ordinarna (rangira objekte merenja, odličan, dobar, loš, __, 1,2,3, 4,...)
- intervalna (definiše odnose merenih veličina: veće-manje, hladnije-toplije,...ali pri tome nije moguće uspostaviti relativni odnos merenih veličina: dva puta veći, trostruk toplice i sl.)
- odnosna ili racionalna (ustanovljava odnose među objektima merenja i ova skala se uglavnom primenjuje u prirodnim naukama i medicini: merenje dužine, sile, površine, transportnog kapaciteta,...itd.)

Kadaje reč o kvantifikovanju vrednosti kriterijuma - vrednosti izmeritelja po varijantama, treba reći da se radi o veoma složenom problemu pa gotovo da i nije moguće dati opšte pravilo kako to realizovati. Globalno posmatrano, može se reći da taj proces počinje još tokom analize i kvantifikovanja tehnoloških zahteva, prožima proces dimenzionisanja kvantifikovanja elemenata rešenja, a realizuje se i u samom procesu vrednovanja - primenom različitih metoda i kvantitativnih postupaka i modela, ali i korišćenjem deklarisanih performansi prezentiranih u tehničkoj dokumentaciji i literaturi.

Pored potrebe utvrđivanja vrednosti kriterijuma vrednovanja, primena metoda višekriterijumske analize podrazumeva i poznavanje vrednosti "težina" pojedinih kriterijuma. Težine tj. značaj pojedinih kriterijuma direktno se odražavaju na krajnji rezultat - odluku o najboljoj varijanti, pa je zato njihovo utvrđivanje od izuzetnog značaja za proces vrednovanja. Definisanje težina kriterijuma realizuje se često na bazj lične preferencije analitičara, odnosno donosioca odluke, u kom slučaju se svakom kriterijumu pridružuje željena vrednost "značaja", pri čemu je najčešće zbir težina svih kriterijuma jednak jedinici. Isto tako, umesto da značaj kriterijuma određuje pojedinac u primeni je često i tkzv. metod ekspertnih procena u kom slučaju se težina kriterijuma definije na bazi usaglašavanja većeg broja predloga koja daju eksperti iz odgovarajuće oblasti. Pored naznačenih mogućnosti postoje i u određenoj meri formalizovani postupci utvrđivanja težina kriterijuma, od kojih je u nastavku opisan jedan za primenu veoma pogodan i veotna često korišćen postupak - metod dominacione matrice.

Metod dominacione matrice sastoji se u sukcesivnom poređenju parova kriterijuma, pri čemu se na osnovu rezultata poređenja između svaka dva kriterijuma uspostavlja binarna relacija "značajniji od". Sumiranjem rezultata poređenja po svim kriterijumima i ponderisanjem vrednosti na način da zbir koeficijenata bude jednak jedinici, utvrđuje se i relativni značaj svakog kriterijuma. Primena ovog postupka u određenoj meri olakšava postupak određivanja težina pojedinih kriterijuma, s obzirom da se u svakom koraku analizira samo po jedan par kriterijuma, ali i ovaj metod, očigledno, direktno reflektuje preferencu analitičara.

U cilju ilustracije mogućnosti praktične aplikacije višekriterijumske metode na problem vrednovanja pretovarnih sistema, u nastavku je na primeru izbora dizalice za manipulaciju kontenera u železničko-drumskim terminalima, prikazan postupak primene jedne od najjednostavnijih - *metoda analize efektivnosti*.