

**UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET**

Mr Deda Đelović, dipl. inž. maš.

**ISTRAŽIVANJE FAKTORA UTICAJA NA
KOEFIČIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA
SREDSTAVA LUČKE MEHANIZACIJE**

- Doktorska disertacija -

Podgorica, 2005.

17 = 3312653

656 658.56.001.578 578 2

777

23016

**UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET**

Kandidat:
Mr Deda Đelović, dipl. inž. maš.

**ISTRAŽIVANJE FAKTORA UTICAJA NA KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA
SREDSTAVA LUČKE MEHANIZACIJE**

- Doktorska disertacija -

Mentor:
Prof. dr Miodrag Bulatović, dipl. inž. maš.

Podgorica, 2005.

UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET

Ključna dokumentaciona informacija

<i>Redni broj (RBR):</i>	Tekstualni štampani materijal
<i>Identifikacioni broj (IBR):</i>	Doktorska disertacija
<i>Tip dokumentacije (TD):</i>	Mr Deda Delović, dipl. inž. maš.
<i>Tip zapisa (TZ):</i>	Prof. dr Miodrag Bulatović, dipl. inž. maš.
<i>Vrsta rada (VR):</i>	Istraživanje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije
<i>Autor (AU):</i>	Srpski
<i>Mentor/komentor (MN):</i>	Srpski i engleski
<i>Naslov rada (NR):</i>	Crna Gora, Srbija i Cma Gora
<i>Jezik publikacije (JP):</i>	2005.
<i>Jezik rezimea (JR):</i>	Reprint autora
<i>Zemlja publikovanja (ZP):</i>	Čeluga 32, 85 000 Bar
<i>Godina izdavanja (GO):</i>	(Br. poglavlja/strana/lit. citata/tabela/slika/priloga)
<i>Izdavač (IZ):</i>	(9/98/71/65/67/19)
<i>Mjesto i adresa izdavača (MA):</i>	Mašinstvo
<i>Fizički opis rada (FO):</i>	Efektivnost sistema
<i>Naučna oblast (NO):</i>	Koeficijent efektivnog iskorišćenja, sredstva lučke mehanizacije,
<i>Naučna disciplina (ND):</i>	faktori uticaja
<i>Predmetna odrednica/</i>	
<i>ključne riječi (PO):</i>	
<i>UDK</i>	
<i>Čuva se u (ČU):</i>	Univerzitetska biblioteka
<i>Datum prihvatanja teme (DP):</i>	Cetinjski put bb, 81000 Podgorica
<i>Datum odbrane (DO):</i>	
<i>Komisija (KO):</i>	

1. Prof. dr Dragutin Stanivuković
Redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu
2. Prof. dr Milan Perović
Redovni profesor Univerziteta Crne Gore u penziji
3. Prof. dr Milorad Burić
Redovni profesor Univerziteta Crne Gore
4. Prof. dr Zora Arsovski
Vanredni profesor Univerziteta u Kragujevcu
5. Prof. dr Miodrag Bulatović, mentor
Vanredni profesor Univerziteta Crne Gore

odbranjeno

UNIVERSITY OF MONTENEGRO
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

Key-words Documentation

<i>Accession number (ANO):</i>	
<i>Identification number (INO):</i>	
<i>Document type (DT):</i>	Textual printed article
<i>Type of record (TR):</i>	Ph.D. thesis
<i>Contents code (CC):</i>	Deda Đelović , M.Sc.
<i>Author (AU):</i>	Prof. Miodrag Bulatović, Ph.D.
<i>Mentor/comentor (MN):</i>	A Research of Influential Parameters on Coefficient of Port Machinery Effective Utilization
<i>Title (TI):</i>	Serbian
<i>Language of text (LT):</i>	Serbian and English
<i>Language of abstract (LA):</i>	Montenegro, Serbia and Montenegro
<i>Country of publication (CP):</i>	2005.
<i>Publication year (PY):</i>	Author's reprint
<i>Publisher (PU):</i>	Čeluga 32, 85 000 Bar
<i>Publisher's place (PP):</i>	(Chapters/pages/references/tables/pictures/addit. lists)
<i>Physical description (PD):</i>	(9/98/71/65/67/19)
<i>Scientific field (SF):</i>	Mechanical engineering
<i>Scientific discipline (SD):</i>	System Effectiveness
<i>Subject/Key words (SKW):</i>	Coefficient of Effective Utilization, Port machinery, Influential factors
<i>UC</i>	
<i>Holding data (HD):</i>	University's Library
	Cetinjski put bb, 81000 Podgorica
<i>Note (N):</i>	None
<i>Accepted by Scientific Board on (ASB):</i>	
<i>Defended on (DO):</i>	
<i>Thesis Defend Board (TDB):</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Ph.D. Dragutin Stanivuković Prof. of the University of Novi Sad2. Ph.D. Milan Perović Prof. of the University of Montenegro3. Ph.D. Milorad Burić Prof. of the University of Montenegro4. Ph.D. Zora Arsovski Prof. of the University of Kragujevac5. Ph.D. Miodrag Bulatović Prof. of the University of Montenegro

SADRŽAJ:

REZIME	I
ABSTRACT	VI
OZNAKE I SKRAĆENICE	XI
1. UVOD	1
1.1 Pristupi predmetnoj problematici u dostupnoj literaturi	1
1.2 Transportni lanac roba kao mreža procesa	2
1.3 Luka – čvorište mreže procesa	2
1.4 Sredstva lučke mehanizacije, osnovni aspekti zanačajnosti	3
2. PROCES PRUŽANJA LUČKIH USLUGA	5
2.1 Model procesa pružanja lučkih usluga	5
2.2 Interno preispitivanje upita	6
2.3 Tehnološka priprema rada	6
2.4 Operativna priprema rada	7
2.5 Proces pružanja lučkih usluga – osnovna struktura	7
2.6 Proces eksploatacije sredstava	8
3. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA, HIPOTEZE	10
3.1 Identifikacija predmeta istraživanja	10
3.2 Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava	10
3.2.1 Struktura raspoloživog vremena	10
3.2.2 Definicija koeficijenta efektivnog iskorišćenja	11
3.3 Cilj istraživanja	12
3.4 Hipoteze	12
4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	13
4.1 Metode utvrđivanja stepena iskorišćenja kapaciteta sredstava za rad	13
4.2 Metode utvrđivanja činjenica	13
4.3 Metode teorije korelacije	13
4.4 Posebne metode prilagođene objektu istraživanja	13
5. IZBOR OBJEKTA ISTRAŽIVANJA	15
5.1 Izbor perioda tokom koga se analizira koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava	15
5.2 Struktura pretovara po glavnim grupama tereta u razmatranom periodu	15
5.3 Struktura pretovara generalnih tereta po pojavnim oblicima	15
5.4 Identifikacija prioritetnih pojava oblika tereta	15
5.4.1 Identifikacija dominantnih pojava oblika tereta u pretovaru	15
5.4.2 Definisanje prioritetnih pojava oblika tereta	16
5.5 Identifikacija prioritetnih kategorija sredstava mehanizacije	16
5.6 Izbor objekta analize	16
5.6.1 Koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara klase nosivosti 3t	17
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	19
6.1 Identifikacija faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije	19
6.2 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – obim i struktura pretovara, $K = g(f_{11})$	21
6.2.1 Procedura utvrđivanja korelacije $K = g(f_{11})$	21
6.2.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{11})$	22
6.2.3 Parametri koji određuju stepen usklađenosti promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i obima pretovara po intervalima posmatranog perioda	22
6.2.4 «Normirani» koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije	25
6.2.4.1 Oblik zavisnosti «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od obima i strukture pretovara, $K = g(f_{11n})$	27
6.2.5 Očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije	28
6.3 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – vrsta manipulacije sa teretom, $K = g(f_{12})$	30
6.3.1 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{12})$	30
6.3.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{12})$ u analiziranom periodu	31
6.4 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – broj paralelnih manipulacija sa teretom, $K = g(f_{13})$	32
6.4.1 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{13})$	32
6.4.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{13})$ u posmatranom periodu	33
6.5 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa stanovišta sredstava mehanizacije, $K = g(f_{21})$	34

6.6 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja – značajnost sredstava u procesu rada</i> , $K = g(f_{12})$	38
6.6.1 Identifikacija klasa značajnosti sredstava	38
6.6.1.1 Procedura identifikacije klasa značajnosti sredstava	38
6.6.1.2 Klase značajnosti sredstava mehanizacije	39
6.6.1.3 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije prioritetnih klasa značajnosti	40
6.6.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{12})$	40
6.6.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{12})$	41
6.7 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k – broj raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1}, $K = g(f_{11})$</i>	43
6.7.1 Identifikacija «mehanizma» dejstva broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k	43
6.7.2 Uticaj broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na ukupni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k u određenom periodu	46
6.8 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja – stepen adekvatnosti planiranja rada</i> , $K = g(f_{12})$	47
6.8.1 Definicija stepena adekvatnosti planiranja rada, $a(f_{12})$	47
6.8.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{12})$	47
6.8.3 Kvantifikacija uticaja stepena adekvatnosti planiranja rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava	48
6.9 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja – operativna gotovost sredstava</i> , $K = g(f_{11})$	50
6.9.1 Faktori uticaja na operativnu gotovost sredstava	50
6.9.2 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – koeficijent adekvatnosti izvršilaca u sistemu održavanja	50
6.9.3 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri upravljanja materijalima za održavanje	52
6.9.4 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri upravljanja zaliha rezervnih djelova	53
6.9.4.1 Uticaj prekida zaliha rezervnih djelova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije	53
6.9.4.2 Definisanje oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od dužine trajanja prekida zaliha	57
6.9.4.3 Procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i komponenti troškova upravljanja rezervnim djelovima	58
6.9.5 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri u odnosu na mašine, alate i opremu	59
6.9.6 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri u odnosu na radionice održavanja	61
6.9.7 Korelacija koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – broj preventivnih pregleda odgovarajuće kategorije	62
6.9.7.1 Definisanje korelacije broj mjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja	63
6.9.7.2 Definisanje korelacije broj tromjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja	63
6.9.7.3 Definisanje korelacije broj godišnjih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja	64
6.9.8 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – operativna gotovost sredstava, $K = g(f_{11})$	64
6.10 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja – stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, $K = g(f_{14})$</i>	65
6.10.1 Definicija stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, $b(f_{14})$	65
6.10.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{14})$	65
6.10.3 Uticaj stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava	66
6.11 Istraživanje korelacije <i>koeficijent efektivnog iskorišćenja – tehnološka primjerenost sredstava</i> , $K = g(f_{11})$	68
6.11.1 Definisanje tehnološke primjerenosti sredstava	68
6.11.2 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih kategorija tehnološke primjerenosti	69
6.11.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{11})$	69

6.12 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – faza životnog ciklusa sredstva, $K = g(f_{12})$	71
6.12.1 Definisanje faze životnog vijeka sredstava	71
6.12.2 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava po fazama životnog vijeka	72
6.12.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{12})$	73
6.13 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – prekidi procesa rada, $K = g(f_{13})$	75
6.13.1 Identifikacija i sistematizacija prekida procesa rada	75
6.13.2 Procedura utvrđivanja korelacije $K = g(f_{13})$	76
6.14 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – karakteristike transportnog sredstva, $K = g(f_{14})$	78
6.15 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – rukovaoci sredstvom mehanizacije, $K = g(f_{15})$	80
6.16 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – ostali izvršiozi iz sastava radne ruke, $K = g(f_{16})$	82
6.17 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – karakteristike lučkih alata, $K = g(f_{17})$	84
6.18 Potencijalni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije	86
7. ANALIZA REZULTATA	89
8. PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA U PREDMETNOJ OBLASTI	93
9. ZAKLJUČCI	94
LITERATURA	97

PRILOZI:

Prilog 1	Promjena koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu
Prilog 2	Analiza stepena usklađenosti koeficijenta iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t i pojedinačnih sredstava iz klase
Prilog 3	Faktori koji determinišu obim i strukturu prelovara
Prilog 4	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{11})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 5	Promjena «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu, $K_n = g(t)$ Uspostavljanje zavisnosti $K_n = g(f_{11n})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 6	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{12})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 7	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{13})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 8	Zakovitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava prioritetnih klasa značajnosti u vremenu, $K_f = g(t)$
Prilog 9	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{12})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 10	Promjena stepena adekvatnosti planiranja rada u vremenu
Prilog 11	Upravljanje preventivnim održavanjem «pomoću» koeficijenta efektivnog iskorišćenja
Prilog 12	Uspostavljanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – broj preventivnih pregleda određene kategorije i provjera adekvatnosti modela
Prilog 13	Definisanje raspona vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja koji odgovara određenom broju preventivnih pregleda
Prilog 14	Promjena stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada u vremenu
Prilog 15	Definisanje kategorija tehnološke primjerenosti sredstava
Prilog 16	Zakovitost promjene u vremenu koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava različitih kategorija tehnološke primjerenosti
Prilog 17	Uspostavljanje korelacije $K = g(f_{11})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 18	Definisanje faze životnog vijeka sredstava u uslovima nepostojanja podataka o intenzitetu otkaza
Prilog 19	Zakovitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu po fazama životnog vijeka sredstava

ISTRAŽIVANJE FAKTORA UTICAJA NA KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA LUČKE MEHANIZACIJE

Rezime:

Nivo kvaliteta lučke usluge je u velikoj mjeri uslovljen vrijednostima parametara upravljanja sredstvima lučke mehanizacije. Prethodna konstatacija se posebno odnosi na produktivnost u procesu pretovara kao jednu od ključnih komponenti kvaliteta lučke usluge (i mjere zadovoljstva korisnika usluga). Uvođenje produktivnosti rada u optimalno područje podrazumijeva, između ostalog, i studiozan pristup analizi parametara koji je determinišu. Navedena činjenica, uloga luka kao čvorišta transportnih lanaca roba i značaj koji sredstva lučke mehanizacije generalno imaju u lučkom sistemu, bile su osnovne podloge za odluku da se pokrene istraživanje parametara upravljanja sredstvima lučke mehanizacije (koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava), koje je predmet ovog Rada.

U POGLAVLJU 1. su detaljnije analizirani faktori koji su, u dominantnoj mjeri, »uslovili« izbor tematike Rada. Tri su glavne grupe tih faktora. Prva je proizašla iz rezultata autorovih razmatranja modela procesa pružanja lučkih usluga i utvrđene činjenice da produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga (jedna od glavnih karakteristika kvaliteta lučke usluge) zavisi i od vremena efektivnog angažovanja sredstva. Druga grupa faktora svoje ishodište ima u literaturnim izvorima, gdje se, pored precizne definicije samog pojma efektivan (efektivan = stvaran, istinski, koji je zaista ostvaren, izvršen), mogu pronaći i odrednice da koeficijent efektivnog iskorišćenja omogućava realno sagledavanje iskorišćenja sredstva lučke mehanizacije. Konačno, treća grupa faktora uticaja da sadržina Rada bude upravo onakva kakva slijedi proizilazi iz brojnosti očekivanih pozitivnih efekata primjene rezultata istraživanja, sa naučnog i stručnog aspekta, i potrebe provjere hipoteze da vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja ne predstavljaju samo prosti odnos komponenti vremena, već da su uslovljene određenim faktorima uticaja.

U ovom Poglavlju je, zatim, izvršena sistematizacija pristupa problematici istraživanja koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u dostupnim literaturnim izvorima. Korišćena je u tu svrhu: literatura iz oblasti upravljanja osnovnim procesom rada u lukama, literatura koja se odnosi na eksploataciju sredstva lučke mehanizacije i literatura koja se odnosi na iskorišćenje proizvodne opreme. Rezimirajući rezultate razmatranja koji su sadržani u dostupnoj literaturi, konstatovana je činjenica da je istraživanju koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije posvećena nedovoljna pažnja i da je očigledan izostanak pristupa koji koeficijent efektivnog iskorišćenja posmatra kao rezultat korelacije određenog skupa upravljačkih parametara (a ne samo kao prosti odnos između odgovarajućih komponenti vremena).

Primjenjujući pristup »od opšteg ka posebnom«, izvršena je identifikacija uloge i značaja sredstava lučke mehanizacije, polazeći od karakteristika transportnog lanca roba kao mreže procesa i uloge luka kao čvorišta transportnog lanca roba. Navedeno je da transportni lanac roba podrazumijeva niz uzastopnih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i drugih, međusobno povezanih i sinhronizovanih postupaka, u okviru kojih se vrši premještanje materijalnih dobara od izvora do cilja primjenom odgovarajućih tovarnih jedinica. On predstavlja skup objekata i veza, karakteriše se odgovarajućom dinamikom, tako da je moguća njegova definicija kao mreže procesa. Realizuje se u različitim varijantama (kombinacijom vidova transporta) u zavisnosti od vrste tovarne jedinice, pravca kretanja roba, udaljenosti premještanja roba itd. U brojnim varijantama transportnog lanca roba jedno od ključnih čvorišta je luka.

Luka je složen organizacioni, dinamički i materijalni sistem, definisan svojim osnovnim dimenzijama: ciljevima, procesima, komponentama i vezama. On predstavlja čvorište mreže procesa - transportnog lanca roba. Ostvarenje ciljeva lučkog sistema podrazumijeva postojanje određenih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i ekonomskih preduslova. U glavne tehnološke elemente luke spada lučka mehanizacija.

Moguće je izdvojiti sledeće suštinske aspekte značajnosti lučke mehanizacije: povećanje efikasnosti realizacije odgovarajuće varijante transportnog lanca roba, redukcija troškova odgovarajuće varijante transportnog lanca roba putem smanjenja troškova pretovarnih operacija u luci, povećanje ukupnog kapaciteta luke, povećanje kvaliteta pruženih lučkih usluga, smanjenje zadržavanja sredstava transporta u luci po osnovu pretovarnih radnji, poboljšanje stepena iskorišćenja transportnih sredstava (brodova, vagona, kamiona), povećanje sigurnosti pri radu, smanjenje broja profesionalnih bolesti i nezgoda pri radu.

...

Razmatranja u okviru POGLAVLJA 2. su fokusirana na proces pružanja lučkih usluga. Polazeći od opšte strukture procesnog modela, strukturiran je model procesa pružanja lučkih usluga. Razmotreni su, potom, elementi faze modela

«upravljanje resursima»: interno preispitivanje upita korisnika usluga, tehnološka i operativna priprema procesa pružanja lučkih usluga. Dekompozicijom procesa pružanja lučkih usluga, utvrđeno je da eksploatacija sredstava lučke mehanizacije predstavlja jedan od potprocesa kome se može pripisati pokretačka uloga. Skup eksploatacionih parametara sredstava mehanizacije je brojani. Među njegovim elementima centralno mjesto pripada parametru - produktivnost rada. Produktivnost rada sredstava mehanizacije, respektujući značajnost sredstava u lučkom radnom procesu, ima odlučujući uticaj na nivo produktivnosti u procesu pružanja lučkih usluga.

Produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga je, inače, parametar od koga u značajnoj mjeri zavisi kvalitet lučke usluge i ima dominantno dejstvo na trajanje procesa pružanja lučke usluge, odnosno na stepen zadovoljenja jednog iz skupa osnovnih zahtjeva na tržištu lučkih usluga: što kraće zadržavanje sredstava transporta i tereta u lukama.

Rezultati odgovarajućih analiza su potvrdili da je produktivnost rada sredstava mehanizacije određena sledećim glavnim parametrima: vremenom efektivnog angažovanja sredstva, T_e , u procesu pružanja usluge, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstva, K ; brojem radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja, N_c ; karakteristikama (masom) manipulativne jedinice, M , koje se mogu predstaviti vrijednošću koeficijenta iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstva mehanizacije u radnom ciklusu, q .

...

Polazeći od činjenice da je efektivno angažovanje sredstava osnovni preduslov "pojavljivanja" svih ostalih parametara koji karakterišu ulogu sredstava lučke mehanizacije u procesu pretovara, u POGLAVLJU 3. je za predmet istraživanja izabran koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kojim se adekvatno opisuje vrijeme njihovog efektivnog rada u procesu pružanja lučkih usluga. Analizirane su, nakon toga, promjenljive koje određuju koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava: vrijeme efektivnog rada i ukupno raspoloživo vrijeme i preciziran način njihovog definisanja za pojedinačno sredstvo, klasu sredstava i vrstu sredstava.

U okviru ovog Poglavlja su definisani i ciljevi istraživanja: identifikacija, sistematizacija i rangiranje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije; definisanje metodologije uspostavljanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; iznalaženje oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; modeliranje analiziranih procesa i podataka na način koji će, u daljim istraživanjima u ovoj oblasti, omogućiti izradu adekvatnog software-a; Pozicioniranjem pobrojanih ciljeva u kontekst modela procesa pružanja lučkih usluga, može se prepoznati i cilj "višeg" nivoa ovog istraživanja: obezbjeđenje podloga za optimizacije produktivnosti rada, jednog od osnovnih parametara kvaliteta pružene lučke usluge i suštinski značajne mjere stepena zadovoljstva korisnika usluga.

Nakon identifikacije ciljeva istraživanja, postavljene su hipoteze na kojima se zasniva istraživanje: Hipoteza 1 - Koeficijent efektivnog iskorišćenja spada u grupu parametara koji determinišu produktivnost sredstava lučke mehanizacije u procesu njihove eksploatacije; Hipoteza 2 - Vrijednosti i karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva; Hipoteza 3 - Faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge;

...

U POGLAVLJU 4. su opisane metode koje su korišćene u istraživanju uticajnih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije. Naglašeno je da se istraživanje zasniva na primjeni četiri grupe metoda: metoda utvrđivanja stepena korišćenja kapaciteta sredstava za rad (Išikavina metoda i metoda trenutnih zapažanja), metoda utvrđivanja činjenica (anketa), metoda teorije korelacije (metoda najmanjih kvadrata) i posebne metode prilagođene objektu istraživanja.

...

Izbor objekta istraživanja izvršen je u POGLAVLJU 5. Na osnovu rezultata analize strukture i obima pretovara u Luci Bar u prethodnim periodima, sa stanovišta stabilnosti transportnih tokova i mogućnosti uspostavljanja adekvatnih korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije i karakterističnih uticajnih faktora, izabran je period od pet godina koji ima najveći stepen prilagođenosti potrebama istraživanja. Razmotreni su, zatim, struktura i obim pretovara po glavnim grupama tereta u tom periodu. Vodeći se činjenicom da je proces pretovara generalnih tereta, sa tehnološkog aspekta, najsloženiji, procedura izbora objekta istraživanja nastavljena je analizom strukture pretovara generalnih tereta po pojavnim oblicima. Nakon identifikacije «prioritetnih pojava oblika tereta» (sa najvećim

procentualnim učešćem u pretovaru generalnih tereta u periodu koji je predmet analize), definisane su kategorije sredstava lučke mehanizacije sa najvišim rangom značajnosti u procesu izvršenja manipulacija sa tim teretima i utvrđeno je da klasa viljuškara nosivosti 3 t ima najveći značaj. Zbog toga je za objekt istraživanja izabrana upravo klasa viljuškara nosivosti 3t (u Luci Bar). Sistematizovane su, potom, vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3 t po elementima posmatranog perioda (po mjesecima i po godinama), kao i koeficijenti efektivnog iskorišćenja pojedinačnih sredstava iz klase (viljuškara sa garažnim brojevima 311, 312, 313, 314 i 315).

U POGLAVLJU 6. su prikazani rezultati istraživanja. Slijedeći logiku odvijanja procesa pružanja lučkih usluga, identifikovani su faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije. Definisane su, pri tome, sledeće četiri grupe faktora: faktori uticaja koji se odnose na zahtjeve korisnika usluge, faktori uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga, faktori koji se generišu u procesu uključivanja sredstva u eksploataciju i faktori koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava;

Klasa faktora uticaja koja se odnosi na zahtjeve korisnika usluga obuhvata sledeće elemente: strukturu i obim pretovara, raspodjelu vrsta (i varijanti) manipulacija sa teretima, raspodjelu broja paralelnih manipulacija sa teretima. Rezultati istraživanja uticaja navedenih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava ukazuju na sledeće:

- sa porastom obima pretovara tereta raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su elementi tehnologije izvršenja manipulacija sa njima;
- pojavljuju se slučajevi neusklađenosti trendova promjene ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po intervalima određenog perioda;
- postoji potpuna usklađenost trendova promjene «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po segmentima posmatranog perioda. To je posledica neutralizacije dejstva faktora koji produkuju neusklađenosti između trendova promjene vrijednosti ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara;
- sa porastom obima pretovara tereta pri čijim su manipulacijama definisane norme rada, raste i «normirani» koeficijent efektivnog iskorišćenja;
- porast učešća broja manipulacija određene vrste u ukupnom broju manipulacija sa određenim teretom, u datom vremenskom periodu, praćen je rastom koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koja su definisana kao element tehnologije izvršenja tih manipulacija;
- sa porastom broja paralelnih manipulacija, povećava se i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su tehnološki elementi izvršenja tih manipulacija;

Klasa faktora uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga ima sledeće elemente: stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa aspekta sredstava mehanizacije i značajnost sredstava mehanizacije u procesu pružanja lučkih usluga.

Polazeći od činjenice da tehnologija rada predstavlja jednu od suštinskih osnova uključivanja sredstva u proces rada, izvodi se zaključak o direktnoj korelaciji između stepena adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva. Naime, u osnovu «mehanizma» dejstva stepena adekvatnosti tehnologija rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, je činjenica da odgovarajućoj vrijednosti stepena adekvatnosti tehnologije rada odgovara konkretna kategorija sredstava kao element tehnologije rada. Time se obezbjeđuju osnovni preduslovi da ta sredstva, nakon uključivanja u proces eksploatacije, ostvare određenu vrijednost koeficijenta efektivnog iskorišćenja;

Sprovedena istraživanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od klase značajnosti sredstava u procesu pružanja lučkih usluga potvrđuju da ne postoji «očekivana» korelacija između pomenutih parametara, po elementima analiziranog perioda. Naime, nije identifikovana veza iz koje proizilazi da se sa povećanjem klase značajnosti sredstava povećava i koeficijent njihovog efektivnog iskorišćenja;

Faktori uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava mehanizacije u eksploataciju su: broj raspoloživih sredstava određene kategorije, stepen adekvatnost planiranja rada, operativna gotovost sredstava i adekvatnost sprovođenja tehnologija rada. Sveobuhvatno razmatranje zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od faktora uticaja iz ove klase može se sublimirati sledećim konstatacijama:

- broj raspoloživih sredstava mehanizacije određene kategorije ispoljava dejstvo na povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja «alternativne» kategorije sredstava (sredstava koja se u nedostatku tehnološki adekvatnih sredstava uključuju u proces rada);

- kumulativno dejstvo slučajeva u kojima su vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada manje od 1, za konkretan vremenski period, odražava se u smanjenju koeficijenta efektivnog iskorišćenja odgovarajućih kategorija sredstava;
- analiza kompleksne korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i njihove operativne gotovosti omogućila je izvođenje sledećih zaključaka:
 - osnovni faktori uticaja, unutar sistema održavanja, koji determinišu vrijednosti operativne gotovosti sredstava su: organizacija održavanja, koncepcija održavanja, resursi održavanja (kadrovi u održavanju, materijali za održavanje, rezervni djelovi, mašine, alati i oprema i radionice održavanja);
 - sa porastom «koeficijenta adekvatnosti izvršilaca» u sistemu održavanja raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i adekvatnosti modela upravljanja zalihama rezervnih djelova. Zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava treba da bude jedna od ključnih osnova za formiranje modela upravljanja rezervnim djelovima.
 - dejstvo parametara koji se odnose na mašine, alate i opremu na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava dolazi do izražaja u slučajevima kada se usled nedostatka ili otkaza nekog od pomenutih elemenata ne može izvršiti zahtijevana aktivnost održavanja. Time se utiče na povećanje vremena «u otkazu» sredstava, odnosno na smanjenje njihovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - stepen raspoloživosti odgovarajućeg radioničkog prostora za izvršenje aktivnosti održavanja, u odgovarajućim upravljačkim okolnostima, može da ispolji direktan uticaj na povećanje dužine vremena «u otkazu» sredstava, a samim tim i na smanjenje koeficijenta njihovog efektivnog iskorišćenja;
 - primjenom koncepcije preventivnog održavanja vrši se minimizacija broja i dužina trajanja stanja «u otkazu» sredstava. Time se, posredstvom uticaja na povećanje vremena «u radu» sredstva, djeluje na povećanje njegovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - postoji direktna korelacija između broja preventivnih pregleda odgovarajuće kategorije i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u određenom vremenskom intervalu;
 - mogu se identifikovati rasponi vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koji odgovaraju određenom broju preventivnih pregleda različitih kategorija (u konkretnom vremenskom periodu);
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i vremena prekida zaliha rezervnih djelova. Sa povećanjem vremena prekida zaliha rezervnih djelova smanjuje se koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Kumulativni efekat slučajeva kada je stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, u određenom vremenskom intervalu, manji od 1 je smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;

Konačno, skupu faktora koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava pripadaju: tehnološka primjerenost sredstva, faza životnog vijeka sredstva, dužina prekida procesa rada, karakteristike transportnog sredstva, karakteristike rukovaoca sredstvom, karakteristike ostalih izvršilaca iz sastava «radne ruke» i karakteristike lučkih alata. Istraživanje zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od faktora uticaja koji karakterišu proces eksploatacije sredstava ukazuje na sledeće:

- Ne postoji «očekivana» zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih klasa tehnološke primjerenosti u vremenu. Tačnije, ne važi pravilo da sredstvo više kategorije tehnološke primjerenosti «po automatizmu» ima veći koeficijent efektivnog iskorišćenja po svim intervalima posmatranog perioda;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava opada sa «porastom» faze životnog vijeka sredstava;
- Prekidi procesa pružanja lučkih usluga utiču na smanjenje vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja, nastalo kao posledica prekida procesa rada, direktno je proporcionalno dužini trajanja prekida;
- Porast «koeficijenta karakteristika broda» praćen je povećanjem koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava direktno je proporcionalan «koeficijentu rukovaoca sredstvom»;
- Postoji, takođe, direktna proporcionalnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i «koeficijenta ostalih izvršilaca iz sastava *radne ruke*»;
- Porast «koeficijenta karakteristika lučkog alata» ima za posledicu povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;

U procesu pružanja lučkih usluga pojavljuju se ograničenja upravljanja koja utiču na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog iskorišćenja sredstava (stepena efektivnog iskorišćenja koji bi sredstvo ostvarilo na osnovu zahtjeva korisnika usluga i propisanih tehnologija njihove realizacije). Glavni faktori uticaja na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog

iskorišćenja sredstava su: nedovoljan broj sredstava određene kategorije, neispravnost sredstava, neadekvatno planiranje rada, neadekvatno sprovođenje tehnologija rada.

...

Detaljnijom analizom rezultata u POGLAVLJU 7., pri čemu su suštinski aspekti značajanosti sprovedenih razmatranja povezani sa konkretnim rezultatima, ustanovljeno je da su potvrđene postavljene hipoteze i adekvatno ispunjeni svi ciljevi istraživanja. Konstatovano je da su rezultati istraživanja pokazali da vrijeme efektivnog angažovanja sredstava mehanizacije, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstava, predstavlja jedan od parametara koji determinišu produktivnost rada u procesu pretovara, čime je potvrđena Hipoteza 1. Isto tako, rezultati istraživanja ukazuju na činjenicu da vrijednosti i karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva (što predstavlja potvrdu Hipoteze 2) i da se pomenuti faktori uticaja generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge (potvrda Hipoteze 3). Pošto su, isto tako, razrađene procedure analize zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije od identifikovanih uticajnih faktora (i stvoreni preduslovi za automatizaciju tih analiza) i utvrđene korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i faktora uticaja, izveden je zaključak o ispunjenju definisanih ciljeva istraživanja.

Analizama u ovom Poglavlju je ukazano i na činjenicu da su iz sprovedenih istraživanja proizašli određeni «izvedeni» rezultati: razrađen je model analize adekvatnosti tehnologija rada sa stanovišta sredstava mehanizacije, uspostavljene su podloge za unapređenje operativnog planiranja procesa pružanja lučkih usluga, modelirana je analiza utvrđivanja adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada sa aspekta sredstava lučke mehanizacije, definisane su podloge unapređenja ključnih parametara preventivnog održavanja sredstava lučke mehanizacije i identifikovane su podloge za unapređenje parametara modela upravljanja zalihama rezervnih djelova za održavanje sredstava lučke mehanizacije.

...

Ukazano je, u POGLAVLJU 8., na ključne pravce daljih istraživanja u ovoj oblasti: razvoj software-a za analizu korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i identifikovanih uticajnih faktora; kreiranje modela optimizacije procesa pružanja lučkih usluga; istraživanje faktora uticaja na broj radnih ciklusa sredstava lučke mehanizacije u vremenu efektivnog rada; istraživanje uticajnih faktora na koeficijent iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstava mehanizacije; modeliranje zavisnosti produktivnosti rada od karakterističnih parametara; istraživanje značaja optimizacije koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u redukciji troškova realizacije lučke usluge.

...

U POGLAVLJU 9. su dati zaključci izvedeni na osnovu rezultata istraživanja.

...

Na kraju Rada je sistematizovana korišćena literatura.

...

Nakon osnovnog dijela Rada, dati su prilozi (Prilog 1 – Prilog 19).

A RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS ON COEFFICIENT OF PORT MACHINERY EFFECTIVE UTILIZATION

Abstract

Level of port services quality is, in a very large scale, determined and by values of parameters characteristic for port machinery management system. Previously mentioned can be especially implemented on productivity in the cargo handling process as one of the key components of a port service quality (and measure of customers satisfaction). Introducing productivity in the domain of optimal values considers, among other things, and a studious approach to analysis of parameters which is productivity based on. Previous fact, as well as role of the ports as nodes of goods transport chains and general importance which port machinery has in the port system were the most important bases for decision to initiate a research of characteristic parameters (with special attention to coefficient of effective utilization) of port machinery management system, which is the object of this Paper.

In the CHAPTER 1, in a more detailed way, are analyzed most influential factors on Paper theme definition. There are three main groups of those factors. The first group is result of author's considerations of cargo handling process management model and the fact that productivity in the cargo handling process depends and on port machinery effective engagement in the working process. The second group of factors is based on considerations done in the relevant literature, where besides precise definition of the term »effective« (effective = real, which is realized) can be found and conclusions that coefficient of effective utilization enables real overview on port machinery utilization in general. Finally, the third group of factors is determined by a large number of research results expected positive effects, from different points of views, and by necessity to check in practice the hypothesis that values of coefficient of effective utilization are not only a simple relation between referred time components.

A systematization of approaches to research of coefficient of port machinery effective utilization, in available literature, is also done in this Chapter. In that purpose are used: literature referred on cargo handling system management, literature referred on port machinery exploitation process as well as literature referred on utilization of production equipment. Summarizing results of considerations done in mentioned literature, some facts are pointed out: there is a very low degree of attention which is focused on coefficient of port machinery effective utilization and there is a obvious absence of approaches which coefficient of port machinery effective utilization take into consideration as a result of correlations between different managerial factors.

Than a identification of port machinery importance is done, starting from characteristics of goods transport chains as a network of processes and the role of ports in that network of processes. It is pointed out that goods transport chain is a group of technical, technological, organizational and others connected and synchronized procedures directed on shifting products from producer to consumer by implementing different transport units. At the same time, transport goods chain represent a group of objects and links and it is characterized with appropriate dynamics so it can be defined as a network of processes. It is realized through different variants (combining different transport modes during the process of goods shifting) depending on transport unit type. In some variants of transport goods chain realization one of key node is port.

Port is a complex, organizational, dynamic and material system, defined with its basic dimensions: objectives, processes, components and connections. It is a node of processes network – of transport goods chain. Fulfilling of port system objectives considers that certain technical, technological, organizational and economical prerequisites are fulfilled. In the group of port main technological elements belongs port machinery.

Following aspects of port machinery importance can be pointed out: increasing efficiency of goods transport chain realization, reduction costs of goods transport chain realization, increasing overall port capacity, improving quality of port services, reduction of period of transport means and cargoes staying in port because of reloading activities, improving coefficient of transport means (ships, trucks, wagons) utilization, increasing safety during the working process in a port, reduction of professional diseases rate and number of workers injuries.

...

Considerations in the CHAPTER 2 are focused on cargo handling process. Starting from the general structure of process model, a model of cargo handling process is structured. Following elements of model phase "resources management" are analyzed than: internal reviewing of customers inquires, technological and operative preparation of

cargo handling process. By decomposition of cargo handling process, it is identified that port machinery exploitation is a subprocess with decisive importance.

Group of port machinery exploitation parameters has numerous elements. Among mentioned elements, central position belongs to productivity. Port machinery productivity, having on mind port machinery importance in the port working process, is the most important element of cargo handling process overall productivity.

Cargo handling process productivity is a parameter with very intensive influence on port service quality and have dominant influence on working process duration and, at the same time, degree of satisfying one of the main requirements at port services market: minimization of transport means and cargo staying in port because of reloading operations.

Based on appropriate analyses results, it can be concluded that port machinery productivity is determined by following parameters: period of port machinery effective utilization, T_e , which is adequately represented by coefficient of effective utilization, K ; number of working cycles during the period of effective utilization, N_c ; characteristics of manipulation unit, M , which is adequately represented by coefficient of port machinery capacity utilization, q .

...

Because port machinery effective utilization is basic prerequisite of "appearing" of all other elements which characterize port machinery role in the port working process, in CHAPTER 3 coefficient of effective utilization is defined as a research problem. At the same time, variables which coefficient of effective utilization is based on are analyzed and manner of their definition for different level of classification (port machinery kind, port machinery class, etc.) is precised.

In this Chapter and following principal objectives of research are identified: identification, systematization and ranking parameters of influence on coefficient of port machinery effective utilization, defining methodology of establishing correlations between coefficient of effective utilization and influential parameters, defining correlations between coefficient of port machinery effective utilization and identified influential factors, modeling analyzed processes and data in a form which will make possible creating of an adequate software. If identified research objectives are focused from the aspect of cargo handling process model, than a research objective of a "higher level" can be recognized: establishing bases for optimization productivity in the cargo handling process.

After identification of research objectives, key hypotheses of the research in question are established: Hypothesis 1 – Coefficient of effective utilization belongs to group of parameters which determine productivity in the cargo handling process; Hypothesis 2 – Values and character of variations in time of coefficient of port machinery effective utilization depend on influential factors of very different nature and influence degree; Hypothesis 3 – Influential factors on coefficient of port machinery effective utilization are generated by characteristic phases of cargo handling process;

...

In the CHAPTER 4 are described methods used in the process of research realization. It is pointed out that four groups of methods are implemented: methods for registering degree of port machinery capacity utilization, methods for data collecting, methods of theory of correlation and "special" methods which are completely adjusted to object of research.

...

Definition of research object is done in the CHAPTER 5. Based on analyses of throughput structure in The Port of Bar for previous periods, from the aspect of customers demands stability and possibilities for establishing adequate correlations between coefficient of port machinery effective utilization and characteristic influential factors, it is chosen a period of five years which is in the biggest scale adjusted to the research demands. Throughput structure for chosen period, by main cargo groups, is analyzed than. Starting from the fact that process of general cargoes handling is the most complex from the technological point of view, procedure of research object identification is continued with analysis of general cargoes throughput structure by cargo packages. After identification of "priority packages" (with the biggest percentage share in overall general cargoes throughput in the analyzed period), port machinery categories with the highest rank of importance in process of handling with those packages are defined and it is identified that forklifts class of 3 t capacity has the greatest importance. Because of that as a research object is chosen forklift class of 3 t capacity (in The Port of Bar). Values of coefficient of forklifts class of 3 t capacity effective utilization, by elements of analyzed period (by years and by months), as well as values of coefficient of effective utilization of forklifts with internal numbers 311, 312, 313, 314 and 315 are systematized.

...

In the CHAPTER 6 are shown result of research. Following the logic of cargo handling process realization, influential parameters on coefficient of effective utilization are identified. Four groups of influential parameters are defined: influential parameters referred on customer requirements, influential parameters generated during the process of cargo handling process preparing, influential parameters generated during the inclusion of port machinery in the exploitation process and influential parameters generated during the process of port machinery exploitation.

Class of influential parameters referred on customer requirement involves following elements: structure and volume of throughput, distribution of manipulation types (and variants), distribution of number of parallel manipulation with cargoes. Results of research of correlation between coefficient of port machinery effective utilization and influential factors referred on customer requirements indicate that:

- increasing of throughput is followed by increasing of coefficient of port machinery (which are elements of cargo handling technologies) effective utilization;
- there are cases of trends inconsistency between coefficient of effective utilization and throughput by intervals of certain period;
- trends of variations, by intervals of analyzed period, of "rated" coefficient of effective utilization and throughput are in harmony;
- increasing of throughput of cargoes for whose manipulation are defined norms is followed by increasing of "rated" coefficient of effective utilization;
- increasing of certain manipulation type number share in overall number of manipulations with cargoes for a certain period is followed by increasing of coefficient of port machinery (which are elements of cargo handling technologies) effective utilization;
- increasing of parallel manipulation number is also followed by increasing of port machinery coefficient of effective utilization.

Class of influential factors which are generated during the cargo handling process preparing includes following elements: adequacy degree of cargo handling technologies from the aspect of port machinery, port machinery importance in the cargo handling process.

Starting from the fact that cargo handling technology is one of the substantial bases for including port machinery in the working process, it is possible to make conclusion about direct correlation between adequacy degree of a cargo handling technology, from the aspect of port machinery, and coefficient of port machinery effective utilization. Namely, in basis of "mechanism" of cargo handling technology adequacy degree influence is the elementary fact that to certain value of cargo handling technology adequacy degree corresponds a concrete port machinery category as an element of cargo handling technology. In that way prerequisites which means achieving a certain values of coefficient of effective utilization for concrete port machinery category, after their inclusion in the working process, are established.

There is not a general rule according which coefficient of port machinery effective utilization is changed depending on port machinery category importance class, by elements of analyzed period. Namely, it is not identified correlation which means that increasing of port machinery importance class is followed by increasing of coefficient of its effective utilization.

Influential parameters which are generated during the process of inclusion of port machinery in the exploitation are: number of available port machinery of concrete category, planning process adequacy degree, port machinery operative readiness, adequacy degree of cargo handling technology implementation. An overall consideration of previously counted factors of influence on coefficient of effective utilization can be summarized as follow:

- number of available port machinery of concrete category has influence on coefficient of "alternative" port machinery category effective utilization (port machinery which are included in exploitation in cases when the number of technologically adequate port machinery is less than necessary one);
- cumulative effect of cases in which planning adequacy degree is less than 1, for concrete period of time, is followed by coefficient of concrete port machinery categories decreasing;
- consideration of correlations between coefficient of port machinery effective utilization and its operative readiness make possible following conclusions:
 - basic influential factors, from the maintenance system, which determine port machinery operative readiness values are: maintenance system organization, implemented maintenance conception, maintenance system resources (workers, spare parts, machines, tools, workshops, ...);
 - increasing of "maintenance workers adequacy degree" is followed by increasing of coefficient of port machinery effective utilization;

- there is a direct correlation between coefficient of effective utilization and spare part management model adequacy degree. Regularity of coefficient of effective utilization variations should be one of key bases for spare parts management model defining;
- influence of parameters referred on machines, tools and equipment on coefficient of effective utilization appeared in cases when required maintenance activity can not be realized because of lack or failure some of mentioned elements. In that way, "downtime" increase and that is followed by coefficient of effective utilization reduction;
- availability degree of adequate working space for maintenance activity realization, in concrete managerial circumstances, can have direct influence on port machinery "downtime" interval duration, what, at the same time, means and direct influence on coefficient of its utilization;
- preventive maintenance implementation enable minimization of number of appearance and duration of port machinery "downtime" status what directly means that it has influence on coefficient of effective utilization increasing;
- there is a direct correlation between number of preventive maintenance activities of concrete category and values of coefficient of effective utilization;
- ranges of coefficient of effective utilization values which correspond to number of preventive activities groups (in a certain period) can be identified;
- there is a direct correlation between coefficient of effective utilization and duration of spare parts stocks interruptions. Increasing of spare parts stocks interruption duration is followed by decreasing of port machinery coefficient of effective utilization;
- Cumulative effect of cases when degree of cargo handling technology implementation adequacy is less than 1 is decreasing of coefficient of port machinery effective utilization.

Finally, group of influential parameters on coefficient of effective utilization, which is generated during the port machinery exploitation process, consists of following elements: port machinery technological adequacy, port machinery life cycle phase, duration of working process interruptions, transport means characteristics, port machinery operators characteristics, characteristics of other participants in a "working gang", lifting accessories characteristics. Research of correlation between coefficient of effective utilization and influential factors from this group enables following statements:

- there is no general regularity according which port machinery with higher category of technological adequacy has, at the same time, and higher coefficient of effective utilization by all intervals of analyzed period;
- port machinery in later phases of life cycle has lower values of coefficient of effective utilization;
- working process interruptions have influence on decreasing values of coefficient of port machinery effective utilization. Decreasing of coefficient of effective utilization, produced by working process interruptions, is directly proportional with duration of working process interruption;
- increasing of "coefficient of ships characteristics" is followed by increasing of coefficient of port machinery effective utilization;
- coefficient of port machinery effective utilization is directly proportional to "coefficient of port machinery operator";
- there is, also, direct proportionality between coefficient of port machinery effective utilization and "coefficient of other members of a *working gang*";
- increasing of "coefficient of lifting accessories" has as a consequence increasing of coefficient of port machinery effective utilization;

During the cargo handling process appear limitations of very different nature which have influence on reduction of potential coefficient of effective utilization (coefficient of effective utilization which port machinery would achieve if it were engaged in accordance with customer requirements and defined technologies of requirements realization). The principal factors on potential coefficient of effective utilization reduction are: insufficient number of available port machinery (of concrete categories), port machinery defects, inadequacies in working process planning, inadequacies in cargo handling technologies implementation.

By a detailed analysis of research results, in the CHAPTER 7, is pointed out that hypotheses which research was based on are confirmed and that defined research objectives are fulfilled. Results of research show that time of port machinery effective utilization, which is adequately described with coefficient of port machinery effective utilization, is one from the group of productivity in the cargo handling process determining parameters, what is the confirmation of Hypothesis 1. As well, research results indicate the fact that values and character of coefficient of effective utilization variation in time depend on influential factors with very different nature and influence degree (confirmation of Hypothesis 2) and that

mentioned influential factors are generated by characteristic phases of the cargo handling process (confirmation of Hypothesis 3). Because, procedures of establishing correlations between coefficient of port machinery effective utilization and identified influential factors are created and that correlations between coefficient of port machinery effective utilization and influential factors are defined, too, it is concluded, in this Chapter, that principal research objectives are fulfilled.

In this Chapter is pointed out that done research generated and some "additional" results: it is defined a model of cargo handling technology adequacy degree (from the aspect of port machinery) analysis, bases for improving operative planning of the cargo handling process are defined, bases for improving implementation of port machinery preventive maintenance are defined as well as bases for improving parameters of spare parts management model.

...

In the CHAPTER 8 key directions of further researches in this domain are identified: developing software for analyzing correlations between coefficient of port machinery coefficient of effective utilization and identified influential factors; creation of a model for cargo handling process optimization; research of influential factors on number of port machinery working cycles in period of effective engagement in the working process; modeling correlations between productivity and characteristic parameters; research of influential factors on port machinery capacity utilization;

...

In the CHAPTER 9 are given conclusions which are based on research results.

...

At the end of Paper is systematized used literature.

...

After the basic part of Paper attachments are given (Attachment 1 – Attachment 19).

...

OZNAKE I SKRAĆENICE:

- P – procesi u okviru mreže procesa – transportnog lanca roba;
 P_1 – procesi iz okvira transportnog lanca roba koji se realizuju unutar lučkog poslovnog sistema;
 X_i – skup ulaznih parametara – zahtjeva korisnika usluga;
 Y_i – skup izlaznih parametara – parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga;
 X_{i1} – dio ulaznih parametara (zahtjeva korisnika usluga) koji se odnosi na proces pružanja lučkih usluga;
 Y_{i1} – dio izlaznih parametara (parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga) koji se odnosi na proces pružanja lučkih usluga;
 R – oznaka procesa eksploatacije sredstava lučke mehanizacije;
 p_i – skup eksploatacionih parametara sredstava lučke mehanizacije;
 e_i – elementi koji određuju skup eksploatacionih parametara;
 X_{i11} – dio ulaznih parametara (zahtjeva korisnika usluga) koji se odnose na proces eksploatacije sredstava;
 Y_{i11} – dio izlaznih parametara (parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga) koji se odnose na proces eksploatacije sredstava;
 T_e – vrijeme efektivnog angažovanja sredstava;
 K – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 N_e – broj radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja sredstava;
 M – težina manipulativne jedinice;
 q – koeficijent iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstava mehanizacije u radnom ciklusu;
 T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;
 T_r – vrijeme «u radu» sredstva;
 T_o – vrijeme «u otkazu» sredstva;
 T_{r1} – «neto» vrijeme u radu sredstva;
 T_{g1} – gubici koji se odnose na izostanak zahtjeva korisnika usluga;
 T_{g2} – gubici koji se odnose na planirane pauze u procesu rada, prekide procesa rada zbog operativno-tehnoloških razloga i neplanirane prekide u procesu rada;
 F_1 – faktori uticaja koji se odnose na zahtjev korisnika usluga;
 f_{11} – struktura i obim pretovara;
 f_{12} – raspodjela vrsta manipulacija sa teretom;
 f_{13} – raspodjela broja paralelnih manipulacija sa teretom;
 F_2 – faktori uticaja koji se generišu u procesu pripreme procesa pružanja lučkih usluga;
 f_{21} – stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa stanovišta sredstava mehanizacije;
 f_{22} – značaj sredstava u procesu rada;
 F_3 – faktori uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava u eksploataciju;
 f_{31} – broj raspoloživih sredstava određene kategorije;
 f_{32} – adekvatnost planiranja rada;
 f_{33} – operativna gotovost sredstava;
 f_{34} – adekvatnost sprovođenja tehnologija rada;
 F_4 – faktori koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava;
 f_{41} – tehnološka primjerenost sredstva;
 f_{42} – faza životnog vijeka sredstva;
 f_{43} – prekidi procesa rada;
 f_{44} – karakteristike transportnog sredstva;
 f_{45} – rukovaoci sredstvom;
 f_{46} – ostali izvršioci iz sastava radne ruke;
 f_{47} – karakteristike lučkih alata;
 K_n – "normirani" koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije;
 T_{en} – "normirano" efektivno angažovanje sredstava mehanizacije u posmatranom periodu;
 S_i – broj smjena potrebnih za pretovar određene količine tereta u datom periodu;
 t_{es} – "normirano" efektivno angažovanje sredstava u smjeni potrebno za ostvarenje precizirane norme rada;
 Q_i – pretovarena količina i -te vrste tereta u određenom periodu;
 N_i – norma pretovara tereta i -te vrste;
 f_{11n} – obim pretovara tereta pri čijim su manipulacijama definisane norme rada;
 K_o – očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 T_{oo} – očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava klase S_k u narednom periodu;

- A_e – stepen adekvatnosti tehnologija rada u odnosu na sredstva mehanizacije;
 a_e – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada sa aspekta sredstava mehanizacije;
 p_1 – karakteristike tereta (manipulativne jedinice);
 p_2 – vrsta (i varijanta) manipulacije sa teretom;
 p_3 – karakteristike prevoznih sredstava;
 p_4 – karakteristike objekata infrastrukture;
 p_5 – karakteristične faze izvođenja manipulacije sa teretom;
 a_1 – parcijalni stepen adekvatnosti propisane tehnologije rada, sa aspekta sredstva mehanizacije, u odnosu na karakteristike tereta;
 a_2 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na vrstu manipulacije sa teretom;
 a_3 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristike transportnih sredstava;
 a_4 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristike objekata infrastrukture;
 a_5 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristične faze izvođenja manipulacija sa teretom;
 a_i – parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstva mehanizacije, "nižeg" nivoa;
 N_p – broj potrebnih sredstava (na osnovu zahtjeva korisnika usluga i definisanih tehnologija rada);
 N_r – broj raspoloživih sredstava;
 A – broj "alternativnih" sredstava;
 T_{ea} – vrijeme efektivnog angažovanja "alternativnih" sredstava;
 T_{ear} – efektivno angažovanje po "kritičnim" ($N_p < N_r$) kombinacijama manipulacija;
 ΔK_e – priraštaj koeficijenta efektivnog iskorišćenja "alternativnog" sredstva;
 K_e – komponenta koeficijenta efektivnog iskorišćenja koja se odnosi na rad sredstva kao «alternativnog»;
 $a(f_{32})$ – stepen adekvatnosti planiranja rada;
 N_{pl} – planirani broj sredstava određene kategorije;
 P_{si} – «karakteristike» konkretnog izvršioca;
 P_{zi} – zahtijevane «karakteristike» radnog mjesta;
 P_i – parcijalni koeficijent adekvatnosti izvršilaca;
 K_{op} – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava sa prekidom zaliha;
 T_{prek} – vrijeme od momenta potrebe za rezervnim dijelom pa do trenutka prevazilaženja prekida zaliha rezervnih djelova;
 T_{np} – vrijeme «u radu» u slučaju prekida zaliha rezervnih djelova;
 T_{op} – vrijeme «u otkazu» u slučaju prekida zaliha rezervnih djelova;
 N_m – broj mjesečnih preventivnih pregleda;
 N_t – broj tromjesečnih preventivnih pregleda;
 N_g – broj godišnjih preventivnih pregleda;
 $b(f_{34})$ – stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada;
 N_a – broj sredstava uključenih u proces rada;
 λ – intenzitet otkaza;
 K_p – potencijalni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 K_s – stvarni (ostvareni) koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 R – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 T_{ep} – potencijalna dužina intervala efektivnog angažovanja sredstava;
 t_{ebi} – interval efektivnog angažovanja tehnologijom rada definisanog sredstva, za pretovar količine Q vrste tereta G_i , u manipulaciji M_j , kada je tip broda i ;
 t_{eb} – prosječna dužina intervala efektivnog angažovanja tehnologijom rada definisanog sredstva, u posmatranom periodu, za pretovar količine Q vrste tereta G_i , u manipulaciji M_j , kada se uzmu u obzir svi tipovi brodova koji u se, u tom periodu, pojavljivali u luci;
 T_{eb} – ukupno vrijeme efektivnog angažovanja sredstva za pretovar količine Q_i , vrste tereta G_i , u posmatranom periodu T ;
 T_{ebu} – ukupno vrijeme efektivnog angažovanja sredstava, pri izvršenju brodskih manipulacija, u slučaju brodova tipa b , za pretovar ukupne količine svih vrsta tereta u periodu T ;
 a' – odnos između ukupnog vremena efektivnog angažovanja sredstva za pretovar ukupne količine svih vrsta tereta, u slučaju različitih tipova brodova, u posmatranom periodu T ;
 K_b – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva koji odgovara angažovanju sredstva u brodskim manipulacijama kada je tip broda b ;
 K_{b+1} – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva koji odgovara angažovanju sredstva u brodskim manipulacijama kada je tip broda $(b + 1)$;
 Δt_{eb} – razlika između vremena efektivnog angažovanja kada je rukovalac sredstvom r i prosječnog efektivnog angažovanja sredstva za pretovar količine Q , vrste tereta G_i , u manipulaciji M_i , u elementarnom vremenskom periodu;

T_{ei} - efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od rukovaoca, pri pretovaru vrste tereta G_i (i ostalim pobrojanim uslovima) u ukupno posmatranom periodu;

$T_{e\sigma}$ - efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od rukovaoca, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, $T_{e\sigma}$;

K_e - koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od rukovaoca sredstvom;

T_{el} - efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, T_{el} ;

K_l - koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke;

T_{eA} - efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od lučkog alata, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, T_{eA} ;

K_A - koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od karakteristika lučkog alata;

ΔK_1 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled nedovoljnog raspoloživog broja sredstava određene kategorije;

ΔK_2 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neispravnosti sredstava;

ΔK_3 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neadekvatnosti planiranja rada;

ΔK_4 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neadekvatnog sprovođenja tehnologija rada;

1. UVOD

U razmatranjima procesa pružanja lučkih usluga, sa različitih aspekata, od suštinske je važnosti izvršiti identifikaciju kategorija značajnosti elemenata tehnologije realizacije tog procesa, odnosno prepoznati intenzitet uticaja pojedinih tehnoloških elemenata na kvalitet lučkih usluga i uspješnost lučkog radnog procesa kao cjeline. Ako se za konstantu uzme činjenica da je u osnovi svega čovjek, onda se zadatak svodi na definisanje rangova značajnosti ostalih elemenata tehnologije rada u procesu pružanja lučkih usluga. Rezultati analiza potvrđuju da, pored ljudi, dominantna uloga u lučkom radnom procesu pripada i sredstvima lučke mehanizacije. Ona osiguravaju optimalnu realizaciju varijanti transportnog lanca roba u kojima se luke pojavljuju kao čvorišta, obezbjeđujući pri tome, u konkretnim upravljačkim okolnostima, najbolje moguće iskorišćenje raspoloživih resursa (radne snage, sredstava transporta, objekata lučke infrastrukture, ...).

Ukoliko se želi studiozniji iskorak u obimnu i veoma kompleksnu problematiku upravljanja sredstvima lučke mehanizacije, onda se jedino mogućim čini pristup izučavanja tematike po segmentima. Vodeći se tim saznanjem, u Radu je za predmet istraživanja izabran koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije, tačnije faktori uticaja koji determinišu vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Tri su glavne grupe faktora koje su uslovile da odluka o tematici Rada bude upravo takva. Prva je proizašla iz razmatranja procesnog modela upravljanja procesom pružanja lučkih usluga i činjenice da je produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga, kao jedna od glavnih karakteristika kvaliteta lučke usluge i mjere stepena zadovoljstva korisnika usluga, između ostalih parametara određena i vremenom efektivnog angažovanja sredstava u određenom vremenskom intervalu. Druga svoje izvoriste ima u literaturnim izvorima, gdje se, pored precizne definicije samog pojma efektivan (efektivan = stvaran, istinski, koji je zaista ostvaren, izvršen [39]), mogu pronaći i odrednice da koeficijent efektivnog iskorišćenja definisan na način koji je primjenjen u Radu omogućava realno sagledavanje iskorišćenja sredstva mehanizacije [12], [29]. Konačno, treća grupa faktora uticaja da sadržina Rada bude upravo onakva kakva slijedi proizilazi iz brojnosti očekivanih pozitivnih efekata primjene rezultata istraživanja, sa naučnog i stručnog aspekta, i potrebe provjere hipoteze da vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja ne predstavljaju samo prosti odnos komponenti raspoloživog vremena, već da su uslovljene određenim faktorima uticaja.

Razmatranja prezentirana u Radu, pored obuhvatnijeg sagledavanja efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije, ukazuju i na brojne pravce daljih istraživanja u domenu upravljanja sredstvima lučke mehanizacije, odnosno upravljanja procesom pružanja lučkih usluga, koja pored značajnog naučnog potencijala u praksi mogu rezultovati povećanjem stepena zadovoljstva korisnika lučkih usluga, tačnije unapređenjem svih elemenata kvaliteta pružene lučke usluge.

1.1 PRISTUPI PREDMETNOJ PROBLEMATICI U DOSTUPNOJ LITERATURI

U cilju što obuhvatnijeg sagledavanja dostignuća u oblasti istraživanja, izvršena je sistematizacija saznanja prezentiranih u dostupnim izvorima. Korišćena je u tu svrhu:

- literatura iz oblasti upravljanja osnovnim procesom rada u lukama;
- literatura koja se odnosi na eksploataciju sredstva lučke mehanizacije;
- literatura koja se odnosi na iskorišćenje proizvodne opreme;

Na osnovu literaturnih izvora [35], [49], [53], [60], [62], mogu se istaći sledeće osnovne kategorije iskorišćenja kapaciteta sredstava lučke mehanizacije:

- tehnički kapacitet (teoretski, ...) koji je određen kapacitetom nosivosti sredstva i brojem radnih ciklusa u posmatranom periodu;
- stvarni kapacitet, koji respektuje koeficijent iskorišćenja nosivosti sredstva kao i koeficijent iskorišćenja vremena;

Polazeći od rezultata istraživanja prezentiranih u literaturnim izvorima [12], [36], [42], [43], [52], [65], [69], mogu se izdvojiti sledeće glavne kategorije kapaciteta proizvodne opreme:

- tehnički (ugrađeni, ...) kapacitet predstavlja vrijeme rada koje mašina može ostvariti s obzirom na svoje tehničke karakteristike (odbija se vrijeme planskih preventivnih opravki);
- raspoloživi (eksploatacioni, ...) kapacitet predstavlja vrijeme rada koje mašina može da ostvari po odbijanju neradnih dana, neradnih smjena, projektovanih prekida rada...;
- ostvareni (korisni, iskorišćeni, ...) kapacitet se dobija po odbijanju vremena prekida procesa rada, izazvanih širokim spektrom razloga, od raspoloživog kapaciteta;

Rezimirajući sažete prikaze raznorodnih pristupa predmetnoj problematici u dostupnim izvorima saznanja, može se reći da se razmatranja zadržavaju na određenom opštem nivou, ističu se osnovne kategorije efektivnog iskorišćenja raspoloživog vremena (kada je u pitanju proizvodna oprema), odnosno osnovne kategorije iskorišćenja kapaciteta nosivosti i glavne kategorije iskorišćenja raspoloživog vremena sredstava lučke mehanizacije, bez detaljnijeg sagledavanja faktora koji determinišu odgovarajuće vrijednosti. Činjenica je, isto tako, da je istraživanju koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije, u dostupnoj literaturi, posvećena nedovoljna pažnja i da je očigledan nedostatak pristupa koji će stepen efektivnog iskorišćenja posmatrati kao rezultat korelacije određenog skupa upravljačkih parametara, a ne kao prosti odnos između odgovarajućih komponenti raspoloživog vremena.

1.2 TRANSPORTNI LANAC ROBA KAO MREŽA PROCESA

Transportni lanac roba podrazumijeva niz uzastopnih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i drugih, međusobno povezanih i sinhronizovanih postupaka, u okviru kojih se vrši premještanje materijalnih dobara od izvora do cilja primjenom odgovarajućih tovarnih jedinica [41]. Transportni lanac roba, dakle, predstavlja skup objekata i veza, karakteriše se odgovarajućom dinamikom, tako da je moguća njegova definicija kao mreže procesa.

Preduslovi formiranja transportnog lanca roba su:

- uvođenje pogodnih tehnologija rada kod prevoznika i korisnika;
- korišćenje standardizovanih jedinica tereta, koje mogu da se prevoze svim vrstama transporta;
- maksimalno iskorišćenje mehanizacije pretovarnih radova;
- pojednostavljenje prevozne dokumentacije i korišćenje jedinstvenih tarifnih uslova;
- kooperacija rada kod transportnih i drugih organizacija u duhu potrebe integralnog prevoznog sistema;
- stvaranje uslova za racionalnu organizaciju rada u ukupnoj distribuciji robe;

Transportni lanac roba se ostvaruje na konkretnim relacijama i za konkretnu robu:

- formiranjem (sastavljanjem) tovarnih jedinica;
- mehanizovanim pretovarom tovarnih jedinica sa jednog transportnog sredstva na drugo;
- integrisanjem tovarnih jedinica spoljnog transporta u protok materijala industrijskog transporta i skladištenja i obrnuto;
- primjenom organizacionih mjera, kao i informacionih sistema i sistema upravljanja u cilju međusobnog povezivanja i optimizacije pojedinih procesa, operacija i postupaka na čitavom putu kretanja robe;

Karakteristike savremenog transportnog lanca roba su:

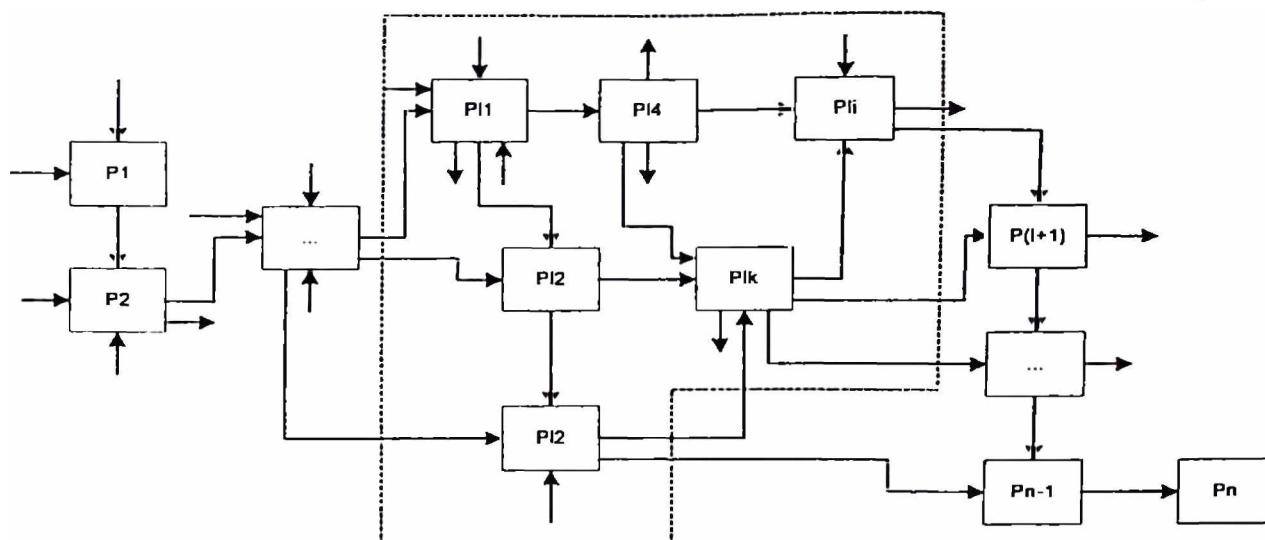
- povećanje brzine dostave robe;
- smanjenje broja manipulacija sa robom;
- smanjenje troškova distribucije robe;
- obezbjeđenje standardizovanih tovarnih jedinica;
- smanjenje oštećenja, rastura i otuđenja robe;
- povećanje stepena iskorišćenja kapaciteta transportnih sredstava;
- povećanje stepena mehanizacije i primjena automatizacije i elektronske obrade podataka;
- povećanje humanizacije rada;
- zaštita čovjekove okoline;
- skraćivanje zadržavanja sredstava transporta na mjestima pretovara;

Osnovni cilj transportnog lanca je prevoz robe "od vrata do vrata", korišćenjem jednog ili više vidova transporta, pri minimizaciji troškova prevoza, skladištenja i utovarno-istovarnih manipulacija i njihovoj tehnološkoj integraciji. Transportni lanac roba se realizuje u različitim varijantama (kombinacijom vidova transporta koji se koriste u procesu premještanja roba) u zavisnosti od vrste tovarne jedinice, pravca kretanja roba, udaljenosti premještanja roba itd. U brojnim varijantama transportnog lanca roba jedno od ključnih čvorišta je luka.

1.3 LUKA – ČVORIŠTE MREŽE PROCESA

Luka je složen organizacioni, dinamički i materijalni sistem, definisan svojim osnovnim dimenzijama: ciljevima, procesima, komponentama i vezama [49].

Luka (lučki sistem) predstavlja čvorište mreže procesa - transportnog lanca roba (sl. 1.1).



sl. 1.1

Skup procesa iz okvira transportnog lanca roba koji se realizuje unutar lučkog sistema na sl. 1.1 je ovičen isprekidanom linijom. Ostale oznake na sl. 1.1 predstavljaju:

- P – procesi u okviru mreže procesa - transportnog lanca roba;
- n – broj procesa u okviru konkretne varijante transportnog lanca roba;
- P_i – procesi iz okvira transportnog lanca roba koji se realizuju unutar lučkog sistema;
- k – broj procesa koji se realizuje unutar lučkog sistema;

Ciljevi lučkog sistema se ostvaruju optimalnom realizacijom poslovnih procesa koji se u njemu odvijaju. Procesi u okviru lučkog sistema se mogu podijeliti na: primarne, sekundarne i podržavajuće. Primarni procesi obuhvataju: prijem, prenos i otpremu tereta (i/ili putnika) između prevoznih sredstava vodnog i suvozemnog transporta. Sekundarni procesi su: skladištenje, distribucija i oblikovanje tereta, formiranje dokumentacije, pregled i kontrola tereta. Skup podržavajućih procesa luke odnosi se na usluge u vezi snabdijevanja brodova hranom, vodom, opravke, usluge za suvozemna prevozna sredstva, klasiranje tereta, ... Osnovne komponente luke su: zahtjevi korisnika usluga, kapital, radna snaga, predmeti rada, sredstva za rad, radni uslovi, metode rada i zaštita životne sredine. Veze omogućavaju komunikaciju između lučkih podsistema i njenog okruženja.

Ostvarenje ciljeva lučkog sistema podrazumijeva postojanje određenih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i ekonomskih preduslova. U tehnološke pretpostavke funkcionisanja luke spadaju: pristajališta, skladišta, saobraćajnice, manipulativne površine, **lučka mehanizacija** i radna snaga.

1.4 SREDSTVA LUČKE MEHANIZACIJE, OSNOVNI ASPEKTI ZNAČAJNOSTI

Lučka mehanizacija spada u ključne tehnološke elemente luke. Moguće je, pri tome, izdvojiti sledeće suštinske aspekte njene značajnosti:

- povećanje efikasnosti realizacije odgovarajuće varijante transportnog lanca roba;
- redukcija troškova odgovarajuće varijante transportnog lanca roba putem smanjenja troškova pretovarnih operacija u luci;
- povećanje ukupnog kapaciteta luke;
- povećanje kvaliteta pruženih lučkih usluga;
- smanjenje zadržavanja sredstava transporta u luci po osnovu pretovarnih radnji;
- poboljšanje stepena iskorišćenja transportnih sredstava (brodova, vagona, kamiona);
- povećanje sigurnosti pri radu, smanjenje broja profesionalnih bolesti i nezgoda pri radu.

Kao ilustracija značaja sredstava lučke mahanizacije, navode se rezultati analize (T.1.1) sprovedene u Luci Bar, na uzorku od 634 manipulacije sa generalnim teretima, formiranom metodom slučajnog izbora [63], [64], [68]:

T.1.1

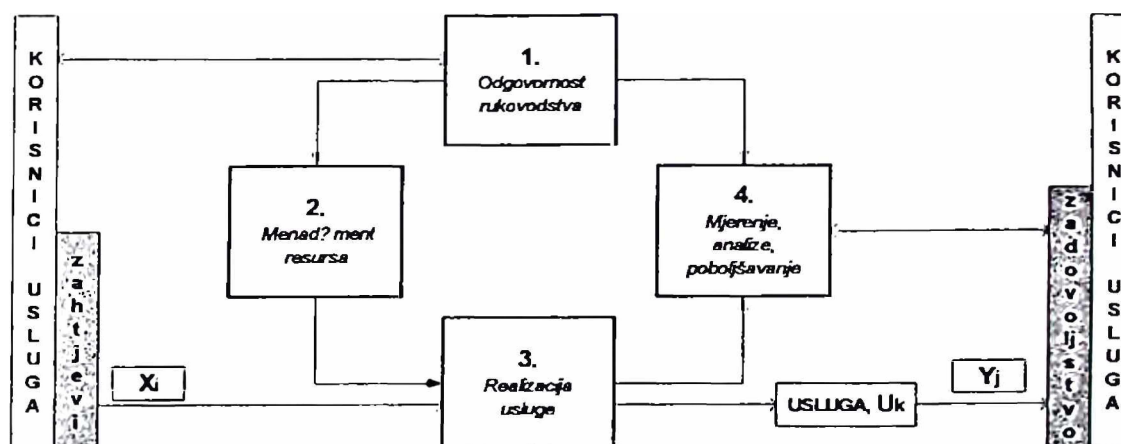
broj manipulacija u uzorku		sredstvo mehanizacije je tehnološki element		sredstvo mehanizacije nije tehnološki element	
broj	%	broj	%	broj	%
634	100	549	86,6	85	13,4

Važno je naglasiti da elemente skupa manipulacija sa teretima pri čijem se izvršenju ne koristi sredstvo mehanizacija kao tehnološki element čine dodatne radnje na teretima: sortiranje, klasiranje, markiranje, ... ili pomoćne radnje: čišćenje površina, povraćaj robe u transportni tok, ...

2. PROCES PRUŽANJA LUČKIH USLUGA

2.1 MODEL PROCESA PRUŽANJA LUČKIH USLUGA

Na sl. 2.1 je predstavljena opšta struktura modela procesa pružanja lučkih usluga. Model je definisan polazeći od procesnog modela upravljanja datog u literaturnom izvoru [28].



sl. 2.1

Oznake na sl. 2.1 predstavljaju:

X_i – skup ulaznih parametara – parametara koji određuju zahtjeve korisnika usluga;

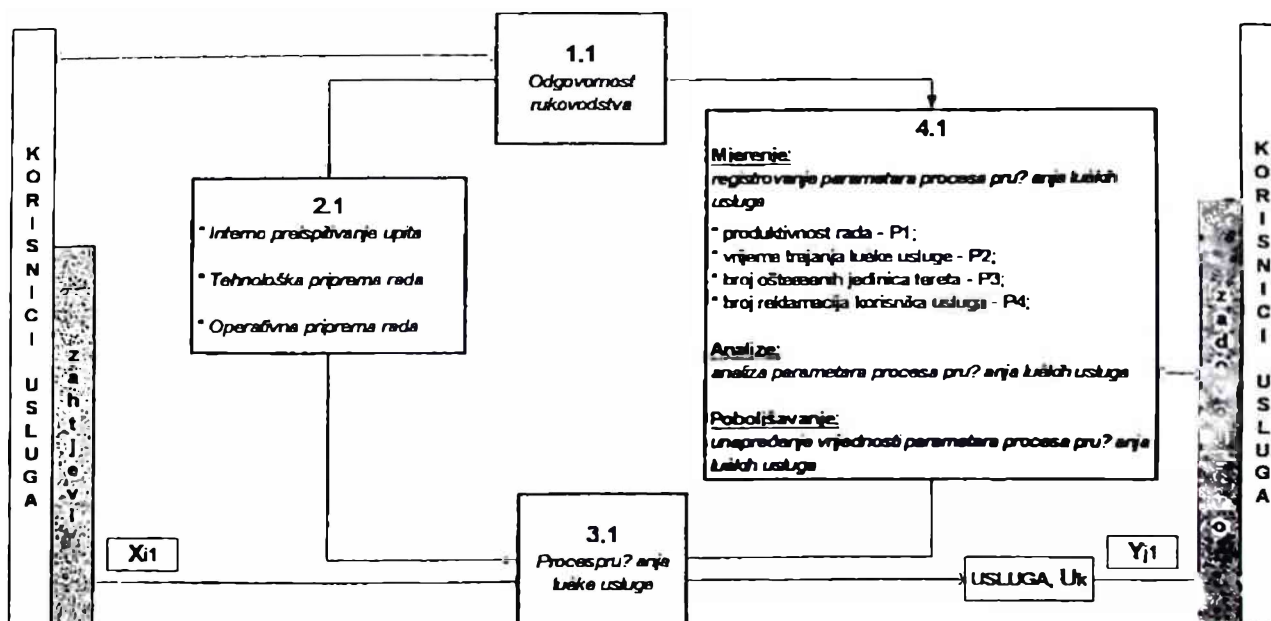
$i = 1, 2, \dots, n$ – broj ulaznih parametara;

Y_j – skup izlaznih parametara – parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj izlaznih parametara;

$k = 1, 2, \dots, p$ – broj vrsta usluga;

Konkretizujući elemente modela sa sl. 2.1 dobija se procesni model prikazan na sledećoj šemi (sl. 2.2).



sl. 2.2

Segment modela 1.1 *Odgovornost rukovodstva* na sl. 2.2 predstavlja «dio» odgovornosti rukovodstva, u okviru lučkog poslovnog sistema, koje se odnosi na proces pružanja lučkih usluga. U segmentu modela 4.1, koji se odnosi na mjerenje, izvršena je identifikacija određenih parametara kvaliteta lučke usluge. Ostale oznake sa sl. 2.2 imaju sledeće značenje:

X_1 – dio ulaznih parametara (zahtjeva korisnika usluga) koji se odnosi na sam proces pružanja lučke usluge;
 Y_1 – dio izlaznih parametara (parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga) koji se odnosi na proces pružanja lučkih usluga;

2.2 INTERNO PREISPITIVANJE UPITA

Interno preispitivanje je proces analize upita korisnika usluga [17]. Izlazni parametri ovog procesa predstavljaju »mjeru« mogućnosti Luke da realizuje uslugu koja je predmet upita.

Proces započinje definisanjem tipa usluge u zavisnosti od određenosti tehnologije njene realizacije. Tri su moguće varijante: standardna usluga – za koju postoji potpuno razrađena tehnologija rada; modifikovana usluga – za čiju je realizaciju potrebno izvršiti modifikacije tehnologije realizacije srodne standardne usluge; nova usluga – za koju je neophodno projektovati tehnologiju izvršenja;

Dalji tok procesa internog preispitivanja upita determinisan je definisanim tipom usluge. U slučaju standardne usluge, upravljački problem se svodi na analizu mogućih termina za realizaciju usluge, uzimajući u obzir zauzetost raspoloživih resursa (radne snage, sredstava mehanizacije, objekata infrastrukture, ...). U varijanti modifikovane usluge, nakon preciziranja srodne standardne usluge, pristupa se identifikaciji neophodnih modifikacija tehnologije njenog izvršenja, a zatim sprovođenju tih modifikacija. Poslije realizacije ove faze aktivnosti, kao i u slučaju standardne usluge, analiziraju se mogući termini izvršenja usluge, s obzirom na postojeću i očekivanu zauzetost raspoloživih resursa. Ako je u pitanju nova usluga, onda se pristupa projektovanju tehnologije njenog izvršenja.

2.3 TEHNOLOŠKA PRIPREMA RADA

Tehnološka priprema procesa pružanja lučke usluge podrazumijeva određivanje tehnologije izvođenja predmetne usluge, kao skupa neophodnih resursa (radna snaga, sredstva lučke mehanizacije, lučki alati, objekti infrastrukture, ...) i metoda i postupaka korišćenja tih resursa u realizaciji usluge (na osnovu [10]). Definisanje tehnologije rada, ustvari, predstavlja usklađivanje odnosa između tehnoloških elemenata i tehnoloških zahtjeva koji se u procesu rada pojavljuju. Osnovni ulazni parametri toga procesa su:

- karakteristike tereta;
- vrsta (i varijanta) manipulacije sa teretom;
- karakteristike transportnog sredstva (vagone, kamiona, broda);
- karakteristike raspoloživih infrastrukturnih objekata (gatovi, vezovi, saobraćajnice, ...);
- raspored, namjena i kapacitet raspoloživih skladišta;
- karakteristike raspoloživih sredstava mehanizacije;
- karakteristike raspoloživih lučkih alata;

Na osnovu pobrojanih (glavnih) polaznih elemenata, definiše se tehnologija rada koja obuhvata:

- način izvršenja karakterističnih faza procesa pružanja lučke usluge;
- broj i kvalifikacionu strukturu potrebnih izvršilaca po fazama i mikro lokacijama rada (u brodomskom skladištu, u vagonu, ...);
- broj i precizno određenje (grupa, vrsta, klasa, tip) sredstva mehanizacije kao tehnološkog elementa;
- način formiranja manipulativne jedinice;
- vrstu i količinu potrebnih lučkih alata (spojnih elemenata između tereta i sredstva mehanizacije);
- način zahvatanja manipulativne jedinice sa lučkim alatom;
- način slaganja tereta na sredstvu horizontalnog transporta;
- način skladištenja tereta;
- način slaganja tereta u transportnom sredstvu pri otpremi tereta; ...

Tehnologija rada na odgovarajući način mora biti dokumentovana. Prema modelu dokumentovanja tehnologija rada, razvijenom u Luci Bar [38], [47], mogu se identifikovati sledeći glavni elementi tehnološke dokumentacije:

• **Tehnološki list I**

Formira se, polazeći od osnovnih ulaznih podataka: karakteristika tereta i vrste manipulacije, za svaku varijantu manipulacije i sadrži:

- karakteristike manipulativne jedinice;
- opis realizacije faza procesa izvođenja manipulacije sa teretom;
- raspored izvršilaca u procesu rada;
- sredstva mehanizacije (vrsta, klasa, tip), koja se koriste pri radu, sa njihovim rasporedom po mikrolokacijama u okviru radnog prostora;
- lučki alat (vrsta i količina) koji se upotrebljava;
- potrošni materijal koji se pri radu koristi;
- šematski prikaz procesa izvođenja manipulacije;
- očekivana vremena izvršenja karakterističnih faza procesa rada;
- očekivanu produktivnost u toku radne smjene;

U Tehnološkom listu je ostvarena jednoznačna veza sa tehničkom dokumentacijom koja se odnosi na sredstva lučke mehanizacije i lučke alate.

• **Tehnološki list II**

Ovaj segment tehnološke dokumentacije obuhvata:

- način formiranja manipulativne jedinice;
- šemu zahvata manipulativne jedinice lučkim alatom;
- način slaganja tereta na sredstvu horizontalnog transporta;
- način uskladištenja tereta;
- način slaganja tereta u sredstvu transporta;

• **Mjere zaštite na radu**

• **Mjere protiv-požarne zaštite**

• **Mjere zaštite životne sredine**

Obim i sadržaj aktivnosti u procesu tehnološke pripreme rada variraju u zavisnosti od tipa usluge kao što je prikazano u tabeli T.2.1

T.2.1

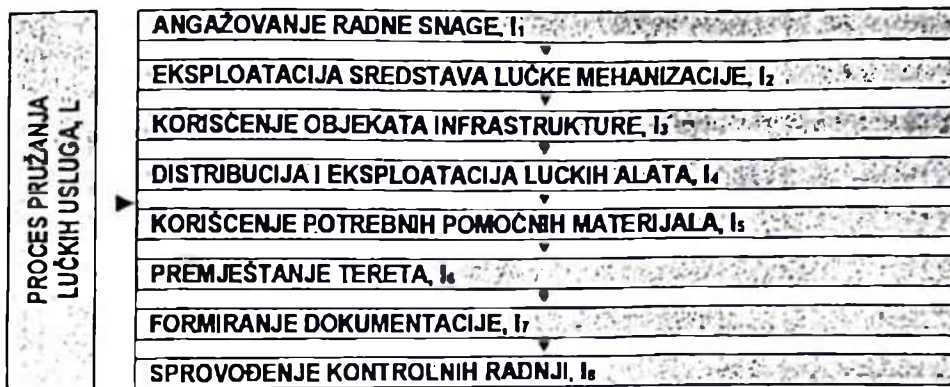
vrsta usluge	opis	potreban obim tehnološke pripreme
standardna	postoji razrađena tehnologija rada	MALI identifikacija potrebnih elemenata iz tehnološke dokumentacije neophodnih za operativnu pripremu rada
modifikovana	postoji razrađena tehnologija rada za srodnu standardnu uslugu	SREDNJI modifikacija određenih elemenata tehnologije realizacije srodne standardne usluge
nova	ne postoji razrađena tehnologija rada	VELIKI definisanje elemenata tehnologije rada

2.4 OPERATIVNA PRIPREMA RADA

Na osnovu zahtjeva korisnika usluga i precizirane tehnologije izvršenja zahtijevane usluge, u procesu operativne pripreme rada se vrši raspodjela raspoloživih resursa (radnika, sredstava mehanizacije, ...), precizira konkretna lokacija rada i vrši terminiranje rada (određivanje smjene u kojoj će se usluga realizovati).

2.5 PROCES PRUŽANJA LUČKIH USLUGA – OSNOVNA STRUKTURA

U okviru procesa pružanja lučkih usluga (segment 3.1 procesnog modela prikazanog na sl. 2.2), mogu se identifikovati sledeći potproces (sl. 2.3):



sl. 2.3

2.6 PROCES EKSPLOATACIJE SREDSTAVA

Eksploatacija sredstava lučke mehanizacije je jedan od potprocesa u procesu pružanja lučkih usluga (sl. 2.3), kome se, uzimajući u obzir značaj sredstava lučke mehanizacije, može pripisati pokretačka uloga.

Proces eksploatacije sredstva lučke mehanizacije se može matematički interpretirati preko skupa eksploatacionih parametara p_i , čije su vrijednosti determinisane elementima e_i , u posmatranom vremenskom intervalu t , na sledeći način:

$$R = \{p_i | p_i = f(e_i)\} \quad (2.1)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

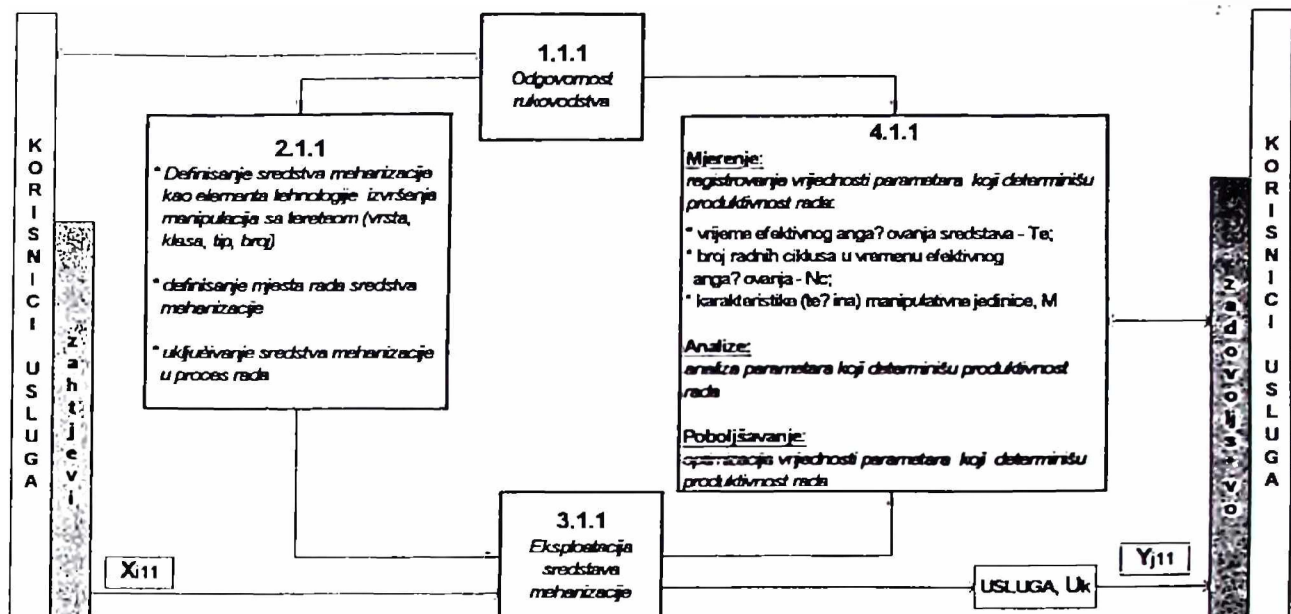
$j = 1, 2, \dots, m$

Elementi e_i su, u opštem slučaju, određeni sledećim osnovnim parametrima:

- lokacijom rada sredstva (gat, vez, skladište, ...);
- karakteristikama tereta (pojavni oblik tereta, težina, specifična težina, granulacija, ...);
- karakteristikama raspoloživih sredstava mehanizacije (grupa sredstava, vrsta sredstava, klasa sredstava, tip sredstva, potrošnja goriva, brzina kretanja, brzina podizanja i spuštanja tereta, ...);
- stepenom adekvatnosti sprovođenja aktivnosti održavanja (preventivnih i korektivnih) sredstava lučke mehanizacije; itd.

Skup eksploatacionih parametara sredstava mehanizacije je brojan. Među njegovim elementima centralno mesto pripada parametru P_1 - produktivnost rada. Produktivnost rada sredstava mehanizacije, saglasno identifikovanoj značajnosti sredstava u lučkom radnom procesu, predstavlja ključni element produktivnosti procesa realizacije lučke usluge. Produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga je, inače, parametar od koga u značajnoj mjeri zavisi ukupni kvalitet lučke usluge, a ispoljava i dominantno dejstvo na trajanje procesa pružanja lučke usluge, a samim tim i stepen zadovoljenja jednog iz grupe osnovnih zahtjeva na tržištu lučkih usluga: *što kraće zadržavanje sredstava transporta (posebno brodova) i tereta u lukama*. Imajući navedene činjenice u vidu, produktivnost rada sredstava je izabrana za predmet daljeg razmatranja.

Osnovni elementi procesnog modela eksploatacije sredstava, sa akcentom na produktivnosti rada sredstava, prikazani su na slici sl. 2.4.



sl. 2.4

Oznake na sl. 2.4 predstavljaju:

X_{11} – dio ulaznih parametara (zahtjeva korisnika usluga) koji se odnose na proces eksploatacije sredstava;

Y_{11} – dio izlaznih parametara (parametara koji reprezentuju stepen zadovoljstva korisnika usluga) koji se odnose na proces eksploatacije sredstava;

Segment modela 1.1.1 predstavlja «dio» odgovornosti rukovodstva koje se odnosi na proces eksploatacije sredstava lučke mehanizacije.

U segmentu 4.1.1, koji se odnosi na mjerenje, identifikovani su parametri koji determinišu produktivnost rada sredstava.

Može se, na osnovu toga, zaključiti da je produktivnost rada određena sledećim glavnim veličinama:

- vremenom efektivnog angažovanja sredstva, T_e , u procesu pružanja usluge, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstva, K ;
- brojem radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja, N_c ;
- karakteristikama (težinom) manipulativne jedinice, M , koja se može na odgovarajući način predstaviti vrijednošću koeficijenta iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstva mehanizacije u radnom ciklusu, q ;

3. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA. HIPOTEZE

3.1 IDENTIFIKACIJA PREDMETA ISTRAŽIVANJA

Razvijajući model procesa pružanja lučkih usluga do nivoa koji se odnosi na (pot)proces eksploatacije sredstava lučke mehanizacije, identifikovane su veličine koje određuju produktivnost sredstava u procesu rada: vrijeme efektivnog angažovanja sredstava (koeficijent efektivnog angažovanja sredstava), broj radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja i karakteristike (težina) manipulativne jedinice. Uvođenje produktivnosti rada u optimalno područje podrazumijeva obezbjeđenje optimalnih vrijednosti veličina koje je (produktivnost rada), kao karakteristiku kvaliteta lučke usluge, determinišu. Kompletan proces zahtijeva sveobuhvatno sagledavanje i studiozan pristup, a obimnost problematike čini nužnim usmjeravanje razmatranja.

Polazeći od činjenice da je efektivno angažovanje sredstava osnovni preduslov "pojavljivanja" svih ostalih veličina koje karakterišu ulogu sredstava lučke mehanizacije u radnom procesu, za predmet istraživanja je izabran koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kojim se adekvatno opisuje vrijeme njihovog efektivnog rada u procesu pružanja lučkih usluga. U procesu optimizacije koeficijenta efektivnog iskorišćenja, od suštinskog je značaja identifikovati, sistematizovati i rangirati faktore koji determinišu njegove vrijednosti u određenom periodu, a nakon toga izvršiti modeliranje odnosnih postupaka rada, utvrditi odgovarajuće zavisnosti i spoznati karakter i intenzitet dejstva pomenutih faktora uticaja.

Koristeći za objekat istraživanja sredstva mehanizacije u Luci Bar, sprovedeno je istraživanje tokom koga su realizovani naglašeni suštinski važni procesi (identifikacija, sistematizacija, rangiranje faktora, modeliranje postupaka rada, uspostavljanje korelacija) čiji izlazni parametri predstavljaju osnovu optimizacije vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije.

3.2 KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTVA

U prethodnom segmentu Rada je koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava izabran za predmet istraživanja. Neophodno je, stoga, detaljnije sagledati parametre koji ga određuju.

3.2.1 Struktura raspoloživog vremena

Struktura ukupno raspoloživog vremena sredstva (na osnovu [29] i [54]) prikazana je na slici 3.1

struktura raspoloživog vremena		
ukupno raspoloživo vrijeme - T_u		
vrijeme "u radu" - T_r	vrijeme "u otkazu" - T_o	
"neto" vrijeme u radu - T_{r1}	gubici - T_{g1}	
efektivno vrijeme rada - T_e	gubici - T_{g2}	

sl. 3.1

Polazeći od predstavljene strukture ukupno raspoloživog vremena, mogu se uspostaviti sledeće relacije:

$$T_u = T_r + T_o \quad (3.1)$$

$$T_r = T_{r1} + T_{g1} \quad (3.2)$$

$$T_{r1} = T_e + T_{g2} \quad (3.3)$$

Vremenski interval T_{g1} se odnosi na izostanak zahtjeva korisnika usluga, dok interval T_{g2} obuhvata: planirane pauze u procesu rada, prekide procesa rada usled operativno-tehnoloških razloga i neplanirane prekide u procesu rada.

3.2.2 Definicija koeficijenta efektivnog iskorišćenja

Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva određen je sledećom relacijom:

$$K = T_e / T_u \quad (3.4)$$

gdje su: T_e – efektivno vrijeme rada;
 T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;

Efektivno vrijeme rada, T_e

- za pojedinačno sredstvo

$$T_e^j = \sum_{j=1}^m t_{ej}^j \quad (3.5)$$

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj radnih smjena u posmatranom periodu
 t_{ej}^j – iskorišćeno vrijeme u radu sredstva u toku jedne radne smjene

- za klasu sredstava

$$T_e^k = \sum_{i=1}^n T_{ei}^k \quad (3.6)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj sredstava u klasi;

- za vrstu sredstava

$$T_e^r = \sum_{r=1}^s T_{er}^k \quad (3.7)$$

$r = 1, 2, \dots, s$ – broj klasa u određenoj vrsti sredstava;

Ukupno raspoloživo vremena, T_u

Ukupno raspoloživo vrijeme se definiše u zavisnosti od odnosnog perioda.

- ukupno raspoloživo vrijeme za dan, za sredstvo

$$T_u^d = \sum_{i=1}^n t_{ui} \quad (3.8)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj radnih smjena u toku dana;
 t_{ui} – trajanje jedne radne smjene;

- ukupno raspoloživo vrijeme za mesec, za sredstvo

$$T_u^m = \sum_{j=1}^m T_{uj}^d \quad (3.9)$$

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj radnih dana u mesecu;

- ukupno raspoloživo vrijeme u odnosu na godinu, za sredstvo

$$T_u^g = \sum_{r=1}^{12} T_{ur}^m \quad (3.10)$$

r – broj meseci u godini

Vrijednost ukupno raspoloživog vremena za skup sredstava se dobija množenjem parametara određenih relacijama (3.8), (3.9) i (3.10) sa brojem sredstava u skupu.

3.3 CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja ima nekoliko svojih glavnih elemenata:

- identifikaciju, sistematizaciju i rangiranje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije;
- definisanje metodologije uspostavljanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora;
- iznalaženje oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora;
- modeliranje analiziranih procesa i podataka na način koji će, u daljim istraživanjima u ovoj oblasti, omogućiti izradu adekvatnog software-a;

Pozicioniranjem identifikovanog cilja istraživanja u kontekst modela procesa pružanja lučkih usluga, može se prepoznati i cilj "višeg" nivoa ovog istraživanja: obezbjeđenje podloga optimizacije produktivnosti rada, jednog od osnovnih parametara kvaliteta pružene lučke usluge i suštinski značajne mjere stepena zadovoljstva korisnika usluga.

3.4 HIPOTEZE

Istraživanje, koje je predmet ovog Rada, se zasniva na sledećim hipotezama:

- Koeficijent efektivnog iskorišćenja spada u grupu parametara koji determinišu produktivnost sredstava lučke mehanizacije u procesu njihove eksploatacije.
- Vrijednosti i karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva.
- Faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge;

4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U istraživanju uticajnih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije korišćene su sledeće metode.

4.1 METODE UTVRĐIVANJA STEPENA KORIŠĆENJA KAPACITETA SREDSTAVA ZA RAD

- Iškavina metoda [30]

Iškavina metoda (Iškavina dijagram) predstavlja »alat« za detaljnu analizu odnosa između stanja sistema (koeficijenta efektivnog iskorišćenja) i uticajnih faktora na to stanje. Primjena metode omogućava identifikaciju svih mogućih uticaja na neki problem, selekciju i uspostavljanje odnosa između parametara koji karakterišu određeni proces, analizu postojećih upravljačkih ograničenja u cilju preduzimanja korektivnih akcija. U toku istraživanja, metoda je korišćena za identifikaciju uticajnih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava.

- metoda trenutnih zapažanja [12], [36]

Metoda je prilagođena predmetu istraživanja. Primjenom metode dobijaju se podaci o iskorišćenju raspoloživog vremena kako pojedinačnih sredstava, tako i kategorija sredstava, u okviru pomatranog vremenskog perioda. Rezultati primjene metode se prikazuju u izabranim jedinicama.

4.2 METODE UTVRĐIVANJA ČINJENICA

- anketa [14], [30], [37]

Anketa pripada grupi glavnih tehnika utvrđivanja činjenica. Zasniva se na adekvatno koncipiranom upitniku. Obavljenja je među proizvođačima i korisnicima (lukama) sredstava mehanizacije, sa ciljem identifikacije primijenjivanih pristupa analizi koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije.

4.3 METODE TEORIJE KORELACIJE

- Metoda najmanjih kvadrata [14], [68]

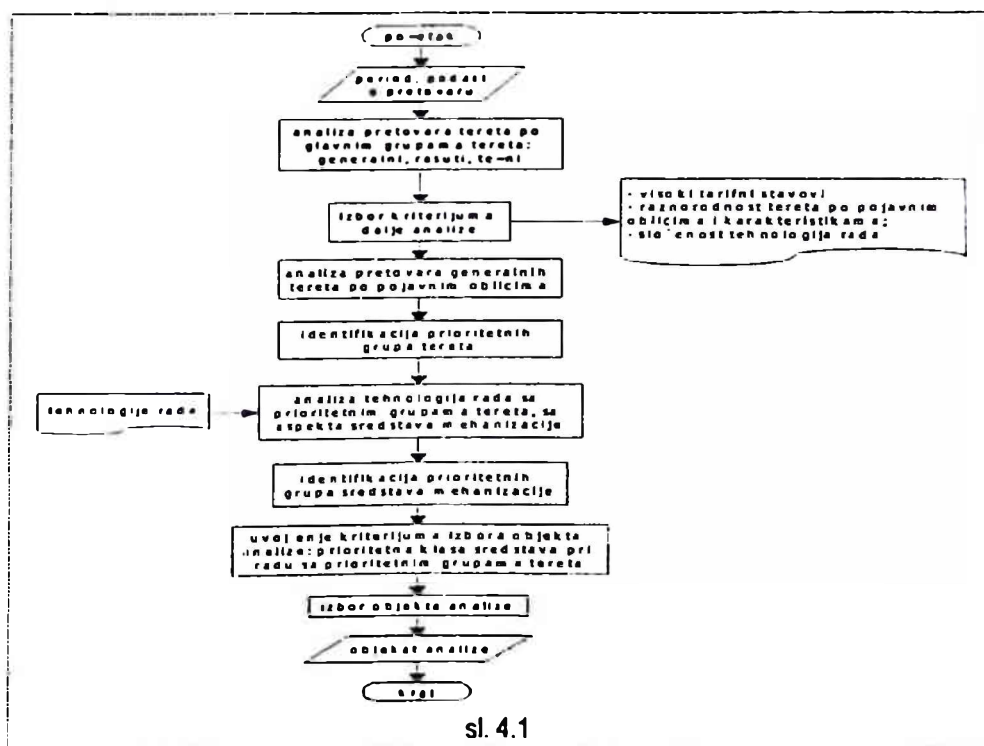
Metoda je primjenjena za uspostavljanje funkcionalne veze između promjenljivih koje karakterišu procese analizirane u Radu.

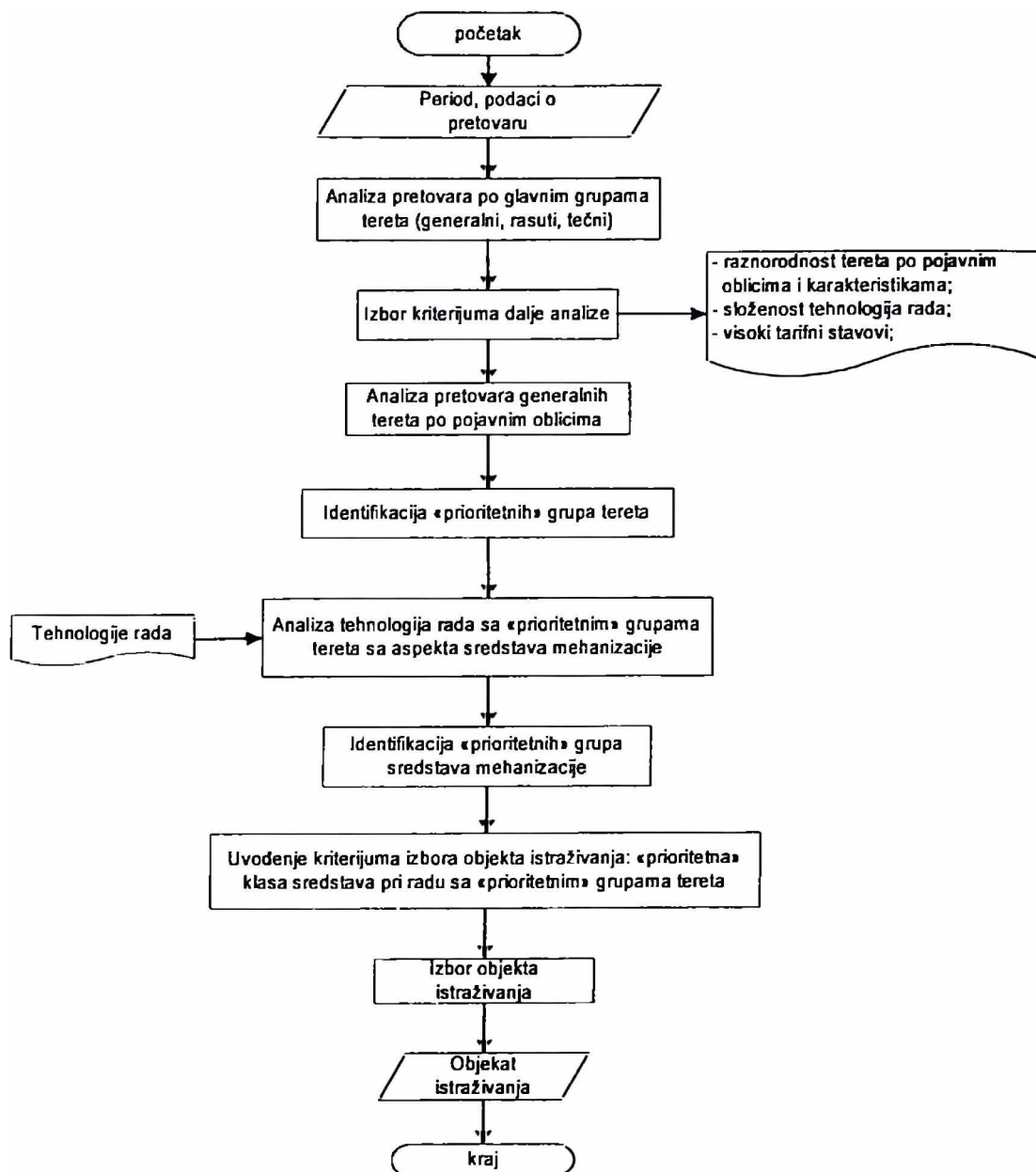
4.4 POSEBNE METODE PRILAGOĐENE OBJEKTU ISTRAŽIVANJA

Pored prethodno pobrojanih metoda, detaljno razrađeni u odnosnim literaturim izvorima, u istraživanju se koristi i metoda čiji su elementi precizirani na osnovu prirode predmeta istraživanja (sl.4.1).

Svaka od faza navedene procedure je složena i sprovodi se kroz više sukcesivnih koraka.

U daljem dijelu će se prikazati elementi faze procedure koji se odnose na izbor objekta analize (sl. 4.2).





sl. 4.2

Pod prioritetnom grupom tereta podrazumijevaju se tereti sa dominantnim učešćem u ukupnom obimu pretovara za određeni period, dok prioritetna grupa sredstava mehanizacije obuhvata sredstva koja su od suštinskog značaja u procesu izvršenja manipulacija sa prioritetnim grupama tereta.

5. IZBOR OBJEKTA ISTRAŽIVANJA

Na osnovu procedure prikazane na sl. 4.2, u cilju konkretizacije elemenata modela identifikacije, sistematizacije i kvantifikacije uticaja karakterističnih uticajnih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava, izvršen je izbor objekta istraživanja.

5.1 IZBOR PERIODA TOKOM KOGA SE ANALIZIRA KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA

Polazeći od rezultata analize strukture i obima pretovara u Luci Bar u prethodnim godinama, sa stanovišta stabilnosti transportnih tokova i, samim tim, mogućnosti uspostavljanja adekvatnih korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije i karakterističnih uticajnih faktora, zaključeno je da je period sa najvećim stepenom prilagođenosti potrebama istraživanja 1987. – 1991.g.

5.2 STRUKTURA PRETOVARA PO GLAVNIM GRUPAMA TERETA U RAZMATRANOM PERIODU

T. 5.1

grupa tereta	pretovar po godinama									
	1987. - G1		1988. - G2		1989. - G3		1990. - G4		1991. - G5	
	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)
tečni	387 164	17	438 623	17	460 128	17	408 457	18	404 849	23
rasuti	1 025 137	45	1 345 892	51	1 515 296	59	1 040 232	47	614 337	35
generalni	863 585	38	840 606	32	669 332	24	763 699	35	724 063	42
ukupno:	2 004 729	100	2 275 886	100	2 625 121	100	2 212 278	100	1 743 249	100

Vodeći se činjenicom da je proces pretovara generalnih tereta, sa tehnološkog aspekta, najskloženiji, procedura izbora konkretnog objekta istraživanja nastavljena je razmatranjem strukture pretovara upravo te grupe tereta.

5.3 STRUKTURA PRETOVARA GENERALNIH TERETA PO POJAVNIM OBLICIMA

T. 5.2

pojavi oblik tereta	pretovar po godinama									
	1987. - G1		1988. - G2		1989. - G3		1990. - G4		1991. - G5	
	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)
blok	73 345	8,49	94 841	11,28	31 410	4,69	49 906	6,53	33 109	4,57
paleta	7 726	0,89	12 040	1,43	5 196	0,77	7 018	0,91	4 677	0,64
vreća	102 868	11,91	71 763	8,53	105 973	15,83	121 804	15,94	145 792	20,13
džambo vreća	-	-	-	-	2 495	0,37	19 705	2,58	30 916	4,26
vez	218 181	25,26	161 287	19,18	154 140	23,02	177 399	23,22	99 856	13,79
bala	68 114	7,88	53 233	6,33	58 723	8,77	31 668	4,14	26 724	3,69
paket	29 706	3,43	26 310	3,12	20 402	3,04	15 606	2,04	23 106	3,19
rolna	10 327	1,19	1 368	0,16	256	0,03	10 586	1,38	6 551	0,90
koils	139 288	16,12	207 529	24,68	143 866	21,49	162 293	21,26	157 902	21,80
bure	390	0,04	204	0,02	-	-	-	-	-	-
sanduk	10 146	1,17	10 856	1,29	10 349	1,54	4 373	0,57	24 093	3,32
dobos	22 010	2,54	20 163	2,39	16 546	2,47	16 458	2,15	3 470	0,47
kotur	13 807	1,59	43 060	5,12	24 000	3,58	11 604	1,51	18 247	2,52
nepakov komadi	149 435	17,30	122 325	14,55	78 804	11,77	106 420	13,80	132 048	18,23
konliten	18 446	2,13	15 042	1,78	20 029	2,99	16 535	2,16	17 227	2,37
ukupno:	863 585	100	840 606	100	669 332	100	763 699	100	724 063	100

5.4 IDENTIFIKACIJA PRIORITETNIH POJAVNIH OBLIKA TERETA

5.4.1 Identifikacija dominantnih pojava oblika tereta u pretovaru

Na osnovu podaka iz tabele T.5.2, izvršena je identifikacija dominantnih pojava oblika tereta u pretovaru, po godinama iz posmatranog perioda (T.5.3).

T.5.3

rang učešća u pretovaru	pojavni oblici tereta				
	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
1	vez	koils	vez	koils	koils
2	nepakov. komadi	vez	koils	vez	vreća
3	koils	nepakov. komadi	vreća	vreća	nepakov. komadi
4	vreća	blok	nepakov. komadi	nepakov. komadi	vez
5	blok	vreća	bala	blok	blok

5.4.2 Definisanje prioriternih pojava oblika tereta

Pod prioriternim pojavnim oblikom tereta podrazumijeva se pojavni oblik sa najvećim procentualnim učešćem u ukupnom pretovaru generalnih tereta za posmatrani period.

T.5.4

pojavni poblik tereta	rangovi učešća u pretovaru, po godinama					prosječno	rang
	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5		
vez	1	2	1	1	4	1,8	1
nepakov. komadi	2	3	4	4	3	3	3
koils	3	1	2	2	1	1,8	2
bala	5	-	5	-	-	5	6
vreća	4	5	3	3	2	3,4	4
blok	-	4	-	5	5	4,6	5

Na osnovu prezentiranih rezultata, slijedi da su prioritne grupe tereta one čiji su pojavni oblici:

- vez;
- koils;

5.5 IDENTIFIKACIJA PRIORITETNIH KATEGORIJA SREDSTAVA MEHANIZACIJE

Identifikacija prioriternih kategorija sredstava je obavljena na osnovu rezultata analiza tehnologija izvršenja manipulacija sa prioriternim grupama tereta [63]), [64]. Rezultati su prikazani u T.5.5.

T.5.5

vrsta sredstava mehanizacije	portalna dizalica	auto-dizalica	traktor	viljuškar
% manipulacija u kojima se određena kategorija sredstava pojavljuje kao element tehnologije rada	31,25	3,1	15,62	50

Zaključak je da prioritetnu vrstu sredstava predstavljaju viljuškari.

Prioritetna klasa sredstava (viljuškara) određena je analizom čiji su rezultati prikazani u T.5.6.

T.5.6

klasa nosivosti viljuškara (t)	1,5	2	3	5	6	12,5	13	25	42	ukupno
(%) učešća u tehnologijama rada gdje je viljuškar tehnološki element	8	12	48	38	-	6	8	20	-	100

Slijedi da prioritetnu klasu sredstava sačinjavaju viljuškari iz klase nosivosti 3t.

5.6 IZBOR OBJEKTA ANALIZE

Objekat analize je populacija viljuškara klase nosivosti 3t.

Osnovni parametri koji definišu pomenutu populaciju viljuškara su (T.5.7):

T.5.7

r.b.	tipovi viljuškara unutar klase	broj viljuškara po tipovima	godina nabavke	garažni brojevi viljuškara
1.	DIM 30	11	1970.	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
2.	DI 30	16	1982.	300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315
3.	H 60 H	6	1984.	40, 41, 42, 43, 44, 45
ukupno:		33		

5.6.1 Koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara klase nosivosti 3t po elementima posmatranog perioda

Podaci o vrijednostima koeficijenta efektivnog iskorišćenja viljuškara iz klase nosivosti 3t prikazani su u narednim tabelama.

T.5.8 – koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3 t po godinama iz analiziranog perioda

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987. – G1	10,3
1988. – G2	10,5
1989. – G3	16,5
1990. – G4	19,7
1991. – G5	29,9

T.5.9 koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima godina iz posmatranog perioda

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	12,3	9	10,9	9,2	10,8	12,3	5,7	13,5	10,1	10,4	8	11,6
1988.-G2	8,6	13,2	13,2	12,2	8,6	11,3	11,8	13,1	13,6	7,1	6,6	6,6
1989.-G3	8,7	10,6	16,4	14,6	20,2	16,1	15,7	20,5	17,7	17,4	21,1	19,5
1990.-G4	18,9	21,2	21,9	21,4	25,4	23,6	19,1	25,3	14,2	15,4	15,4	15,1
1991.-G5	24,7	26,7	30,9	28,5	38	27,4	35,4	29,1	24,5	33,4	27	32,9

Podaci o koeficijentima efektivnog iskorišćenja izabranih sredstava iz populacije viljuškara nosivosti 3t prikazani su u tabelama T.5.10 do T.5.19

T.5.10 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 311 – po godinama

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987.-G1	7,3
1988.-G2	8,9
1989.-G3	37,8
1990.-G4	34,9
1991.-G5	22,9

T.5.11 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 311 – po mjesecima

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	25,5	17,3	23,6	20,9	0	0	0	0	0	0	0	0
1988.-G2	0	0	0	0	5,7	12,5	22,1	23,3	25,7	1,9	7,5	8,2
1989.-G3	20,2	14,9	42,8	28,9	41,1	25,5	40,9	35,1	37	56,7	66,8	43,5
1990.-G4	8,2	14,9	46,6	42,5	40,4	45,9	44,9	46,6	37,1	31,5	23,3	37,3
1991.-G5	37,5	37,7	11	29,1	60,1	37,3	11,1	12	9,9	10,6	9,1	10,8

T.5.12 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 312 – po godinama

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987.-G1	12,8
1988.-G2	14,5
1989.-G3	27,2
1990.-G4	37,8
1991.-G5	21,3

T.5.13 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 312 – po mjesecima

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	22,6	19,9	24,8	19,7	18,3	37,9	9,9	0	0	0	0	0
1988.-G2	0	0	0	0	24,8	2,6	32,7	29,5	31,7	25,5	20,7	6,9
1989.-G3	30,3	28,6	44,9	33,4	40,1	33,9	24,3	35,8	38,9	19,5	0,5	0
1990.-G4	36,8	48,1	58,2	50,7	39,7	35,8	27,9	42,5	22,3	33,7	31,9	25,9
1991.-G5	33,4	2,6	31,5	37,3	49,5	42,7	11,3	12,5	8,2	9,1	6,3	11,5

T.5.14 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 313 – po godinama

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987.-G1	27,5
1988.-G2	28,8
1989.-G3	18,9
1990.-G4	32,8
1991.-G5	19,5

T.5.15 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 313 – po mjesecima

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	31,7	23,3	28,4	23,1	29,6	19,9	23,3	43	43,9	43	0,5	19,9
1988.-G2	17,5	37,7	39,7	38,9	23,1	16,3	44,9	28,1	41,6	26,2	15,1	16,3
1989.-G3	16,3	0	1,2	1,2	18,9	26,9	12,3	56,5	31,9	9,1	10,8	40,9
1990.-G4	44,7	49,7	15,4	38,7	36,8	43,9	33,9	47,6	24,3	32,2	20,9	5,1
1991.-G5	31,5	39,2	26,9	34,6	39,4	42,5	10,6	7,5	0,9	0,5	0,5	0

T.5.16 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 314 – po godinama

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987.-G1	19,9
1988.-G2	21,7
1989.-G3	18,4
1990.-G4	27,9
1991.-G5	0,02

T.5.17 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 314 – po mjesecima

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	23,6	16,6	23,6	16,3	25,9	27,9	8,9	32,2	42,3	10,1	11,3	1,2
1988.-G2	0	31,7	23,1	43,9	21,4	20,7	25,5	32,7	19,7	13,5	16,3	11,3
1989.-G3	4,8	6	0	0	14,9	23,3	1,4	12,9	36,5	37,7	36,3	47,4
1990.-G4	27,6	55,8	47,4	39,7	42,5	41,1	31,3	47,8	1,4	0	0	0
1991.-G5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0

T.5.18 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 315 – po godinama

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja (%)
1987.-G1	28,7
1988.-G2	19,3
1989.-G3	17,8
1990.-G4	3,9
1991.-G5	26,3

T.5.19 – koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara – garažni broj 315 – po mjesecima

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t po mjesecima posmatranog perioda (%)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1987.-G1	17,1	22,3	26,2	28,1	29,6	25,9	20,7	46,4	34,6	19,9	30,8	42,8
1988.-G2	34,6	12,9	0	0	0	24,8	30,8	34,1	37,5	20,9	16,8	18,8
1989.-G3	20,2	24,8	38,5	38,9	44,2	20,7	26,9	0	0	0	0	0
1990.-G4	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,6	30
1991.-G5	35,3	38,7	51,9	30,7	58,7	42,8	12,5	10,8	6,3	11,3	6	10,3

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1 IDENTIFIKACIJA FAKTORA UTICAJA NA KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA LUČKE MEHANIZACIJE

Slijedeći logiku odvijanja procesa pružanja lučkih usluga, identifikovani su faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije. Definisane su, pri tome, sledeće četiri grupe faktora:

- faktori uticaja koji se odnose na zahtjev korisnika usluga, F_1

$$F_1 = (f_{11}, f_{12}, f_{13}) \quad (6.1.1)$$

gdje su: f_{11} – struktura i obim pretovara;

f_{12} – raspodjela vrsta manipulacija sa teretom;

f_{13} – raspodjela broja paralelnih manipulacija sa teretom;

- faktori uticaja koji se generišu u procesu pripreme procesa pružanja lučkih usluga, F_2

$$F_2 = (f_{21}, f_{22}) \quad (6.1.2)$$

gdje su: f_{21} – stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa stanovišta sredstava mehanizacije;

f_{22} – značaj sredstava u procesu rada;

- faktori uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava u eksploataciju, F_3

$$F_3 = (f_{31}, f_{32}, f_{33}, f_{34}) \quad (6.1.3)$$

gdje su: f_{31} – broj raspoloživih sredstava određene kategorije;

f_{32} – adekvatnost planiranja rada;

f_{33} – operativna gotovost sredstava;

f_{34} – adekvatnost sprovođenja tehnologija rada;

- faktori koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava, F_4

$$F_4 = (f_{41}, f_{42}, f_{43}, f_{44}, f_{45}, f_{46}, f_{47}) \quad (6.1.4)$$

gdje su:

f_{41} – tehnološka primjerenost sredstva;

f_{42} – faza životnog vijeka sredstva;

f_{43} – prekidi procesa rada;

f_{44} – karakteristike transportnog sredstva;

f_{45} – rukovaoci sredstvom;

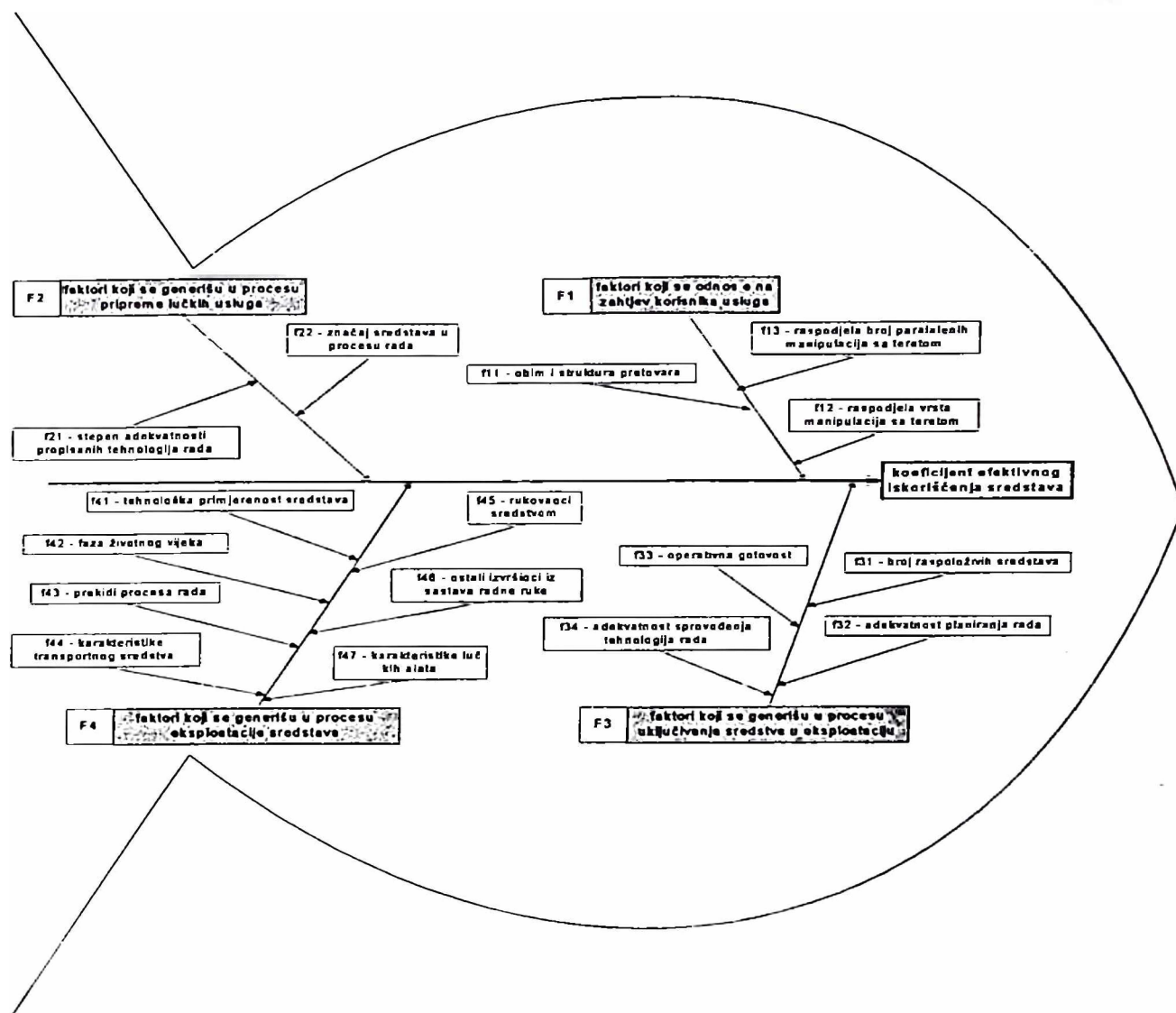
f_{46} – ostali izvršioci iz sastava radne ruke;

f_{47} – karakteristike lučkih alata;

Koeficijent efektivnog iskorišćenja klase sredstava se može posmatrati kao funkcija definisanih klasa faktora:

$$K = g(F_1, F_2, F_3, F_4) \quad (6.1.5)$$

Koristeći se simblikom lškovine metode, na slici 6.1.1 su prikazani faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava.



sl. 6.1.1

Prema "nivou" dejstva, identifikovani faktori uticaja se mogu svrstati u dvije kategorije:

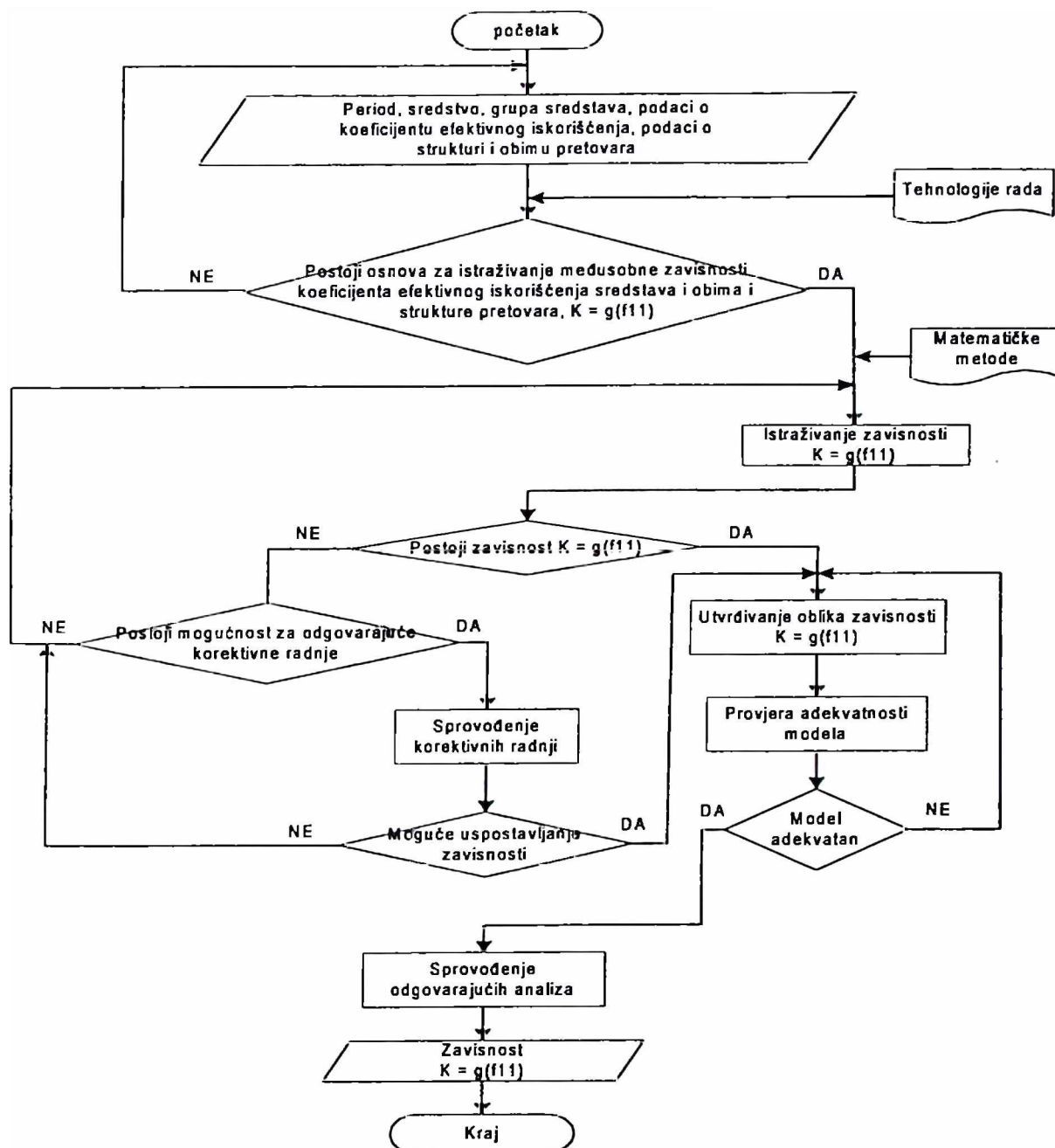
- faktori uticaja na koefficient efektivnog iskoriscenja klase sredstava;
- faktori uticaja na koefficient efektivnog iskoriscenja pojedinačnog sredstva;

Imajući u vidu definiciju koefficienta efektivnog iskoriscenja klase sredstava, po kojoj on predstavlja odnos između ukupnog vremena efektivnog anagažovanja pojedinačnih sredstava iz klase i ukupno raspoloživog vremena, neophodno je istaći da se i faktori koji svoje dejstvo domanantno ispoljavaju u odnos na koefficient efektivnog iskoriscenja pojedinačnog sredstva (operativna gotovost, ...) mogu, sa zanemarljivim rizikom greške, posmatrati kao faktori uticaja na koefficient efektivnog iskoriscenja klase sredstava. Značajnosti istraživanja koefficienta efektivnog iskoriscenja klase sredstava doprinosi i činjenica da u tehnologijama izvršenja lučkih usluga centralno mjesto pripada klasi sredstava (viljuškar nosivosti 3t, portalna dizalica nosivosti 8t, ...), dok angažovanje konkretnih, pojedinačnih, sredstava spada u domen operativnih aktivnosti sa izrazito stohastičnim ishodom.

6.2 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – OBIM I STRUKTURA PRETOVARA, $K = g(f_{11})$

6.2.1 Procedura utvrđivanja korelacije $K = g(f_{11})$

Procedura utvrđivanja oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od obima i strukture pretovara u određenom vremenskom intervalu prikazana je na sl. 6.2.1



sl. 6.2.1

Istraživanje korelacija ima osnova samo ukoliko je zadovoljen uslov da se sredstva čiji je koeficijent efektivnog iskorišćenja predmet analize pojavljuju kao tehnološki element pri izvršenju manipulacija sa odnosnom grupom tereta. Prethodna konstatacija se može ilustrovati primjerom. Nema, npr., logike istraživati promjenu koeficijenta efektivnog iskorišćenja viljuškara u funkciji obima i strukture pretovara tečnih tereta, jer se pomenuta sredstva ne koriste za izvršenje manipulacija sa njima.

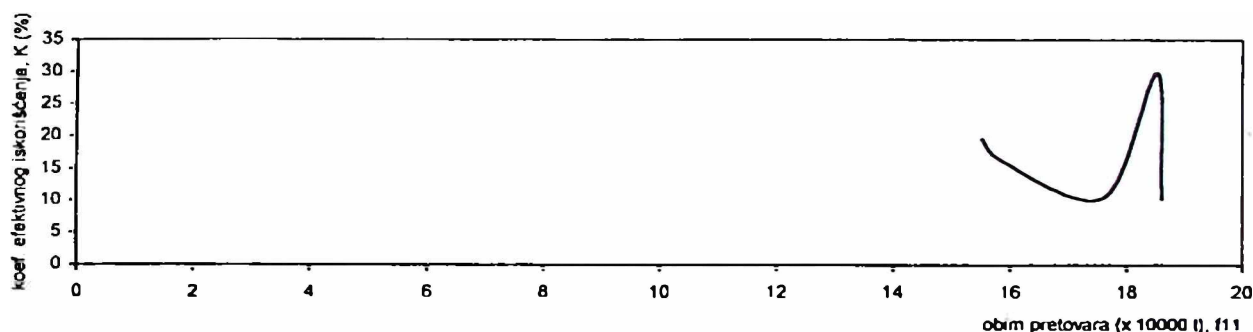
6.2.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{11})$

Polazeći od procedure prikazane na sl. 6.2.1, u ovom dijelu Rada je, primjenom metoda najmanjih kvadrata, uspostavljena korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (klase viljuškara nosivosti 3t) i obima pretovara tereta (pojavnih oblika tereta) pri čijim se manipulacijama pomenuta sredstva pojavljuju kao element tehnologije rada. Podaci koji omogućavaju sprovođenje predmetnih analiza sadržani su u tabelama T.5.8 (koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t) i T.6.2.1 (pretovar tereta pri čijim se manipulacijama koriste viljuškari nosivosti 3t).

T.6.2.1

pojavni oblik tereta	pretovar po godinama									
	1987. – G1		1988. – G2		1989. – G3		1990. – G4		1991. – G5	
	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)
blok	46 647	25,03	37 888	21,42	24 492	15,50	43 282	27,87	31 109	16,81
rolna	10 327	5,54	1 386	0,77	256	0,16	10 586	6,81	6 551	3,53
vez	65 450	35,13	51 690	29,22	60 494	38,28	45 607	29,36	57 745	31,20
kolur	13 807	7,41	43 060	24,34	24 000	15,18	11 604	7,47	18 247	9,85
nepakov komadi	18 236	14,33	19 900	11,24	28 484	18,01	29 958	19,27	45 235	24,43
sanduk	10 146	5,44	10 856	6,13	10 349	6,54	4 373	2,81	24 093	13,01
dobaš	13 206	7,08	12 098	6,84	9 928	6,28	9 875	6,35	2 082	1,12
ukupno:	186 297	100	176 860	100	158 003	100	155 285	100	185 242	100

Grafičkim predstavljanjem vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i obima pretovara, u koordinatnom sistemu f_{11} OK, dobija se (sl. 6.2.2).



sl. 6.2.2

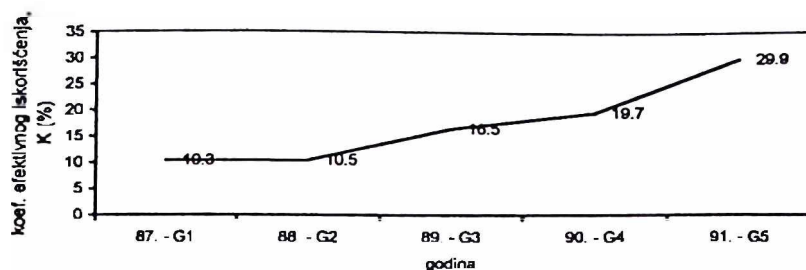
Ustanovljeno je da se zavisnost koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (viljuškara klase nosivosti 3t) od obima i strukture pretovara, u posmatranom intervalu vremena, adekvatno opisuje sledećom relacijom:

$$K = 16,32 + 0,058f_{11} \quad (6.2.1)$$

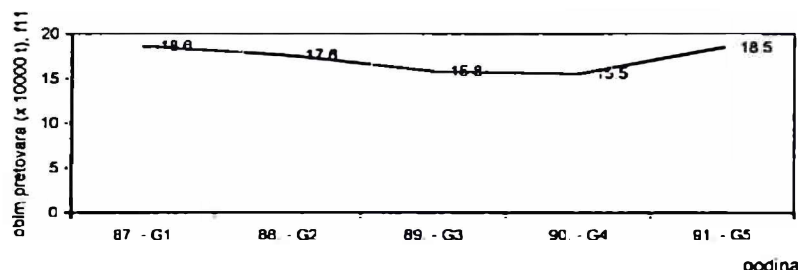
U Prilogu 3 je detaljno prikazana procedura uspostavljanja zavisnosti $K = g(f_{11})$, kao i provjera adekvatnosti definisanog modela.

6.2.3 Parametri koji određuju stepen usklađenosti promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i obima pretovara po intervalima posmatranog perioda

Na slikama sl. 6.2.3 i sl. 6.2.4 su prikazani trendovi promjene u vremenu (po godinama iz posmatranog perioda) koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (viljuškara nosivosti 3t) i obima pretovara tereta pri čijim se manipulacijama koriste pomenuti viljuškari.



sl. 6.2.3



sl. 6.2.4

Upoređujući trendove promjene analiziranih parametara, po intervalima posmatranog perioda, dobija se (T.6.2.2).

T.6.2.2

interval	trendovi promjene	
	K	f ₁₁
I: G1-G2	raste	opada
II: G2-G3	raste	opada
III: G3-G4	raste	opada
IV: G4-G5	raste	raste

Od suštinskog je upravljačkog značaja ustanoviti uzroke neusklađenosti trendova promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima (i strukture) pretovara u vremenu. Odgovarajućim razmatranjima, utvrđeno je da su pomenute neusklađenosti posledice:

- Promjena strukture i obima pretovara tereta pri čijim se manipulacijama koriste sredstva iz klase nosivosti 3t po elementima analiziranog perioda (T.6.2.3)

T.6.2.3

pojavi oblik tereta	pretovar po godinama									
	1987. - G1		1988. - G2		1989. - G3		1990. - G4		1991. - G5	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
blok	46 647	25.03	37 888	21.42	24 492	15.50	43 282	27.87	31 109	16.81
rolna	10 327	5.54	1 386	0.77	256	0.16	10 586	6.81	6 551	3.53
vez	65 450	35.13	51 690	29.22	60 494	38.28	45 607	29.36	57 745	31.20
kolur	13 807	7.41	43 060	24.34	24 000	15.18	11 604	7.47	18 247	9.85
nepakov. komadi	18 236	14.33	19 900	11.24	28 484	18.01	29 958	19.27	45 235	24.43
sanduk	10 146	5.44	10 856	6.13	10 349	6.54	4 373	2.81	24 093	13.01
dobaš	13 206	7.08	12 098	6.84	9 928	6.28	9 875	6.35	2 082	1.12
ukupno:	186 297	100	176 860	100	158 003	100	155 285	100	185 242	100

- Varijacija učešća pojedinih vrsta tereta u okviru određenog pojavnog oblika tereta, po elementima analiziranog perioda. U T.6.2.4 je, kao primjer, prikazana promjena procentualnog učešće nekih vrsta tereta u ukupnom pretovaru tereta u vezovima.

T.6.2.4

pjavni oblik tereta	vrsta tereta	pretovar po godinama									
		1987. – G1		1988. – G2		1989. – G3		1990. – G4		1991. – G5	
		t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
vez	bakar	35975	54,9	36341	70,3	47 779	78,9	37 009	81,1	30 784	53,3
	olovo	7 453	11,4	6 334	12,3	4 809	7,9	5 493	12	635	1,1

- c) Neravnomjernost učešća pojedinih vrsta (i varijanti) manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa određenom vrstom tereta u analiziranom periodu (T.6.2.5 – procentualno učešće vrsta manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa vezovima aluminijuma; T.6.2.6 – procentualno učešće varijanti manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa vezovima aluminijuma).

T.6.2.5

r.b.	manipulacija	% učešće u ukupnom broju manipulacija
1.	kamion-skladište	45,5
2.	skladište - brod	36,4
3.	kamion-brod	18,2

T.6.2.6

r.b.	manipulacija/varijanta manipulacije	% učešće varijanti u ukupnom broju manipulacija
1.	kamion-skladište	45,5
1.1	bez hr-a	45,5
2.	skladište - brod	36,4
2.1	dva viljuškara u brodu	4,5
2.2	pozadinsko skladište	31,9
3.	kamion-brod	18,2
3.1	vezivanje, djelimično rasuti vezovi	18,2

- d) Razlike u produktivnosti rada pri izvršenju iste manipulacije sa različitim teretima u jednakom vremenskom intervalu (npr. u smjeni) kao posledica razlika u karakteristikama manipulativnih jedinica (T.6.2.7 – ostvareni prosječni učinci u smjeni, pri izvršenju manipulacije skladište - brod sa određenim vrstama tereta, u varijantama rada kada se koriste viljuškari iz klase nosivosti 3t).

T.6.2.7

r.b.	teret	manipulacija	učinak u smjeni (t)
1.	aluminijum	skladište - brod	449
2.	cink	skladište - brod	400
3.	olovo	skladište - brod	271
4.	bakar	skladište - brod	276

- e) Varijacija učinaka u toku određenog perioda pri izvršenju iste manipulacije sa jednom vrstom tereta kao posledica.
- varijacija u karakteristikama sredstava transporta (prvenstveno brodova) sa kojima se teret prevozi;
 - varijacija u uslovima rada pri izvršenju manipulacija usled:
 - rada u skućenim brodskim prostorima;
 - neodgovarajuće složenog tereta u sredstvima transporta (otežano formiranje manipulativne jedinice, otežano zahvatanje manipulativne jedinice, ...);
 - neodgovarajućeg pakovanja tereta;
 - izmiješanosti tereta u sredstvu transporta;
 - posebnih zahtjeva pri uskladištenju tereta;
 - potrebe slaganja tereta na veće visine u brodskim skladištima; ...
 - varijacija u stepenu adekvatnosti korišćenog sredstva mehanizacije (npr. u slučaju viljuškara zavisno od: potrebne dužine viljuški, maksimalne visine dizanja, mogućnosti bočnog pomaka viljuški, mogućnosti bočnog zahvatanja tereta, ...);
 - varijacija u stepenu adekvatnosti primijenjenog lučkog alata (zavisno od vrste alata, dozvoljenog radnog opterećenja alata, pogodnosti rukovanja alatom, ...);
 - stepena adekvatnosti formirane manipulativne jedinice (da li je manipulativna jedinica formirana u skladu sa definisanom tehnologijom rada? ...);
 - varijacija u stepenu angažovanja izvršilaca u procesu izvršenja manipulacija;
 - varijacija u stepenu obučenosti izvršilaca u procesu izvođenja manipulacija sa teretom; itd.

- f) Varijacija učešća tereta (tzv. "oprema") pri čijim manipulacijama je, zbog prisutne raznorodnosti karakteristika jedinica tereta, učinak u toku definisanog vremenskog intervala izrazito stohastična veličina. Praksa potvrđuje da se u toku određenog intervala vremena, pri izvršenju manipulacija sa ovim teretima, ne mogu postići značajniji količinski učinci. U cilju ilustracije navedenih konstatacija, posmatra se odnos između promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i promjene pretovara tereta u intervalima II i III iz T.6.2.2

T.6.2.8

Interval	trendovi promjene	
	K	f ₁₁
II: G2-G3	raste	opada
III: G3-G4	raste	opada

Očigledno je da koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava raste, iako pretovar u istim tim intervalima ima trend smanjenja. Jedan od uzroka pomenute neusklađenosti je povećanje učešća prethodno pomenute "opreme" u ukupnom pretovaru tereta pri čijim se manipulacijama koriste viljuškari nosivosti 3t (T.6.2.9)

T.6.2.9

godina	pretovar opreme (t)	povećanje pretovara opreme u odnosu na 1988.g. (%)
1988.-G2	19 900	0
1989.-G3	28 484	+ 43
1990.-G4	29 959	+ 51

- g) Uključivanje viljuškara iz klase nosivosti 3t u proces izvršenja manipulacija sa teretima za koje oni nisu definisani kao tehnološki element

6.2.4 "Normirani" koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije

U prethodnom dijelu su definisani glavni parametri uticaja na stepen usklađenosti trendova promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i obima pretovara u vremenu. Dalje razvijajući analizu, u ovom dijelu se prikazuju rezultati analize odnosa između tzv. "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara u posmatranom periodu.

"Normirani" koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se izračunava po sledećem obrascu:

$$K_n = T_{en}/T_u \quad (6.2.2)$$

gdje su: T_{en} – "normirano" efektivno angažovanje sredstava mehanizacije u posmatranom periodu;
 T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;

Parametar T_{en} se određuje na osnovu naredne relacije:

$$T_{en} = \sum_{i=1}^n t_{eni} \quad (6.2.3)$$

gdje su: t_{eni} – "normirano" efektivno vrijeme rada neophodno za pretovar "normirane" količine i-te vrste tereta
 $i = 1, 2, \dots, n$ – broj različitih tereta u posmatranom periodu;

Veličina t_{en} se, s obzirom na činjenicu da se norme rada definišu u odnosu na smjenu, definiše prema sledećoj jednačini:

$$t_{en} = \sum_{j=1}^m S_j t_{es} \quad (6.2.4)$$

gdje su: S_j – broj smjena potrebnih za pretovar određene količine tereta u datom periodu;
 t_{es} – "normirano" efektivno angažovanje sredstava u smjeni potrebno za ostvarenje precizirane norme rada;

Broj smjena se određuje na osnovu pretovarene količine i-te vrste tereta, Q_i , u određenom periodu i norme pretovara, N_i , tog tereta na sledeći način:

$$S_i = Q_i/N_i \quad (6.2.5)$$

Polazeći od podataka o pretovaru tereta pri čijim se manipulacijama koriste viljuškari nosivosti 3t (T.6.2.3), primjenjujući prethodno definisane relacije samo za terete za koje postoje definisane norme pretovara, u tačkama 1. i 2. koje slijede, definisane su vrijednosti "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja viljuškara nosivosti 3t po elementima analiziranog perioda.

1. Identifikacija tereta (i njihovog obima pretovara po godinama iz posmatranog perioda) pri čijim se manipulacijama koriste viljuškari nosivosti 3t i pri čijem pretovaru postoje definisane norme učinaka

T. 6.2.10

pojavi oblik tereta	pretovar tereta (t)				
	1987. - G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
blok	46 647	37 888	24 492	43 282	31 109
vez	65 450	51 690	60 494	45 607	57 745
sanduk	10 146	10 856	10 349	4 373	24 093
rolna	10 327	1 368	256	10 586	6 551
kotur	13 807	43 060	24 000	11 604	18 247
doboš	13 206	12 098	9 928	9 875	2 082
ukupno:	159 583	156 960	129 519	125 327	139 827

2. Definisanje časova rada sredstava na osnovu ostvarenog pretovara i normi rada

Polazeći od relacija (6.2.2) do (6.2.5), podataka o pretovaru tereta (T.6.2.10), težina jedinica tereta i definisanih normi pretovara [18], u tabeli T.6.2.11 je definisano vrijeme efektivnog angažovanja sredstava, pri pretovaru navedenih pojava oblika tereta, po elementima razmatranog vremenskog intervala.

T.6.2.11

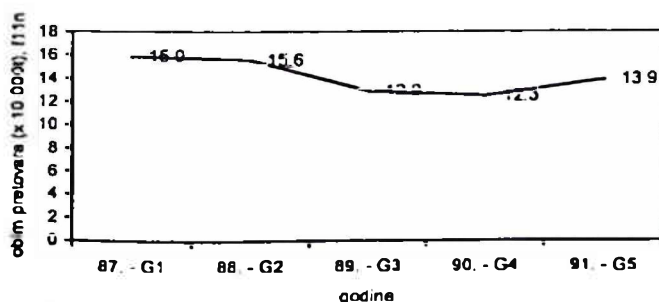
pojavi oblik tereta	vrijeme efektivnog angažovanja sredstava, T_{eff} (h)				
	1987. - G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
blok	1166,2	947,2	612,3	1082,1	777,7
vez	2708,3	2138,9	2503,2	1887,2	2389,4
sanduk	1148,6	1229	1171,6	495,1	2727,5
rolna	512,1	67,8	12,7	524,9	324,8
kotur	424,8	1324,9	738,5	357	561,4
doboš	231,3	211,9	173,9	173	36,5
ukupno:	6191,3	5919,7	5212,2	4519,3	6817,3

Moguće je, na osnovu podataka iz T.6.2.11 i ukupno raspoloživog vremena, T_u , po godinama, definisati vrijednosti "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (T.6.2.12)

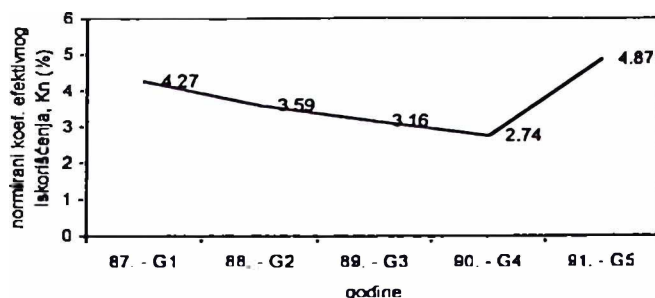
T.6.2.12

godina	1987. - G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
"normirani" koeficijent efektivnog iskorišćenja	4,27	4,23	3,86	3,13	9,10

Predstavljanjem podataka iz tabela T.6.2.10 (pretovar) i T.6.2.12 (koeficijent efektivnog iskorišćenja) na dijagramima dobija se (sl. 6.2.5 – promjena obima pretovara tereta pri čijem su pretovaru definisane norme rada u vremenu i sl. 6.2.6 – promjena "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu).



sl. 6.2.5



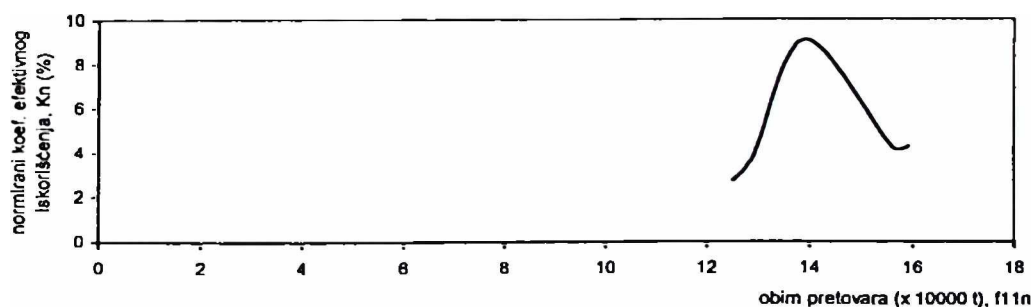
sl. 6.2.6

Očigledno je, sa datih dijagrama, da trend promjene "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava prati trend promjene pretovara tereta za koje su definisane norme rada. Na ovaj način je potvrđena adekvatnost sprovedenog postupka identifikacije parametara dejstva na stepen usklađenosti trendova analiziranih parametara (dio 6.2.3). Naime, usklađenost trendova promjene u vremenu, koja se javlja u slučaju "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, posledica je neutralizacije dejstva faktora uticaja koji uzrokuju analizirane neujednačenosti, odnosno, kada se posmatra "normirani" koeficijent efektivnog iskorišćenja:

- isključeno je dejstvo neujednačenih uslova rada, nejednake angažovanosti i obučenosti izvršilaca pri izvršenju manipulacija, tako što su pri normiranju uzeti u obzir "prosječni" uslovi rada;
- nije uzet u obzir pretovar tereta (tzv. "opreme"), za koje nisu definisane norme pretovara i koji zbog svojih karakteristika ne omogućavaju postizanje značajnijih količinskih učinaka u određenom vremenskom intervalu;
- podrazumijeva se da je manipulativna jedinica formirana u skladu sa definisanom tehnologijom rada;
- podrazumijeva se potpuna adekvatnost korišćenih sredstava mehanizacija i lučkih alata;
- učinak sa određenom vrstom tereta, u istom vremenskom intervalu (za koji je definisana norma rada), je uvijek isti;

6.2.4.1 Oblik zavisnosti "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od obima i strukture pretovara, $K_n = g(f_{11n})$

Na sl. 6.2.7, u koordinatnom sistemu $f_{11n} \text{ o } K_n$, je predstavljen odnos između vrijednosti "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K_n , i obima pretovara tereta pri čijem su pretovaru definisane norme rada, f_{11n} .



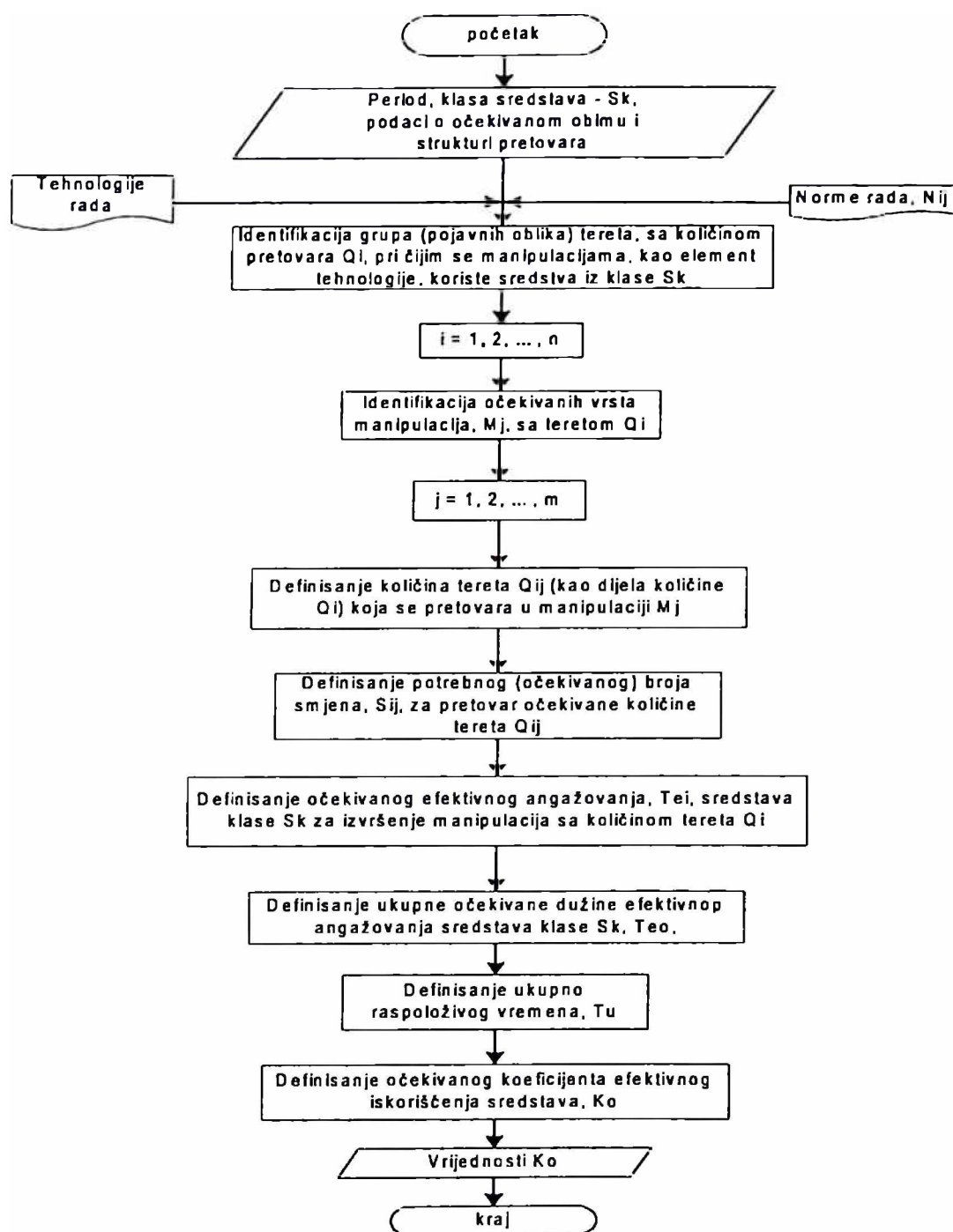
sl.6.2.7

Primjenom odgovarajuće matematičke procedure, detaljno predstavljene u Prilogu 4, utvrđena je korelacija između "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (klase viljuškara nosivosti 3t) i obima pretovara tereta pri čijem su pretovaru definisane norme rada.

$$K_n = 2.5 + 0.17f_{11n} \quad (6.2.6)$$

6.2.5 Očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije

Na osnovu očekivanog obima i strukture pretovara u narednom periodu, koristeći određene parametre koji figurišu u relacijama pri definisanju "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, moguće je odrediti tzv. očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije. Glavni elementi procedure definisanja očekivanog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, kao jednog od suštinski važnih ulaznih parametara procesa planiranja u lučkom poslovnom sistemu, prikazani su na sl.6.2.8



sl.6.2.8

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj grupa (pojava oblika) tereta pri čijim se manipulacijama, kao element tehnologije, koristi klasa sredstava S_k ;

$j = 1, 2, \dots, m$ – očekivani broj vrsta manipulacija sa teretom (pojavnim oblikom tereta) čija je količina pretovara Q_i ;

Primjenom navedene procedure, dobija se koeficijent efektivnog iskorišćenja klase sredstava. Potrebno je, međutim, naglasiti da, posebno u situacijama praćenim izrazitim varijacijama u obimu i strukturi pretovara, definisane vrijednosti očekivanog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava treba koristiti uz odgovarajući rizik greške. Osnovni parametri navedeni u proceduri određuju se na osnovu sledećih relacija:

- očekivani broj smjena potreban za pretovar količine tereta Q_i (dijela količine Q_i) u manipulacijama M_i

$$S_i = Q_i / N_{ij} \quad (6.2.7)$$

- očekivani broj smjena S_{oi} potreban za pretovar količine tereta Q_i

$$S_{oi} = \sum_{j=1}^m S_{ij} \quad (6.2.8)$$

- očekivani broj smjena S_o potreban za pretovar ukupne količine tereta pri čijim se manipulacijama koriste viljuškari iz klase nosivosti S_k

$$S_o = \sum_{i=1}^n S_{oi} \quad (6.2.9)$$

- očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava klase S_k u narednom periodu

$$T_{eo} = S_o \times t_{en} \quad (6.2.10)$$

gdje je: t_{en} – "normirana" dužina efektivnog angažovanja sredstava u smjeni.

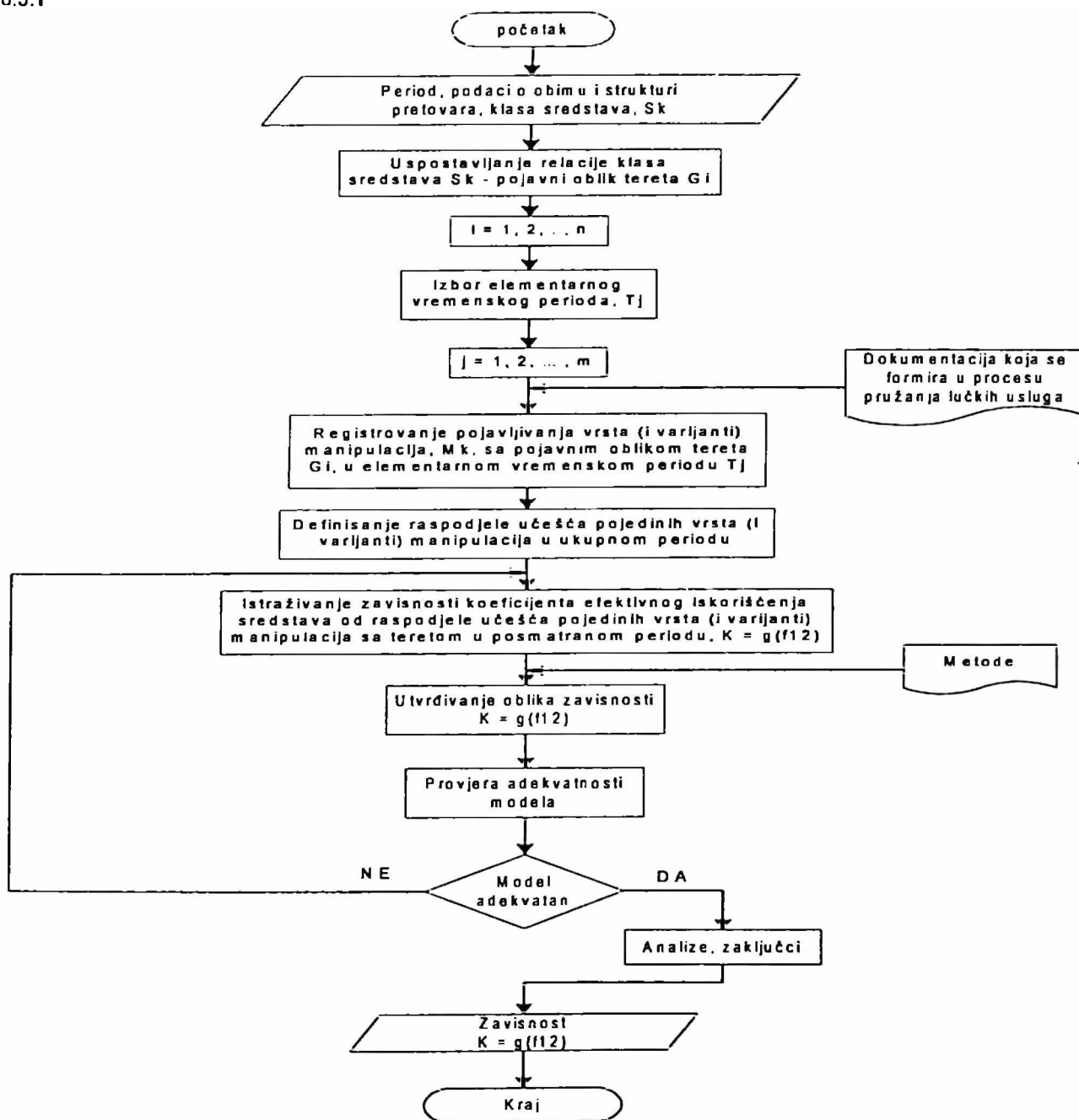
- očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava

$$K_o = T_{eo} / T_u \quad (6.2.11)$$

6.3 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – VRSTA MANIPULACIJE SA TERETOM, $K = g(f_{12})$

6.3.1 Procedura uspostavljanja zavisnosti $K = g(f_{12})$

Vrsta (i varijanta) manipulacije je jedan od osnovnih polaznih parametara za definisanje tehnologije rada sa teretom. Kako tehnologija izvršenja konkretnih zahtjeva korisnika usluga predstavlja suštinski važan element iz skupa "pokretača" procesa eksploatacije sredstava, jednostavno se izvodi zaključak o uticaju raspodjele vrsta (i varijanti) manipulacija, u određenom periodu, na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Vrsta (i varijanta) manipulacije determiniše vrstu i potreban broj sredstava za njeno izvršenje. Elementi procedure uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i raspodjele vrsta (i varijanti) manipulacija sa teretom prikazani su dijagramom toka na slici sl. 6.3.1



$i = 1, 2, \dots, n$ – broja pojava oblika tereta pri čijim se manipulacijama koriste sredstva klase S_k ;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj elementarnih vremenskih perioda u ukupno posmatranom vremenu T ;

$k = 1, 2, \dots, r$ – broj vrsta manipulacija sa teretom (pojavnim oblikom) tereta G_i ;

6.3.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{12})$

Primjenom procedure prikazane na sl. 6.3.1, ustanovljena je direktna veza između parametara koji reprezentuju učešće pojedinih vrsta (i varijanti) manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa određenim teretom (pojavnim oblikom tereta), u konkretnom periodu, i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u tom periodu. Rezultati analize su, u cilju povećanja stepena "ilustrativnosti", predstavljeni u pojednostavljenoj formi. Posmatrano je angažovanje viljuškara iz klase nosivosti 3t u manipulacijama sa aluminijskim blokovima (u intervalu G3 posmatranog perioda). Najprije je definisana raspodjela učešća vrsta manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa aluminijskim blokovima, zatim raspodjela dužina efektivnog angažovanja sredstava po manipulacijama da bi se, na kraju, precizirala međusobna zavisnost između raspodjele vrsta manipulacija i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava.

- raspodjela učešća vrsta manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa aluminijskim blokovima

T.6.3.1

r.b.	manipulacija	% učešće u ukupnom broju manipulacija
1.	kamion-skladište	71
2.	kamion-brod	1
3.	skladište-brod	28

- raspodjela dužina efektivnog angažovanja sredstava po manipulacijama

T.6.3.2

r.b.	manipulacija	(% učešće dužina efektivnog rada						
		1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h
1.	kamion-skladiste	12,6	36,6	25,3	16,9	8,4	-	-
2.	kamion-brod	-	-	-	-	100	-	-
3.	skladište-brod	-	3,2	9,6	19,3	35,5	6,4	25,8

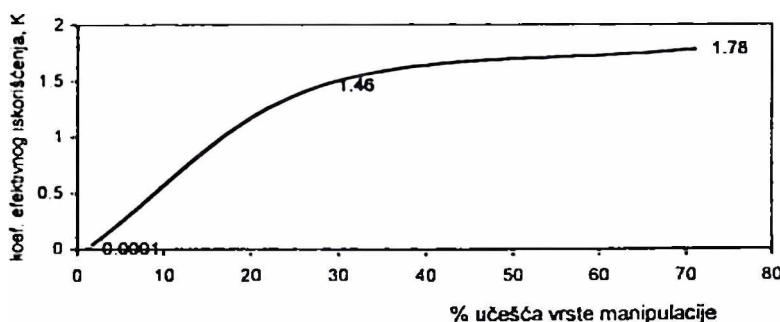
- međusobna zavisnost između raspodjele vrsta manipulacija i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava

Na osnovu podataka iz T.6.3.2, uzimjući u obzir i broj pojavljivanja karakterističnih dužina efektivnog rada u analiziranom periodu, mogu se definisati vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja klase sredstava, po pojedinim manipulacijama (T.6.3.3)

T.6.3.3

r.b.	manipulacija	koeficijent efektivnog iskorišćenja
1.	kamion-skladiste	$K_1 = 1,78$
2.	kamion-brod	$K_2 = 0,0001$
3.	skladište-brod	$K_3 = 1,46$

Povezivanjem podataka iz tabela T.6.3.1 i T.6.3.3 i njihovim predstavljanjem na dijagramu dobija se (sl. 6.3.2).



sl. 6.3.2

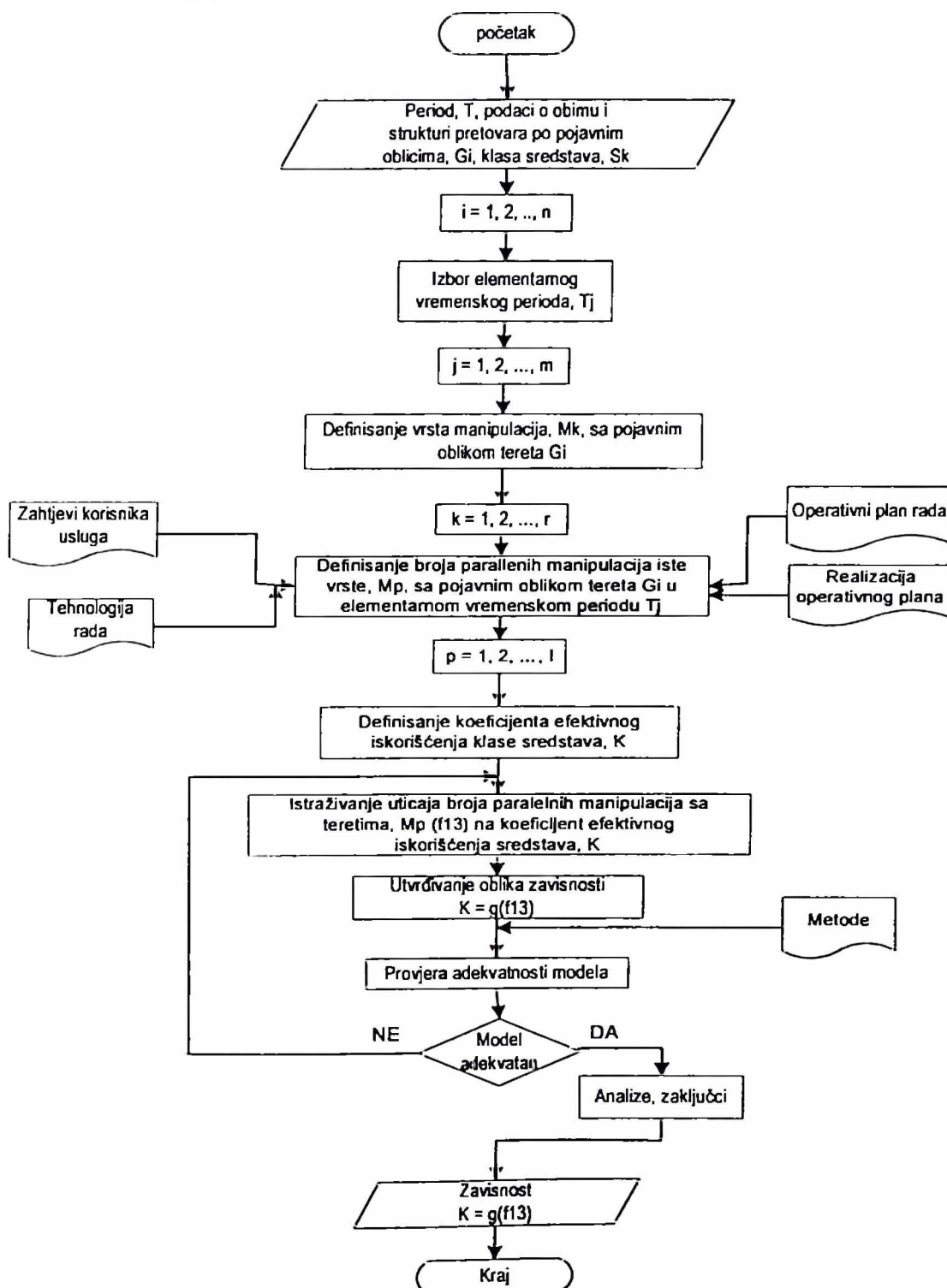
Primjenom metoda najmanjih kvadrata, identifikovan je oblik zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K , od raspodjele vrsta manipulacija u posmatranom periodu (relacija (6.3.1)). Procedura uspostavljanja analizirane zavisnosti i provjera adekvatnosti modela detaljno su predstavljene u Prilogu 6.

$$K = 0.32 + 0.023f_{12} \quad (6.3.1)$$

6.4 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – BROJ PARALELNIH MANIPULACIJA SA TERETOM, $K = g(f_{13})$

6.4.1 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{13})$

Broj paralelnih manipulacija sa teretom (pojavnim oblikom tereta), u datom vremenskom intervalu, određuje potreban broj sredstava odgovarajuće kategorije, koje je, na osnovu precizirane tehnologije, neophodno uključiti u proces rada i na taj način ispoljava direktan uticaj na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Procedura identifikacije zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od broja paralelnih manipulacija sa teretima prikazana je na sl. 6.4.1.



sl. 6.4.1

Oznake na sl. 6.4.1 imaju sledeće značenje:

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj pojavnih oblika tereta pri čijim se manipulacijama koriste sredstva klase S_k ;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj elementarnih vremenskih perioda u ukupno posmatranom vremenu T ;

$k = 1, 2, \dots, r$ – broj vrsta manipulacija sa teretom (pojavnim oblikom) tereta G_i ;

$p = 1, 2, \dots, l$ – broj paralelnih manipulacija istog tipa sa teretom (pojavnim oblikom tereta) G_i ;

6.4.2 Oblik zavisnosti $K = g(f_{13})$

Primjenom procedure predstavljene na sl. 6.4.1, na konkretnom objektu analize, može se isluštovati karakter uticaja broja paralelnih manipulacija sa određenim teretom (pojavnim oblikom tereta) na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije. Analiziran je uticaj broja paralelnih manipulacija sa koilsevima, u određenom periodu, na koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 25 t (koji su element tehnologija izvršenja predmetnih manipulacija). Raspodjela učešća vrsta manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa koilsevima u posmatranom periodu prikazana je u T.6.4.1.

T.6.4.1

manipulacija	vagon-skladište	kamion-skladište	skladište-brod	vagon-brod
(%) učešće u ukupnom broju manipulacija u posmatranom periodu	51,26	0,52	48,02	0,20

Podaci kojima se ilustruje raspodjela broja paralelnih manipulacija u posmatranom periodu dati su u T.6.4.2

T.6.4.2

kombinacija manipulacija	V-S	V-S (2x)	V-S + S-B	V-S (2x) + S-B	V-S + S-B (2x)	S-B	S-B (2x)	S-B (3x)	V-B	K-S
% učešće	26,99	11,02	18,19	3,28	4,12	5,36	3,9	0,24	0,25	0,51

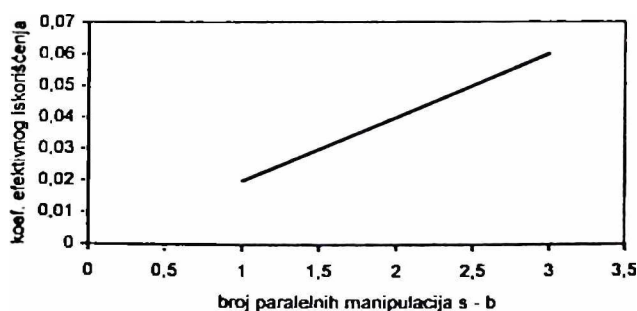
oznake u tabeli T. 6.4.2 predstavljaju:

V – vagon; B – brod; S – skladište; K – kamion;

Usmjeravajući pažnju na manipulaciju skladište – brod, pod pretpostavkama da se primjenjuje varijanta manipulacije sa jednim viljuškarom nosivosti 25t i da je vrijeme efektivnog angažovanja jednako (i da iznosi $T_{en} = 6h$ – "normirano" vrijeme efektivnog angažovanja), može se, u odnosu na period od šest mjeseci, ustanoviti uticaj povećanja broja paralelnih manipulacija sa teretom na koeficijent efektivnog iskorišćenja klase sredstava (T.6.4.3 i sl. 6.4.2).

T.6.4.3

broj paralelnih manipulacija s - b	1	2	3
koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara	0,02	0,04	0,06



sl. 6.4.2

Zavisnost $K = f(f_{13})$, definisana primjenom metoda najmanjih kvadrata, ima sledeći oblik.

$$K = 0,02f_{13} \quad (6.4.1)$$

Postupak definisanja zavisnosti, određene relacijom (6.4.1), je prikazan u Prilogu 7.

6.5 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – STEPEN ADEKVATNOSTI PROPISANIH TEHNOLOGIJA RADA SA STANOVIŠTA SREDSTAVA MEHANIZACIJE, $K = g(f_{21})$

Tehnologijom rada se, kao što je prethodno navedeno, definišu svi elementi izvršenja konkretne manipulacije sa teretom (lučke usluge). Sa stanovišta lučke mehanizacije, kao jednog od elemenata tehnologije rada, njome se preciziraju:

- vrsta sredstava mehanizacije (portalna dizalica, viljuškar, ...);
- klasa sredstava mehanizacije (viljuškar nosivosti 2t, portalna dizalica nosivosti 5t, ...);
- tip sredstava mehanizacije (tip grane, ...);
- broj sredstava mehanizacije konkretne kategorije, koje je neophodno uključiti u proces izvršenja manipulacije sa teretom (lučke usluge) u cilju efikasnog izvršenja svih faza manipulacije;

Stepen adekvatnosti propisane tehnologije rada se može posmatrati sa različitih aspekata. U odnosu na sredstvo mehanizacije, stepen adekvatnosti predstavlja mjeru usklađenosti polaznih parametara za njeno definisanje i parametara koji određuju sredstvo kao tehnološki element. Matematička formulacija stepena adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na sredstva lučke mehanizacije je data sledećom jednačinom:

$$A_s = \prod_{i=1}^n a_i \quad (6.5.1)$$

gdje su: a_i – parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada sa aspekta sredstava mehanizacije;
 $i = 1, 2, \dots, n$ – broj podloga za definisanje sredstva mehanizacije kao elementa tehnologije izvršenja određene manipulacije sa teretom;

Glavne podloge za definisanje sredstva mehanizacije kao elementa tehnologije izvršenja manipulacije sa konkretnim teretom (pojavnim oblikom tereta) su:

- karakteristike tereta (manipulativne jedinice), p_1 ;
- vrsta (i varijanta) manipulacije sa teretom, p_2 ;
- karakteristike transportnih sredstava, p_3 ;
- karakteristike objekata infrastrukture, p_4 ;
- karakteristične faze izvođenja manipulacije sa teretom, p_5 ;

Uzimajući u obzir prethodno identifikovane podloge, mogu se precizirati odgovarajući parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na sredstva mehanizacije:

- a_1 – parcijalni stepen adekvatnosti propisane tehnologije rada, sa aspekta sredstva mehanizacije, u odnosu na karakteristike tereta;
- a_2 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na vrstu manipulacije sa teretom;
- a_3 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristike transportnih sredstava;
- a_4 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristike objekata infrastrukture;
- a_5 – parcijalni stepen adekvatnosti tehnologije rada u odnosu na karakteristične faze izvođenja manipulacija sa teretom;

Parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada se, takođe, mogu izraziti pomoću parcijalnih pokazatelja adekvatnosti nižeg nivoa na sledeći način:

$$a_i = \prod_{j=1}^m a_{ij} \quad (6.5.2)$$

gdje su: a_{ij} – parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada (sa aspekta sredstva mehanizacije) nižeg nivoa;
 $j = 1, 2, \dots, m$ – broj parametara koji određuju podlogu i za definisanje sredstva mehanizacije kao elementa tehnologije rada;

U daljem dijelu će se, analizom vrijednosti izabranih parcijalnih stepena adekvatnosti tehnologija rada, odgovarajućeg nivoa (u odnosu na karakteristike tereta i u odnosu na karakteristike sredstava transporta), ukazati na "mehanizam" dejstva stepena adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstva mehanizacije, na koeficijent njihovog efektivnog iskorišćenja. Naime, pri analizi modela koji determiniše uključivanje sredstava mehanizacije u proces rada, istaknuta je uloga tehnologije rada kao jedne od suštinski važnih osnova funkcionisanja pomenutog modela. Činjenica da tehnologija rada ima izrazito važnu ulogu u uključivanju sredstava mehanizacije u proces rada, determiniše njeno direktno dejstvo na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava.

U narednim tabelama je, po pojedinim teretima (pojavnim oblicima tereta), prikazan uticaj težine manipulativne jedinice, dimenzija manipulativne jedinice i karakteristika transportnog sredstva na izbor sredstva mehanizacije (viljuškara), kao tehnološkog elementa, kao i promjena vrijednosti odnosnih parcijalnih stepena adekvatnosti tehnologije rada.

Parcijalni stepeni adekvatnosti tehnologije rada, posmatranog nivoa, definisani su na sledeći način:

$$a_{11} = (\text{težina manipulativne jedinice (t)}) / (\text{nosivost sredstva (t)}) \quad (6.5.3)$$

Raspon vrijednosti parametra a_{11} je: $0 < a_{11} < 1$.

$$a_{13} = (\text{položaj težišta manipulativne jedinice (mm)}) / (\text{dužina viljuški viljuškara (mm)}) \quad (6.5.4)$$

Raspon vrijednosti parametra a_{12} je: $0 < a_{12} < 1$.

$$a_{31} = (\text{visina broskog skladišta (visina skladištenja u brodu) (mm)}) / (\text{visina dizanja viljuškara (mm)}) \quad (6.5.5)$$

Raspon vrijednosti parametra a_{31} je: $0 < a_{31} < 1$.

U T.6.5.1 su prikazane vrijednosti parcijalnog stepena adekvatnosti tehnologije rada a_{11} za izabrane vrste tereta i odgovarajuće vrste manipulacija. Kriterijum za definisanje sredstva (S_k), kao elementa tehnologije rada, na osnovu težine manipulativne jedinice je:

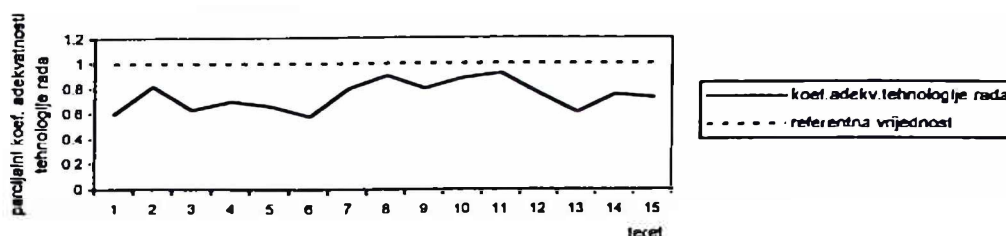
$$S_k > p_{12} \quad (6.5.6)$$

Na osnovu navedenog uslova, kao element tehnologije izvršenja određene manipulacije sa konkretnim teretom definiše se sredstvo iz prve veće raspoložive klase nosivosti u odnosu na težinu manipulativne jedinice.

T.6.5.1

r.b.	vrsta tereta, p_{11}	vrsta manipulacije, p_{12}	težina MJ (t), p_{12}	klasa nosiv. sredstva (t), S_k	a_{11}	a_{11}
1.	paketi do 30 kg	brod – skladište	1,2	2	0,60	0,60
		brod – kamion	1,2	2	0,60	
		skladište – kamion	1,2	2	0,60	
2.	aluminijски blokovi	brod – skladište	3,9	5	0,78	0,82
		kamion – skladište	2,6	3	0,86	
3.	vrećarija 45-80 kg	brod – skladište	1,25	2	0,63	0,63
		skladište – kamion	1,25	2	0,63	
4.	vezovi 500 – 1500 kg	kamion – skladište	2,1	3	0,70	0,70
		skladište – brod	2,1	3	0,70	
5.	paletizovani teret	brod – skladište	1	1,5	0,66	0,66
		skladište – kamion	1	1,5	0,66	
6.	balirana grada	kamion – skladište	1	2	0,50	0,58
		skladište – brod	2	3	0,66	
7.	traka (koils)	vagon – skladište	20	25	0,80	0,80
		kamion – skladište	20	25	0,80	
		skladište – brod	20	25	0,80	
8.	vezovi čeličnih gredica	brod – skladište	4,5	5	0,90	0,90
		skladište – kamion	4,5	5	0,90	
9.	cijevi – vezovi	kamion – skladište	4	5	0,80	0,80
		skladište – brod	4	5	0,80	
10.	limovi – paketi	vagon – skladište	12	13	0,92	0,88
		skladište – brod	5	6	0,83	
11.	limovi – vezovi	vagon – skladište	12	13	0,92	0,92
		skladište – brod	12	13	0,92	
12.	vagani	vagon – skladište	19	25	0,76	0,76
		skladište – brod	19	25	0,76	
13.	kablovi	vagon – skladište	8	13	0,61	0,61
		skladište – brod	8	13	0,61	
14.	vozila u djelovima (u sanduku)	vagon – skladište	1,5	2	0,75	0,75
		kamion – skladište	1,5	2	0,75	
		skladište – brod	1,5	2	0,75	
15.	kontejner	brod – skladište	30,5	42	0,73	0,73
		skladište – kamion	30,5	42	0,73	

Ukoliko se vrijednosti a_{11} predstave na dijagramu (u odnosu na maksimalnu moguću vrijednost ($a_{11} = 1$) (sl. 6.5.1), može se utvrditi intenzitet uticaja težine manipulativne jedinice na izbor sredstva kao tehnološkog elementa.



sl. 6.5.1

Niske vrijednosti parametra a_{11} su posljedica činjenice da se sredstva definišu na osnovu kriterijuma (6.5.6), po kome se kao element tehnologije izvršenja manipulacije sa određenim teretom, kako je, inače, već navedeno, određuje sredstvo iz prve veće raspoložive klase nosivosti u odnosu na težinu manipulativne jedinice. Na slici 6.5.1, vrijednosti a_{11} su sistematizovane po teretima (brojevi su usklađeni sa vrstama tereta pobrojanim u T.6.5.1). Postoji, naravno, i mogućnost njihovog strukturiranja prema drugim različitim kriterijumima. Vrijednosti parametra a_{11} određene na osnovu relacije (6.5.3) i uslova (6.5.6) su, uzimajući u obzir raspoloživa sredstva mehanizacije, optimalne. Odstupanjem od uslova (6.5.6), u smislu toga da se izabere sredstvo iz neke druge klase nosivosti (po pravilu veće), utiče se na smanjenje vrijednosti parcijalnog stepena adekvatnosti tehnologije rada a_{11} . Ta promjena vrijednosti veličine a_{11} , koja, pri nepromijenjenoj vrijednosti težine manipulativne jedinice, ustvari, odražava promjenu parametara koji određuju sredstvo kao tehnološki element (najčešće: klasa i tip sredstva), respektujući pomenutu činjenicu da tehnologija rada predstavlja jednu od ključnih osnova za uključivanje sredstva u proces eksploatacije, ispoljava dejstvo na koeficijent efektivnog iskorišćenja određene kategorije sredstava (S_k).

Uticaj promjenljive a_{11} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se može ilustrovati na sledeći način. Neka su za posmatrane slučajeve određene vrijednosti a_{11} date u tabeli T.6.5.2.

T.6.5.2

r.b.	Izabrana kategorija sredstva na osnovu uslova $S_k > p_{12}$	a_{11}
1.	S_{k1}	a_{11}^1
2.	S_{k2} ($S_{k2} > S_{k1}$)	a_{11}^2 ($a_{11}^2 < a_{11}^1$)
3.	S_{k3} ($S_{k3} > S_{k2}$)	a_{11}^3 ($a_{11}^3 < a_{11}^2$)

Pri vrijednosti a_{11}^1 , uz adekvatnu primjenu modela uključivanja sredstava u proces eksploatacije, stvoreni su uslovi da sredstva iz kategorije S_{k1} ostvare određenu vrijednost koeficijenta efektivnog iskorišćenja. Promjenom vrijednosti na a_{11}^2 , sredstva iz kategorije S_{k2} ostvaruju odgovarajući stepen efektivnog iskorišćenja, a pri vrijednosti a_{11}^3 samo sredstva iz kategorije S_{k3} ispunjavaju preduslove da ostvare određenu vrijednost koeficijenta efektivnog iskorišćenja. Postupno se, dakle, izvela direktna korelacija između vrijednosti parcijalnog stepena adekvatnosti tehnologije rada a_{11} i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Tačnije, prikazanom analizom, ilustrovan je "mehanizam," dejstva parametra a_{11} na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja.

Prethodna razmatranja su se, u osnovi, odnosila na uticaj koji težina manipulativne jedinice ima na izbor sredstva mehanizacije kao elementa tehnologije rada. Već je ukazano da adekvatnost tehnologije rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, podrazumijeva respektovanje brojnih uticajnih faktora. Značajno je, zato, uključiti u analizu i dejstvo još nekih izabranih faktora uticaja. Posmatraju se, kao primjer, tereti iz tabele T.6.5.1 pod rednim brojem 6 (balirana građa) i 15 (vozila u djelovima – upakovana u sanducima). Analizira se uticaj položaja težišta manipulativne jedinice i potrebna visina skladištenja (dizanja) na izbor sredstva kao elementa tehnologije rada (T.6.5.3), a zatim i vrijednosti odgovarajućih parcijalnih stepena adekvatnosti propisane tehnologije rada (određenih na osnovu relacija (6.5.4) i (6.5.5)) sa stanovišta sredstava mehanizacije (T.6.5.4)

T.6.5.3

r.b.	vrsta tereta, p_{11}	vrsta manip., p_{21}	težina MJ (t), p_{12}	položaj težišta MJ (mm), p_{11}	visina broskog skladišta (mm), p_{21}	klasa nosivosti sredstva		
						S_{k1} (p_{12})	S_{k2} (p_{12})	S_{k3} (p_{12})
1.	balirana građa	kamion – skladište	1	500	-	2	3	-
		skladište – brod	2	500	8000	3	3	5
2.	vozila u djelovima	vagon – skladište	1,5	750	-	2	5	-
		kamion – skladište	1,5	750	-	2	5	-
		skladište – brod	1,5	750	8000	2	5	5

T.6.5.4

r.b.	vrsta tereta, p_{11}	vrsta manip., p_{21}	klasa nosivosti sredstva			parcijalni stepeni adekvat. tehnol.rada		
			$S_{k1} (p_{12})$	$S_{k2} (p_{13})$	$S_{k3} (p_{21})$	$a_{11} (p_{12})$	$a_{13} (p_{13})$	$a_{21} (p_{21})$
1.	balirana grada	kamion – skladište	2	3	-	0,50	0,50	-
		skladište – brod	3	3	5	0,66	0,50	0,63
2.	vozila u djelovima	vagon – skladište	2	5	-	0,75	0,63	-
		kamion – skladište	2	5	-	0,75	0,63	-
		skladište – brod	2	5	5	0,75	0,63	0,63

Mogu se, sada, uzimajući u obzir posmatrane faktore uticaja, definisati odgovarajući ukupni koeficijenti adekvatnosti tehnologije rada. Koristeći kao polazište relaciju (6.5.2), dobija se (T.6.5.5):

T.6.5.5

r.b.	vrsta tereta, p_{11}	vrsta manip., p_{21}	parcijalni stepeni adekvatn. tehnologije rada			"ukupni" stepen adekv. tehnologije rada	
			$a_{11} (p_{12})$	$a_{13} (p_{13})$	$a_{21} (p_{21})$	a_1	a_2
1.	balirana grada	kamion – skladište	0,50	0,50	-	0,25	-
		skladište – brod	0,66	0,50	0,63	0,33	0,63
2.	vozila u djelovima	vagon – skladište	0,75	0,63	-	0,47	-
		kamion – skladište	0,75	0,63	-	0,47	-
		skladište – brod	0,75	0,63	0,63	0,47	0,63

Na osnovu izvršenih analiza, kao element tehnologije se definiše sredstvo mehanizacije koje proizilazi iz uslova:

$$S_k = \max (S_{k1}, S_{k2}, S_{k3}) \quad (6.5.7)$$

Uopštavajući razmatranja, slijedi da se sredstvo mehanizacije, kao element tehnologije rada, definiše na osnovu sledećeg kriterijuma:

$$S_k = \max (S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{ki}, \dots, S_{kn}) \quad (6.5.8)$$

gdje su: $S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{ki}, \dots, S_{kn}$ – kategorije sredstava definisane po osnovu faktora uticaja $i = 1, 2, \dots, n$.

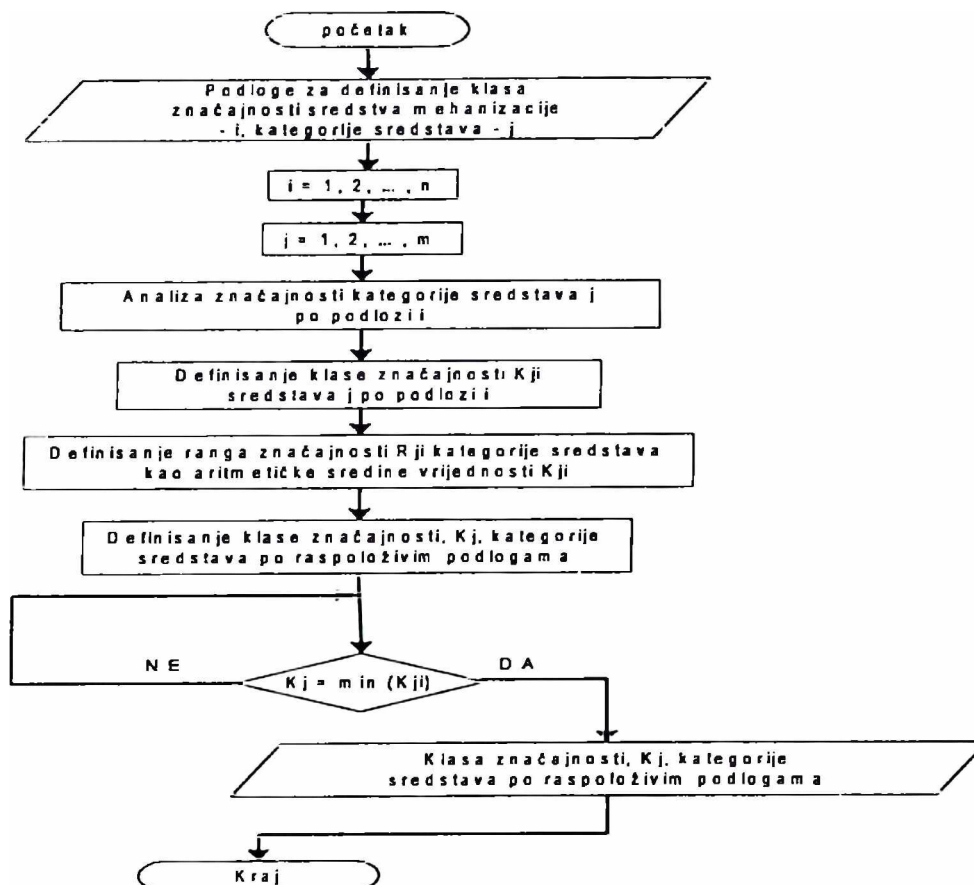
Na osnovu relacije (6.5.8) se može izvršiti identifikacija faktora koji ispoljava najintenzivnije dejstvo na izbor sredstava lučke mehanizacije. Analognim postupkom kao u slučaju parcijalnog koeficijenta adekvatnosti tehnologije rada a_{11} , može se utvrditi priroda uticaja i ostalih koeficijenata adekvatnosti tehnologije rada (parcijalnih i ukupnih), sa stanovišta sredstava mehanizacije, na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava.

6.6 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – ZNAČAJNOST SREDSTAVA U PROCESU RADA, $K = g(f_{22})$

6.6.1 Identifikacija klasa značajnosti sredstava

6.6.1.1 Procedura identifikacije klasa značajnosti sredstava

Procedura definisanja klasa značajnosti sredstava mehanizacije prikazana je na slici sl. 6.6.1.



sl. 6.6.1

Prema predloženom pristupu, klasa značajnosti kategorije sredstava određuje se na osnovu klasa značajnosti po pojedinim podlogama. Prikazana procedura omogućava analizu značajnosti sredstava na različitim nivoima klasifikacije: u odnosu na grupu, vrstu, klasu ili tip sredstava. Pojedine od njenih faza su složene i realizuju se kroz više sukcesivnih koraka, primjenjujući, pri tome, odgovarajuće metode na osnovu kojih se podaci sistematizuju, analiziraju, predstavljaju u pogodnoj formi i izvođa određeni zaključci.

Neophodno je istaći da se klase značajnosti sredstava, posebno u univerzalnim lukama sa izrazito promjenljivom strukturom pretovara u vremenu, mijenjaju u zavisnosti od upravljačkog ciklusa na koji se odnose.

Opšti aspekti značajnosti sredstava lučke mehanizacije detaljnije su analizirani u poglavlju Rada 1.3 *Sredstva lučke mehanizacije, opšti aspekti značajnosti*. Potrebno je naglasiti da definisanje klasa značajnosti sredstava spada u značajnije upravljačke procese u lučkom poslovnom sistemu i da rezultat njegove realizacije treba da bude tačno određenje prioriternih kategorija (vrsta, klasa, tipova) sredstava. Pod prioriternom kategorijom sredstava podrazumijevaju se sredstva sa suštinskim značajem za odvijanje osnovnog procesa rada. Podloge za definisanje značajnosti sredstava mehanizacije su brojne. Ističu se osnovne:

a) Raspodjela zahtjeva korisnika usluga

Glavi parametri koji oslikavaju raspodjelu zahtjeva korisnika usluga u određenom vremenskom intervalu su:

- ostvareni obim i struktura pretovara po glavnim grupama tereta, po pojavnim oblicima tereta i po vrstama tereta;
- raspodjela vrsta i varijanti manipulacija sa teretima;
- raspodjela broja paralelnih manipulacija sa teretom;

b) Tehnologije izvođenja manipulacija sa teretima

Proces izvođenja manipulacija sa teretima u potpunosti je određen odgovarajućom tehnologijom rada. Ključni elementi modela definisanja tehnologija rada (na primjeru modela razvijenom u Luci Bar) izloženi su u dijelu 1.4.3 *Tehnološka priprema rada*. Naglašeno je, tom prilikom, da tehnologija rada, pored ostalih važnih elemenata, sadrži i potpuno određenje sredstava mehanizacije koja se koriste pri izvršenju odnosne usluge.

c) Rezultati analize ugovorenih (i potencijalnih) poslova

Analizom ugovora sa stanovišta parametara koji određuju predmetnu lučku uslugu i povezivanjem tih podataka sa odgovarajućim tehnologijama rada, definišu se klase značajnosti sredstava. Razmatranja treba da obuhvate i poslove koji potencijalno mogu biti predmet procesa pružanja lučkih usluga.

Prethodno su, kako je već naglašeno, prikazane osnovne podloge za određivanje klasa značajnosti sredstava mehanizacije. U zavisnosti od zahtjevanog nivoa detaljnosti analize, mogu se definisati i brojne dodatne (izvedene) podloge.

6.6.1.2 Klase značajnosti sredstava mehanizacije

Nakon razrade procedure definisanja klasa značajnosti sredstava mehanizacije i identifikacije osnovnih podloga za sprovođenje tog procesa, prikazuju se rezultati analize značajnosti pojedinih klasa unutar posmatrane populacije viljuškara. Korišćene su, pri tome, dvije iz grupe osnovnih podloga:

- raspodjela zahtjeva korisnika usluga u određenom periodu, koju adekvatno reprezentuje obim i struktura pretovara u tom periodu;
- propisane tehnologije rada;

a) Klase značajnosti sredstava na osnovu raspodjele zahtjeva korisnika usluga u određenom periodu

Kao polazni parametar ove faze analize koristi se obim i struktura pretovara u periodu 1987. – 1991.g. Suština analize je u definisanju prioriternih klasa sredstava pri izvršenju manipulacija sa prioriternim grupama tereta (sa dominantnim učešćem u ukupnom pretovaru). Koristeći rezultate analiza sprovedenih u dijelu 5. *Izbor objekta istraživanja*, može se konstatovati da prioriternu grupu tereta sačinjavaju tereti čiji su pojavni oblici *vez i coils*, dok su klase značajnosti viljuškara definisane na osnovu ove podloge date u narednoj tabeli (T.6.6.1).

T.6.6.1

klasa nosivosti viljuškara, B_i , (t)	klasa značajnosti klase sredstava B_i po podlozi $i = 1$, B_{i1}
2	$B_{11} = 4$
3	$B_{21} = 1$
5	$B_{31} = 2$
25	$B_{41} = 3$

b) Klase značajnosti sredstava na osnovu propisanih tehnologija rada

U cilju definisanja klasa značajnosti po ovoj podlozi, analiziran je uzorak od 182 tehnoloških postupka sa generalnim teretima [63], [64], [68] sa aspekta definisanih sredstava mehanizacije. Ustanovljeno je sledeće (T.6.6.2):

T.6.6.2

klasa nosivosti viljuškara, B_i , (t)	klasa značajnosti klase sredstava B_i po podlozi $i = 2$, B_{i2}
2	$B_{12} = 4$
3	$B_{22} = 1$
5	$B_{32} = 2$
25	$B_{42} = 3$

c) Klase značajnosti sredstava po raspoloživim podlogama

Objedinjavajući rezultate iz tabela T.6.6.1 i T.6.6.2, dobija se (T.6.6.3):

T.6.6.3

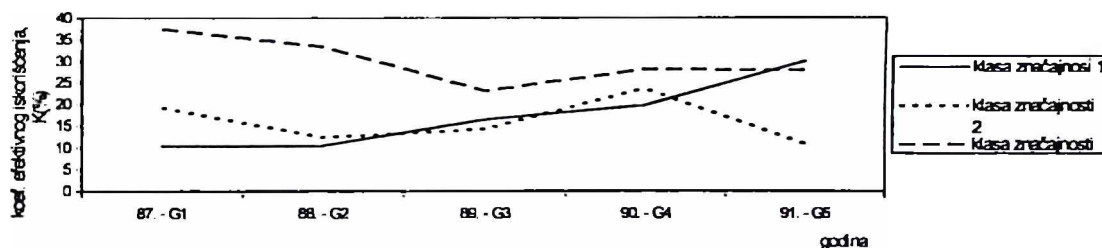
klasa nosivosti viljuškara, B_i , (t)	klasa značajnosti, B_i		rang značajnosti, R_i	klasa značajnosti, B_i
2	$B_{11} = 4$	$B_{12} = 4$	$R_1 = 4$	$B_1 = 4$
3	$B_{21} = 1$	$B_{22} = 1$	$R_2 = 1$	$B_2 = 1$
5	$B_{31} = 2$	$B_{32} = 2$	$R_3 = 2$	$B_3 = 2$
25	$B_{41} = 3$	$B_{42} = 3$	$R_4 = 3$	$B_4 = 3$

6.6.1.3 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava mehanizacije prioritetnih klasa značajnosti

Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava prioritetnih klasa značajnosti prikazani su u tabeli T.6.6.4, odnosno na dijagramu na slici sl. 6.6.2.

T.6.6.4

godina	koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prioritetnih klasa značajnosti (%)		
	Kl. značajnosti - 1	Kl. značajnosti - 2	Kl. značajnosti - 3
1987. - G1	10,3	19,1	37,5
1988. - G2	10,5	12,4	33,4
1989. - G3	16,5	14,2	23
1990. - G4	19,7	23,6	27,9
1991. - G5	29,9	10,9	27,8



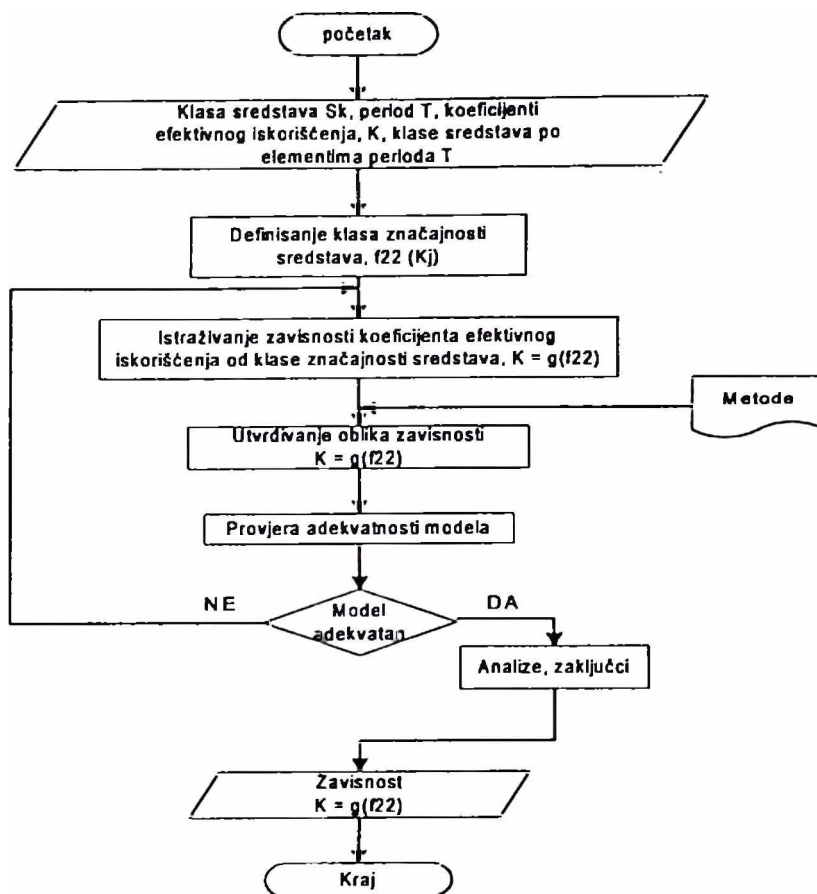
sl. 6.6.2

Prezentirani podaci pokazuju da sredstva najviših klasa značajnosti "ne moraju" istovremeno imati i najveći koeficijent efektivnog iskorišćenja. Osnovni faktori od kojih zavisi nivo usklađenosti između vrijednosti analiziranih parametara (klasa značajnosti sredstava i koeficijenta efektivnog iskorišćenja) su:

- karakter podloga na osnovu kojih se definišu klase značajnosti sredstava;
- intenzitet zahtjeva za pružanjem usluga (u kojima se određena kategorija sredstava pojavljuje kao tehnološki element) u datom periodu;
- broj sredstava u klasi;
- broj sredstava u statusu "u radu";

6.6.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{zz})$

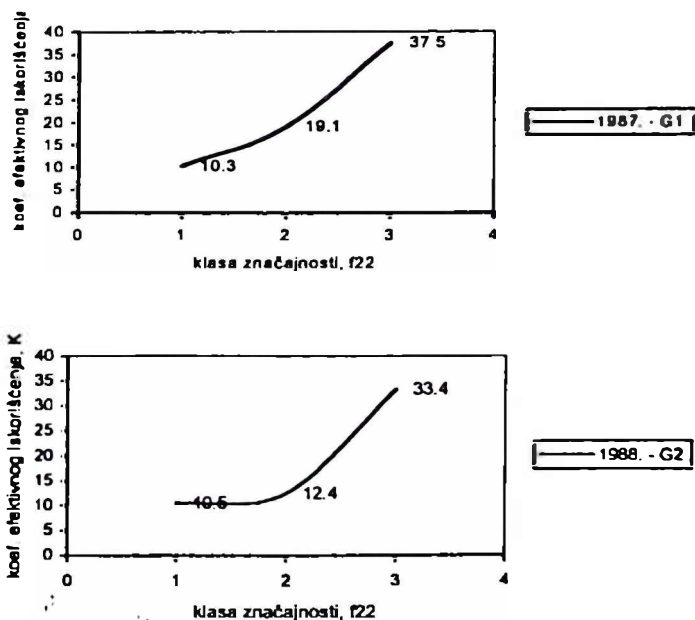
Procedura definisanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i klase njihove značajnosti prikazana je dijagramom toka na slici sl. 6.6.3.

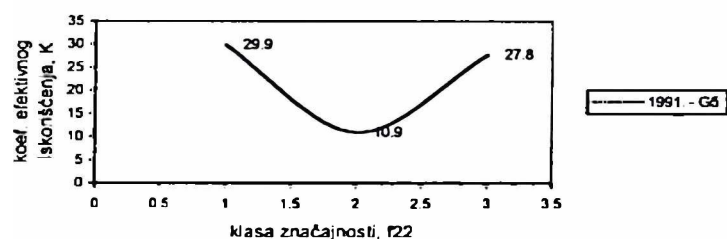
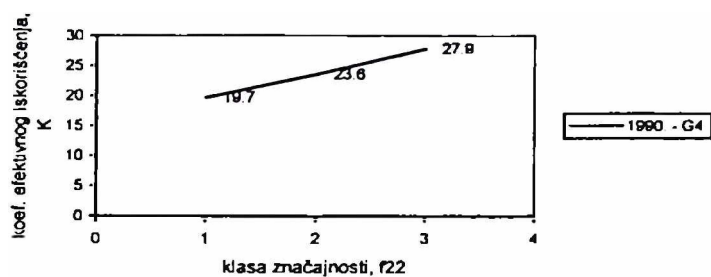
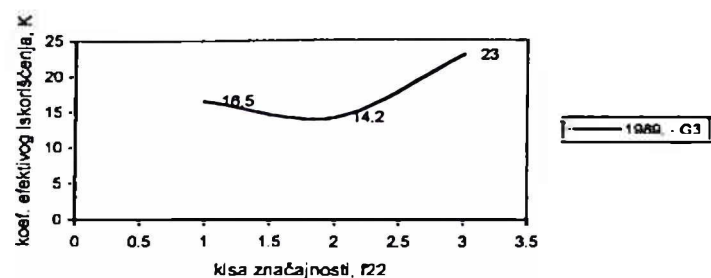


sl. 6.6.3

10.6.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{22})$

Prikazujući podatke iz tabele T.6.6.4 na dijagramu dobija se (sl. 6.6.4).





sl. 6.6.4

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, na osnovu podataka iz T.6.6.4 i grafika sa sl. 6.6.4, uspostavljena je, po godinama iz posmatranog perioda, korelacija između koeficijenta efektivnog iskoriscenja i klase značajnosti sredstava. Relacije su prezentirane u T.6.6.5, dok je sprovedena procedura i provjera adekvatnosti modela detaljno prikazana u Prilogu 9.

T.6.6.5

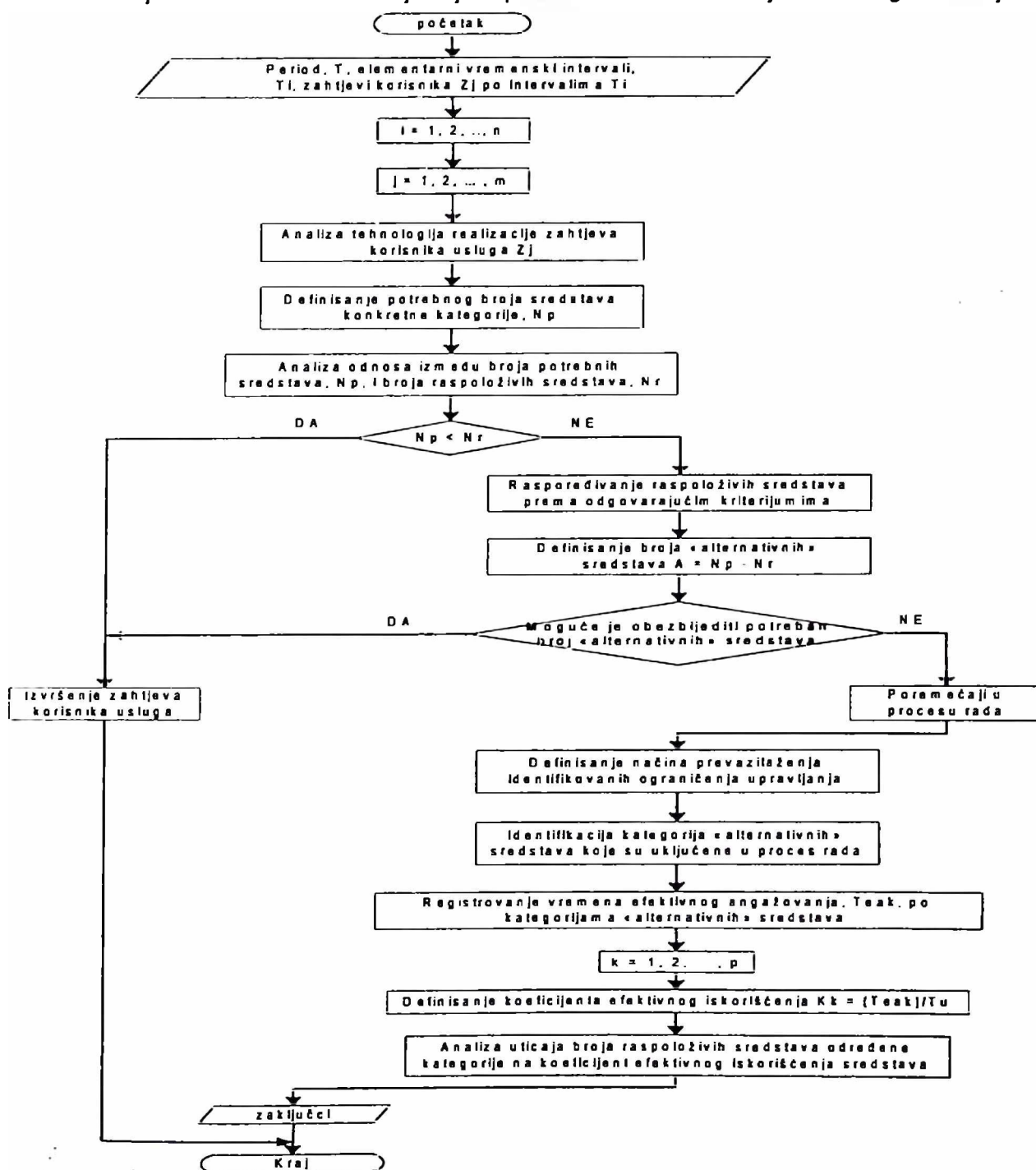
godina	zavisnost $K = g(f_{22})$
1987. – G1	$K = -6,5 + 14,2 f_{22}$
1988. – G2	$K = -6,29 + 12,26 f_{22}$
1989. – G3	$K = 7,5 + 4,7 f_{22}$
1990. – G4	$K = 7,62 + 7,07 f_{22}$
1991. – G5	$K = 6,41 + 5,91 f_{22}$

6.7 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA

KATEGORIJE S_K – BROJ RASPOLOŽIVIH SREDSTAVA KATEGORIJE S_{K+1} , $K = g(f_{31})$

6.7.1 Identifikacija "mehanizma" dejstva broja raspoloživih sredstava kategorije S_{K+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_K

Uticaj broja raspoloživih sredstava kategorije S_{K+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_K dolazi do izražaja u upravljačkim okolnostima okarakterisanim nedovoljnim raspoloživim brojem sredstava kategorije S_{K+1} (definisane tehnologijom izvršenja određene usluge). Najčešće se to javlja u zoni izrazito povećanog broja zahtjeva za paralelnim izvršenjem analognih manipulacija (sa istim ili srodnim pojavnim oblicima tereta). Redosled upravljačkih radnji u situacijama kada se, na osnovu zahtjeva korisnika usluga i odnosnih tehnologija rada, ne raspolaže sa dovoljnim brojem sredstava konkretne kategorije, prikazan je dijagramom toka na sl. 6.7.1. Na osnovu prikazane procedure se može izvršiti identifikacija osnova "mehanizma" uticaja broja raspoloživih sredstava na koeficijent efektivnog iskorišćenja.



sl. 6.7.1

Oznake na sl. 6.7.1 predstavljaju:

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj elementarnih vremenskih intervala u okviru perioda T ;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj zahtjeva korisnika usluga u posmatranom elementarnom vremenskom periodu;

N_i – broj raspoloživih sredstava određene kategorije;

Konkretizujući elemente navedene procedure na izabranom objektu analize - manipulacijama sa koilsevima u periodu januar–avgust 1991.g., može se izvršiti ilustracija karaktera dejstva broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k . Analiza je sprovedena kroz sledeće faze:

1 Analiza učešća broja smjena u kojima je bilo manipulacija sa koilsevima u ukupnom broju smjena u posmatranom periodu

T.6.7.1

mjesec	broj radnih smjena	% smjena u kojima je bilo manipulacija sa koilsevima
januar	63	73,01
februar	58	56,89
mart	65	76,92
april	61	72,13
maj	68	80,88
jun	68	85,29
jul	63	82,53
avgust	70	77,14
prosječno	65	75,59

2. Raspodjela kombinacija manipulacija u toku smjene u posmatranom periodu

T.6.7.2

kombinacija manipulacija	V-S	V-S (2x)	V-S + S-B	V-S (2x) + S-B	V-S + S-B (2x)	S-B	S-B (2x)	S-B (3x)	V-B	K-S
% učešće	26,99	11,02	18,19	3,28	4,12	5,36	3,9	0,24	0,25	0,51

oznake u tabeli T.6.7.2 predstavljaju:

V – vagon; B – brod; S – skladište; K – kamion; n_x – broj pojavljivanja određene kombinacije u smjeni;

3. Identifikacija broja potrebnih sredstava odgovarajuće kategorije, N_p , po karakterističnim kombinacijama manipulacija

Na osnovu rezultata prikazanih u T.6.7.2 i definisanih tehnologija izvršenja navedenih manipulacija, može se ustanoviti broj potrebnih sredstava pojedinih kategorija, N_p (T.6.7.3).

T.6.7.3

komb. manip. kategorija sreds.	V-S	V-S (2x)	V-S + S-B	V-S (2x) + S-B	V-S + S-B (2x)	S-B	S-B (2x)	S-B (3x)	V-B	K-S
PD – 20 t	1	2	2	3	3	1	2	3	1	-
Vilj. – 25 t	1	2	2	3	3	1	2	3	1	1
Vilj. – 13 t	-	-	1	1	2	1	2	3	1	-
vučno sredstvo	3	6	6	9	9	3	6	9	-	-

Oznake u T.6.7.3 predstavljaju:

PD – portalna dizalica; Vilj. – viljuškar;

4. Identifikacija odnosa između broj potrebnih, N_p , i broja raspoloživih sredstava, N_r , po karakterističnim kombinacijama manipulacija

Moguće je, polazeći od rezultata iz tabele T.6.7.3, a uzimajući u obzir podatke o broju raspoloživih sredstava (N_r) [19], utvrditi odnos između N_p i N_r (T.6.7.4).

T.6.7.4

kategorija sredstava	odnos između N_p i N_r po kombinacijama manipulacija									
	V-S	V-S (2x)	V-S + S-B	V-S (2x) + S-B	V-S + S-B (2x)	S-B	S-B (2x)	S-B (3x)	V-B	K-S
PD – 20 t	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p = N_r$	$N_p > N_r$	$N_p > N_r$	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p > N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$
Vilj. – 25 t	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p = N_r$	$N_p > N_r$	$N_p > N_r$	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p > N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$
Vilj. – 37 t	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p = N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p = N_r$	$N_p < N_r$	-
vučno sredstvo	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	$N_p < N_r$	-

Na primjeru viljuškara klase nosivosti 25t (koja će predstavljati kategoriju S_{k+1} sredstava) će se prikazati način kvantifikacije uticaja broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k .

Ulazni parametri analize su:

- broj alternativnih sredstava (u slučajevima $N_p < N_r$), A:
 $A = N_p - N_r = 3 - 2 = 1$;
- broj kategorija alternativnih sredstava: 1;
- kategorija alternativnih sredstava, S_k : viljuškar nosivosti 37t;

5. Kvantifikacija uticaja broja raspoloživih sredstava na koeficijent efektivnog iskorišćenja

- vrijeme efektivnog angažovanja alternativnih sredstava, T_{ea}

$$T_{ea} = \sum_{r=1}^t T_{ear} \quad (6.7.1)$$

gdje su: T_{ear} – efektivno angažovanje po "kritičnim" ($N_p < N_r$) kombinacijama manipulacija;

$r = 1, 2, \dots, s$ – broj "kritičnih" kombinacija manipulacija;

- efektivno angažovanje po "kritičnim" kombinacijama manipulacija

$$T_{ear} = \sum_{l=1}^q l \times t_{eal} \quad (6.7.2)$$

gdje su: $l = 1, 2, \dots, q$ – broj intervala efektivnog angažovanja alternativnog sredstva;

t_{eal} – dužina trajanja intervala efektivnog angažovanja alternativnog sredstva;

- priraštaj koeficijenta efektivnog iskorišćenja alternativnog sredstva

gdje je: T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;

$$\Delta K_k = \frac{T_{ea}}{T_u} \quad (6.7.3)$$

Primjenjujući definisane relacije u konkretnom slučaju, uz pretpostavku da je vrijeme efektivnog angažovanja alternativnog sredstva, po elementarnim vremenskim intervalima (smjenama), u svim slučajevima isto i da iznosi $t_{eal} = 6$ h, u narednoj tabeli (T.6.7.5) je izvršena kvantifikacija uticaja broja raspoloživih viljuškara iz klase nosivosti 25 t (kategorija S_{k+1}) na koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara klase nosivosti 37t (kategorija S_k) u posmatranom periodu.

T.6.7.5

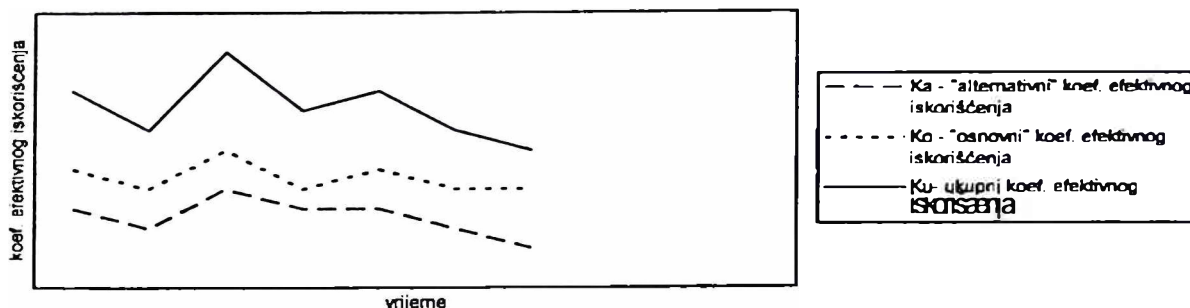
"kritične" kombinacije manipulac. ($N_p < N_r$)	procenat učešća u ukupnom broju radnih smjena	broj intervala (smjena) efektivnog angažovanja alternativnog sredstva, l	kategorija alternativn. sredstva	dužina intervala efekt. angažovanja alternativ. sredstva, t_{eal}	efekt. angažovanje po kombinacijama manipulacija, T_{ear}
S-B (3x)	0,24	2	vilj. 37 t	6 h	12 h
V-S + S-B (2x)	4,12	22	vilj. 37 t	6 h	132 h
V-S (2x) + S-B	3,28	18	vilj. 37 t	6 h	108 h
				ukupno:	$T_{ea} = 252$ h

Može se, sada, definisati priraštaj koeficijenta efektivnog iskorišćenja alternativne kategorije sredstava, S_k kao posledica dejstva broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} .

$$K_k = T_{ea}/T_u = 252/3328 = 0,075 \quad (6.7.4)$$

6.7.2 Uticaj broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na ukupni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k u određenom periodu

Naglašeno je u prethodnim razmatranjima da se uticaj broja raspoloživih sredstava kategorije S_{k+1} na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k pojavljuje u slučaju sredstava koja se, saglasno proceduri sa sl. 6.7.1, u proces rada uključuju kao "alternativna". Značajno je utvrditi uticaj priraštaja koeficijenta efektivnog iskorišćenja, po ovom osnovu, na ukupni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kategorije S_k u određenom periodu. Neophodno je, zato, izvršiti dekompoziciju ukupnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva na sledeći način (sl. 6.7.2)



sl. 6.7.2

Kao što je naglašeno, K_o – predstavlja "osnovni" koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva (ostvaren eksploatacijom sredstva kao elementa tehnologije rada), dok K_a predstavlja komponentu koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva koja se odnosi na rad sredstva kao "alternativnog";

U cilju stvaranja osnove za realizaciju navedene analize, nužno je u procesu praćenja eksploatacije sredstava izvršiti identifikaciju slučajeva kada se sredstvo uključuje kao alternativno i vrijeme efektivnog angažovanja u tim slučajevima, kako bi se moglo izvršiti definisanje komponente K_a ukupnog koeficijenta efektivno iskorišćenja sredstva, odnosno, kako bi se utvrdio razmatrani uticaj broja raspoloživih sredstava na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Potrebno je, isto tako, neophodne podatke registrovati na određeni način. Uopštena forma odgovarajućeg nosioca podataka (tačnije, report-a iz automatizovanog informacionog sistema) prikazana je na sl. 6.7.3

identifikacija sredstva			sredstvo (vrsta, klasa, tip)		
red. br.	datum	smjena	vrijeme efektivnog angažovanja (h)		ukupno vrijeme efektivnog angažovanja, $T_e = t_{eo} + t_{ea}$
			osnovno, t_{eo}	alternativno, t_{ea}	

sl. 6.7.3

Promjena komponenti ukupnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu se može utvrditi primjenom procedura koje su razrađene u analognim slučajevima.

6.8 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – STEPEN ADEKVATNOSTI PLANIRANJA RADA, $K = g(f_{32})$

6.8.1 Definicija stepena adekvatnosti planiranja rada, $a(f_{32})$

U procesu operativnog planiranja, polazeći od konkretnih zahtjeva korisnika usluga i definisanih tehnologija rada, definišu se vrsta, klasa i broj sredstava mehanizacije koje je potrebno uključiti u proces pružanja lučkih usluga. Uzimajući u obzir navedeno, može se izvesti zaključak o postojanju korelacije između adekvatnosti planiranja rada i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. U cilju kvantifikacije adekvatnosti planiranja rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, može se definisati stepen adekvatnosti planiranja rada na sledeći način:

$$a(f_{32}) = N_p / N_{pi} \quad (6.8.1)$$

gdje su: N_{pi} – planirani broj sredstava određene kategorije;

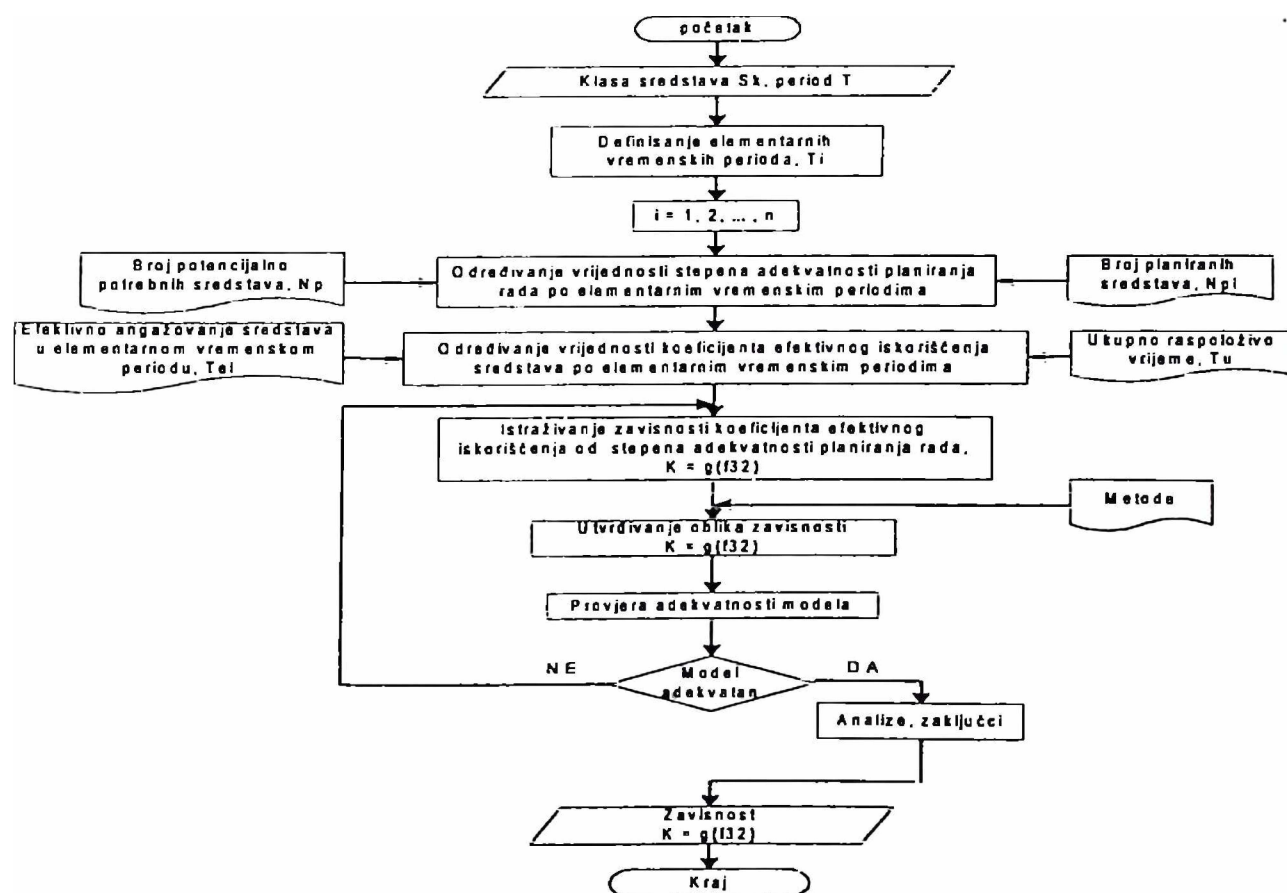
N_p – broj sredstava određene kategorije koji je, na osnovu zahtjeva korisnika usluga, propisanih tehnologija rada i raspoloživog broja sredstava iz te kategorije, mogao biti uključen u plan rada (u proces rada);

U optimalnom slučaju, vrijednost koeficijenta a je 1.

Promjena stepena adekvatnosti planiranja rada u vremenu detaljno je analizirana u Prilogu 10.

6.8.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{32})$

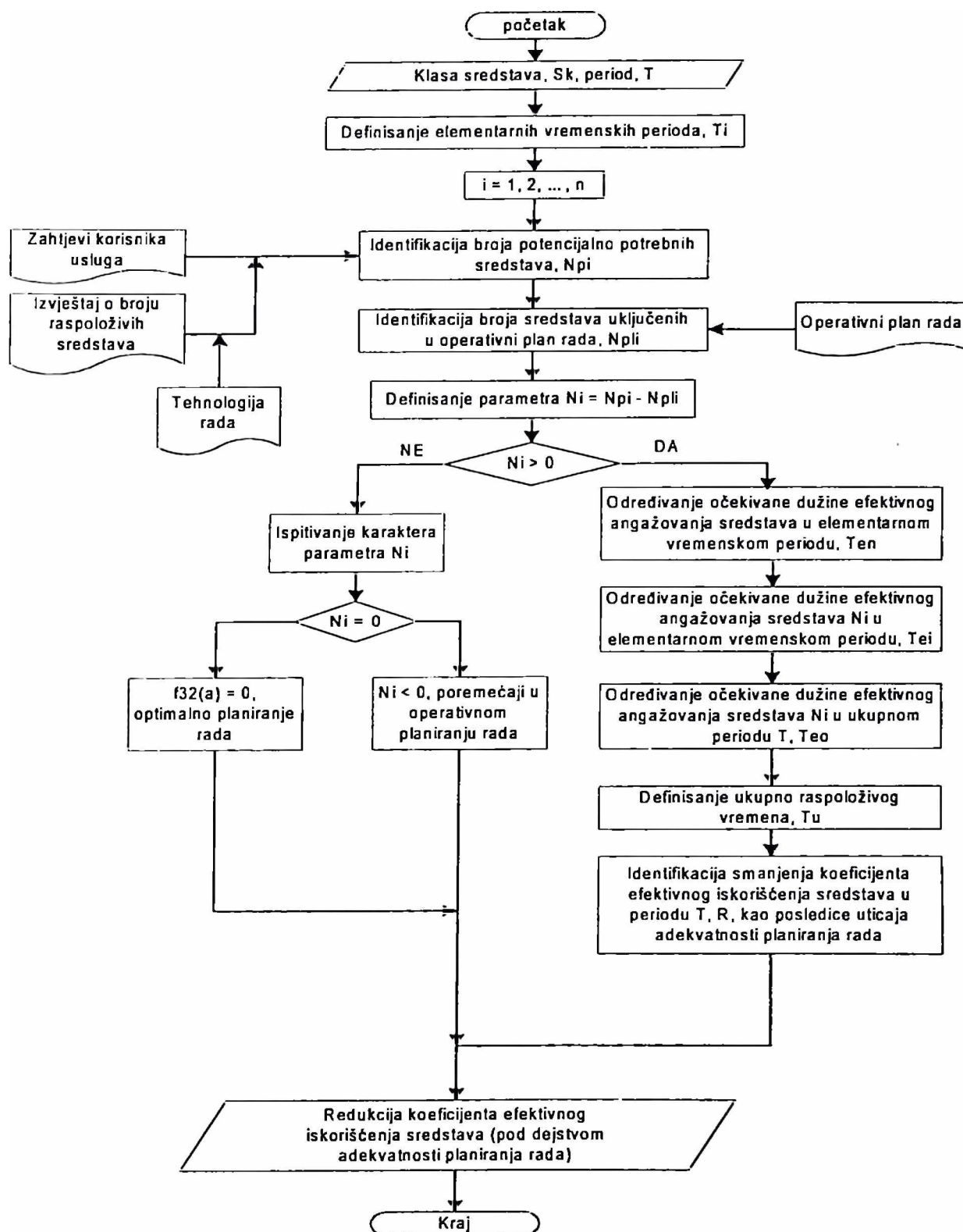
Na osnovu vrijednosti koeficijenta adekvatnosti planiranja rada i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u određenom periodu, može se, primjenom odgovarajućih metoda, u skladu sa procedurom definisanom na sl. 6.8.1, definisati oblik zavisnosti $K = g(f_{32})$.



sl. 6.8.1

6.8.3 Kvantifikacija uticaja stepena adekvatnosti planiranja rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava

Primjenom procedure prikazane na slici sl. 6.8.2, može se izvršiti kvantifikacija uticaja adekvatnosti planiranja rada na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava.



sl. 6.8.2

Relacije na osnovu kojih se određuju parametri navedeni u proceduri na sl. 6.8.2 su prikazane u daljem dijelu.

- očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava $N_i = N_{pi} - N_{pi}$ u elementarnom vremenskom periodu, T_{ei}

$$T_{ei} = N_i \times T_{en} \quad (6.8.2)$$

gdje je: T_{en} - normirana dužina efektivnog angažovanja sredstava u elementarnom vremenskom periodu.

- očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava N_i u ukupno posmatranom periodu T

$$T_{eo} = \sum_{i=1}^n T_{ei} \quad (6.8.3)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj elementarnih vremenskih perioda u vremenu T .

- smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, u zavisnosti od adekvatnosti planiranja rada, u vremenskom intervalu T

$$R = T_{eo}/T_u \quad (6.8.4)$$

Primjenjujući elemente procedure sa sl. 6.8.2, kao i prethodno navedene relacije, na osnovu podataka iz tabele T.6.8.1, može se izvršiti kvantifikacija uticaja adekvatnosti planiranja rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja viljuškara klase nosivosti 3t tokom analiziranog mjeseca.

T.6.8.1

datum	smjena	red. br. smjene	N_p	N_{pi}	$N_i = N_p - N_{pi}$	$T_{ei} (h)$	$T_{ei} (h)$
3. 11.	II	5	5	3	2	6	12
9. 11.	II	17	3	1	2	6	12
11. 11.	II	21	9	7	2	6	12
12. 11.	I	22	13	5	8	6	48
12. 11.	II	23	12	10	2	6	12
25. 11.	II	55	9	7	2	6	12
26. 11.	II	58	8	5	3	6	18
						T_{eo}	126

Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava je:

$$R = T_{eo}/T_u = 126/13728 = 0,009 \quad (6.8.5)$$

6.9 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – OPERATIVNA GOTOVOST SREDSTAVA, $K = g(f_{33})$

6.9.1 Faktori uticaja na operativnu gotovost sredstava

Operativna gotovost predstavlja vjerovatnoću da će sredstvo uspješno stupiti u rad i ući u područje dozvoljenih odstupanja postavljene funkcije kriterijuma u datom vremenu i u datim radnim uslovima [70]. Operativna gotovost sredstava je određena sledećom relacijom:

$$f_{33} = T_r/T_u = T_r/(T_r + T_o) \quad (6.9.1)$$

gdje su: T_r – vrijeme "u radu" sredstava;
 T_o – vrijeme "u otkazu" sredstava;
 T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;

Sama definicija upućuje na direktno dejstvo operativne gotovosti sredstava na koeficijent njihovog efektivnog iskorišćenja. Prije nego se razmotri korelacija između operativne gotovosti i koeficijenta efektivnog iskorišćenja, nužno je analizirati faktore dejstva na operativnu gotovost kao komponentu efektivnosti sredstava.

Polazeći od jednačine (6.9.1), jednostavno je zaključiti da povećanje operativne gotovosti sredstava podrazumijeva povećanje vremena "u radu" sredstava, T_r , odnosno smanjenje vremena "u otkazu", T_o . Ključna uloga u procesu povećanja vremena "u radu" sredstava (smanjenja vremena "u otkazu") pripada održavanju sredstava kao skupu aktivnosti kojima se sredstvo održava u stanju "u radu", odnosno vraća iz stanja "u otkazu" u stanje "u radu" u odgovarajućim upravljačkim okolnostima i uz što niže troškove [55]. Osnovni faktori uticaja, unutar sistema održavanja, koji determinišu vrijednost operativne gotovosti sredstava su:

- organizacija održavanja;
- koncepcija održavanja;
- resursi održavanja
 - kadrovi u održavanju;
 - materijali za održavanje;
 - rezervni djelovi;
 - mašine, alati, oprema;
 - radionice održavanja;

Problematika koja se odnosi na organizaciju održavanja i koncepcije održavanja detaljno je razrađena u literaturnim izvorima [1], [2], [3], [4], [5], [8], [9], [12], [13], [26], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [66], [67]. Prije definisanja procedure utvrđivanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i operativne gotovosti, analizirana je "direktna" veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i faktora uticaja na operativnu gotovost koji pripadaju skupu "resursi održavanja".

6.9.2 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – koeficijent adekvatnosti izvršilaca u sistemu održavanja

Ključni resurs sistema održavanja su kadrovi. Prethodnu konstataciju determiniše činjenica da se, bez obzira na kvalitet modela upravljanja i izuzetno povoljne efekte koji se njegovom primjenom postižu u istim ili analognim upravljačkim okolnostima, bez "adekvatnosti" raspoloživih kadrova parametri koji karakterišu uspjehnost funkcionisanja sistema održavanja ne mogu uvesti u optimalno poručje. Dvije su osnovne grupe faktora od kojih zavisi "kvalitet" kadrova u održavanju:

- obrazovanje kadrova
 - profil obrazovanja,
 - stepen obrazovanja.
- motivisanost kadrova
 - uslovi rada,
 - nivo zarada,
 - mogućnost stručnog usavršavanja,
 - adekvatnost radnog mjesta,
 - kvalitet međuljudskih odnosa itd.

Može se definisati tzv. koeficijent adekvatnosti izvršioca na sledeći način:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_{si}}{\sum_{i=1}^n P_{ai}} \quad (6.9.2)$$

U relaciji (6.9.2) oznake predstavljaju:

P_{si} – "karakteristike" konkretnog izvršioca

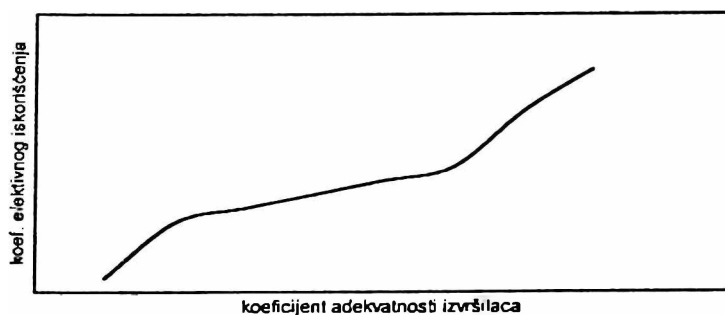
P_{ai} – zahtijevane "karakteristike" radnog mjesta

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj posmatranih "karakteristika"

Pod "karakteristikama" izvršilaca podrazumijevaju se:

- profil obrazovanja
- stepen obrazovanja
- radno iskustvo na konkretnim radnim zadacima
- radni rezultati u prethodnom periodu
- specijalističke obuke, ...

Može se, na osnovu navedenog, zaključiti da sa porastom koeficijenta P raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava na način prikazan na sl. 6.9.1 (prikazan je opšti oblik zavisnosti parametara).



sl.6.9.1

Definisanjem koeficijenta P za sve izvršioce unutar sistema održavanja (po karakterističnim cjelinama sistema održavanja) i njihovom analizom za određeni period, a zatim povezivanjem vrijednosti parametra P sa vrijednostima koeficijenta efektivnog iskorišćenja, može se doći do zaključka o međusobnoj zavisnosti. Pogodno je analizu izvršiti i po pojedinim organizacionim segmentima održavanja, kako bi se uočio parcijalni karakter uticaja parametra P .

Vrijednosti parcijalnih koeficijenata adekvatnosti izvršilaca definišu se na sledeći način:

$$P_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m P_{ij} \quad (6.9.3)$$

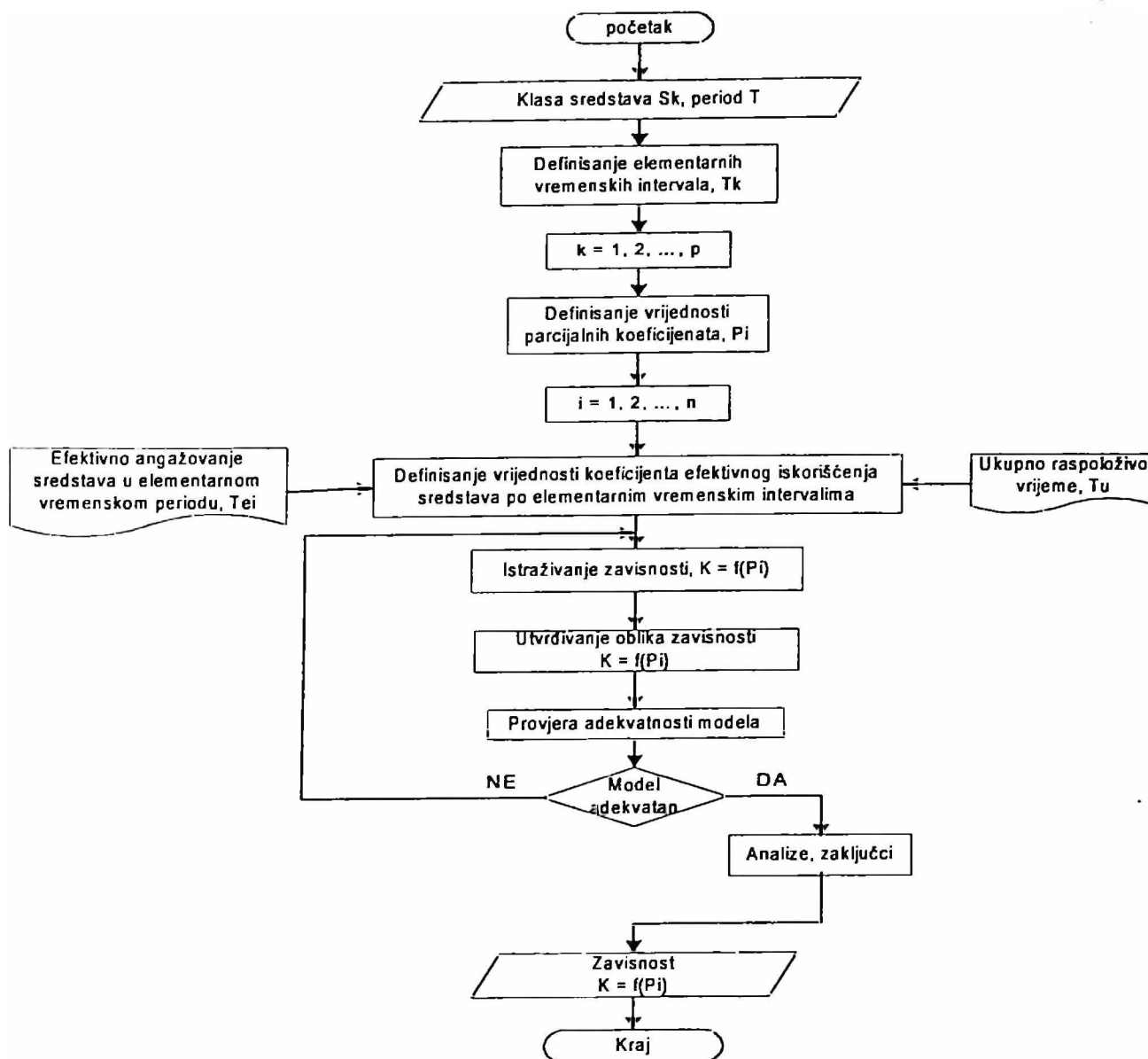
$i = 1, 2, \dots, n$ – broj organizacionih segmenata održavanja;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj radnih mjesta u određenoj cjelini održavanja;

Zbima vrijednost koeficijenta P je određena sledećom relacijom:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (6.9.4)$$

Procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i koeficijenta adekvatnosti izvršilaca prikazana je sl. 6.9.2. (prikazan je slučaj uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja određene kategorije sredstava i parcijalnih koeficijenata adekvatnosti izvršilaca).



sl. 6.9.2

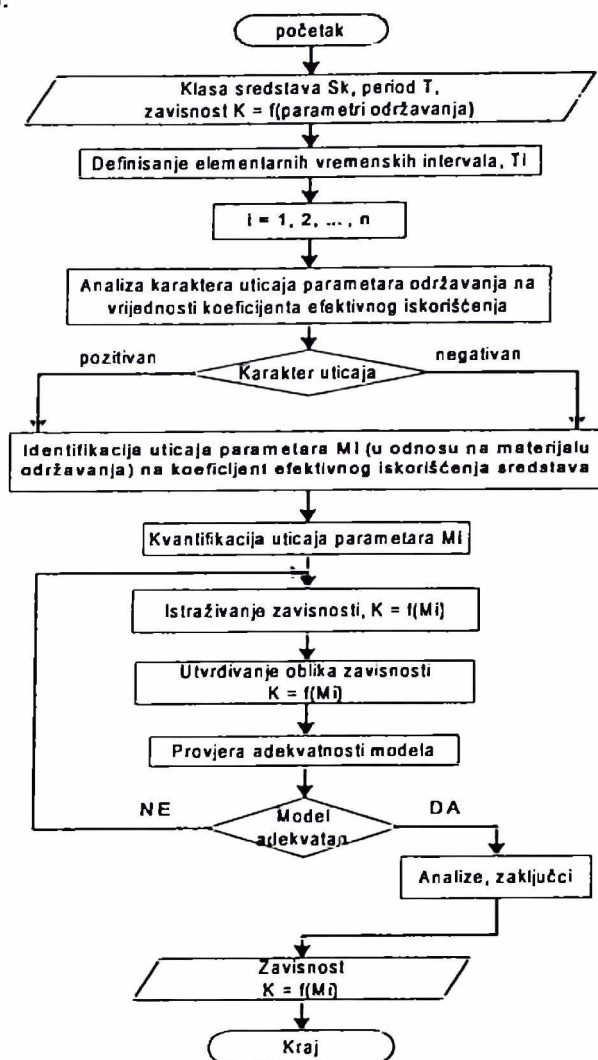
$k = 1, 2, \dots, p$ – broj elementarnih vremenskih perioda u posmatranom periodu

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj organizacionih cjelina u sistemu održavanja sredstava

6.9.3 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri upravljanja materijalima za održavanje

Pod materijalima za održavanje se podrazumijevaju oni materijali (maziva, ulja, ...) čija primjena omogućava dosljedno sprovođenje odgovarajućih koncepcija održavanja. Problem upravljanja materijalima za održavanje svodi se na klasičan problem upravljanja zalihama. Cilj je, dakle, iznaći optimalnu ravnotežu između potrošnje i visine zaliha. Preformulacijom navedenog cilja, može se reći da u procesu upravljanja treba obezbijediti minimalan nivo zaliha materijala za održavanje koji omogućava optimalnu primjenu konkretne koncepcije održavanja. Upravljački zadatak se rješava izborom adekvatnog modela upravljanja zalihama materijala. Uticaj parametara upravljanja zalihama materijala za održavanje na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava se ispoljava posredstvom parametara koji karakterišu funkcionisanje sistema održavanja. Ukoliko se ustanovi negativno dejstvo parametara održavanja sredstava na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja, onda je u procesu analize neophodno, pored ostalog, ispitati i dejstvo

faktora koji se odnose na materijale za održavanje. Istraživanje korelacije između parametara upravljanja materijalima za održavanje i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava obavlja se prema proceduri čiji su glavni elementi prikazani na sl. 6.9.3.



sl. 6.9.3

Pojedine faze prethodne procedure su složene i sprovode se kroz više koraka.

6.9.4 Istraživanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri upravljanja zaliha rezervnih djelova

Osnovne za optimalno upravljanje zaliha rezervnih djelova u sistemu održavanja predstavljaju različiti modeli za te namjene [6], [7], [9], [11], [21], [22], [23], [25], [27], [31], [32], [40], [61]. Cilj koji se pred različite modele postavlja je: uspostavljanje i održavanje takvog nivoa zaliha rezervnih djelova koji omogućava odgovarajuće održavanje sredstava uz minimalne ukupne troškove zaliha. To istovremeno podrazumijeva i minimalnu vrijednost dužine vremena "u otkazu" sredstava.

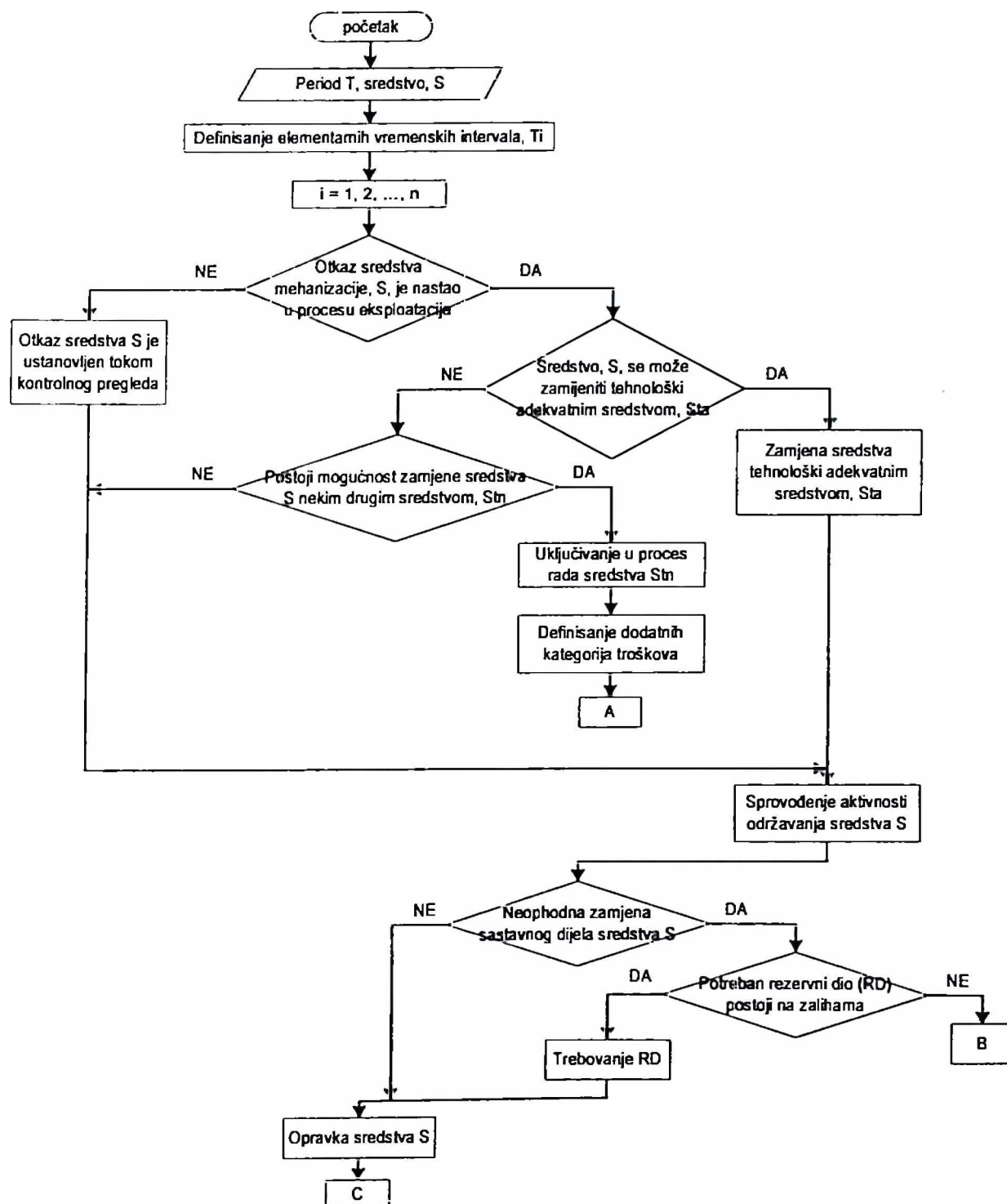
6.9.4.1 Uticai prekida zaliha rezervnih djelova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije

Jedan od ključnih preduslova optimalnosti upravljačkih odluka u sistemu upravljanja rezervnim djelovima (RD) sredstava lučke mehanizacije je adekvatnost primjenjivanog modela upravljanja. Neadekvatnost modela upravljanja je praćena brojnim poremećajima, koji za posledicu mogu imati dva osnovna karakteristična stanja:

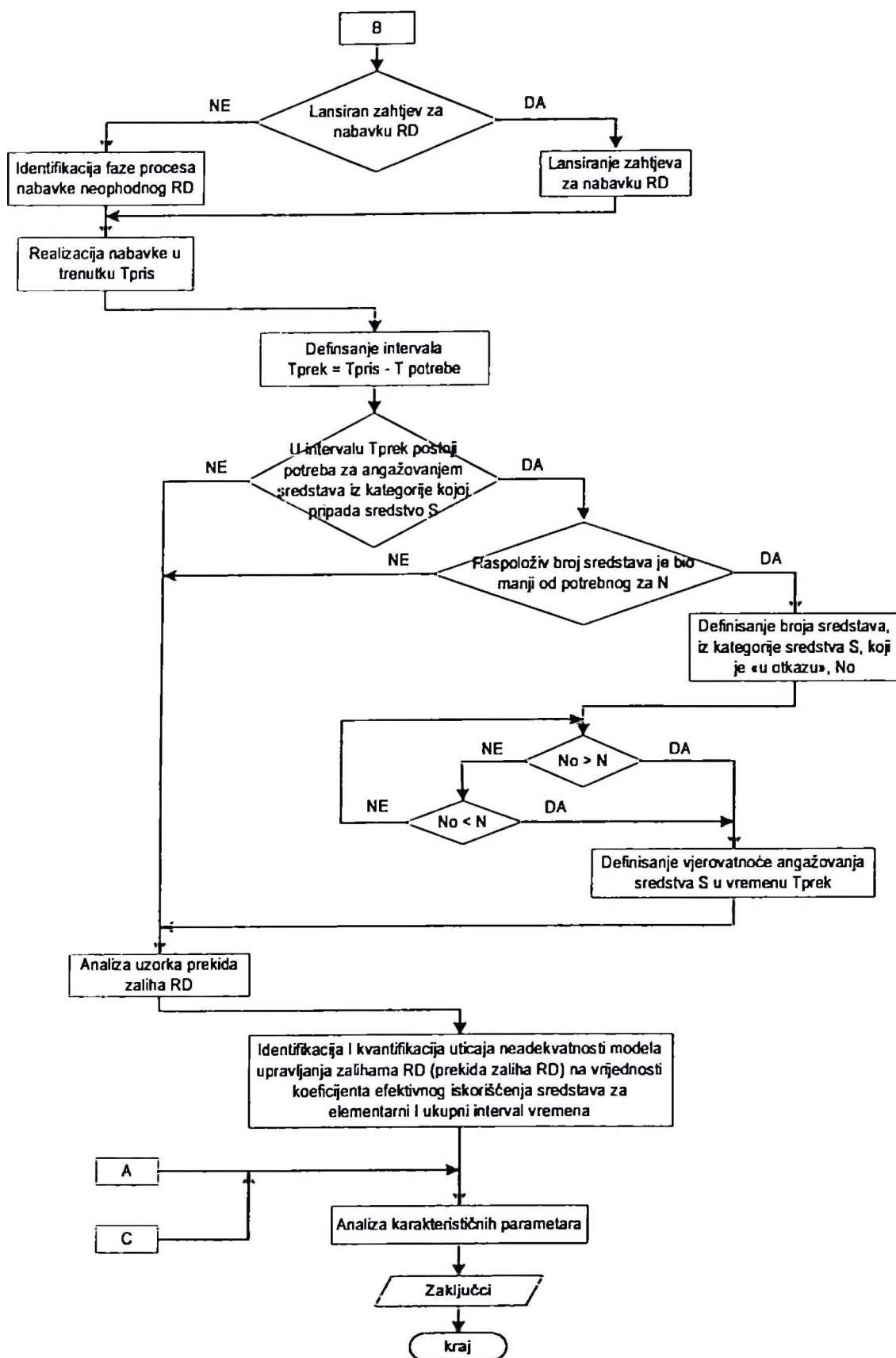
- prekid zaliha RD;
- povećanje troškova upravljanja RD (povećanjem određenih komponenti troškova);

U ovom segmentu Rada je izvršena analiza uticaja prekida zaliha RD (kao posledice neadekvatnosti modela upravljanja zalihama RD) na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije.

Na sl. 6.9.4a i sl. 6.9.4b su prikazani elementi procedure identifikacije i kvantifikacije uticaja prekida zaliha na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Informacione tokove, prikazane na pomenutim slikama, prate odgovarajući nosioci podataka (report-i iz automatizovanog informacionog sistema). Faze obuhvaćene prikazanom procedurom su, uglavnom, složene i sprovode se kroz više sukcesivnih koraka. Uz neophodna prilagođavanja, prikazana procedura je primjenljiva i za analizu ostalih negativnih uticaja prekida zaliha RD na karakteristične parametre osnovnog procesa rada (procesa eksploatacije sredstava).



sl.6.9.4 a



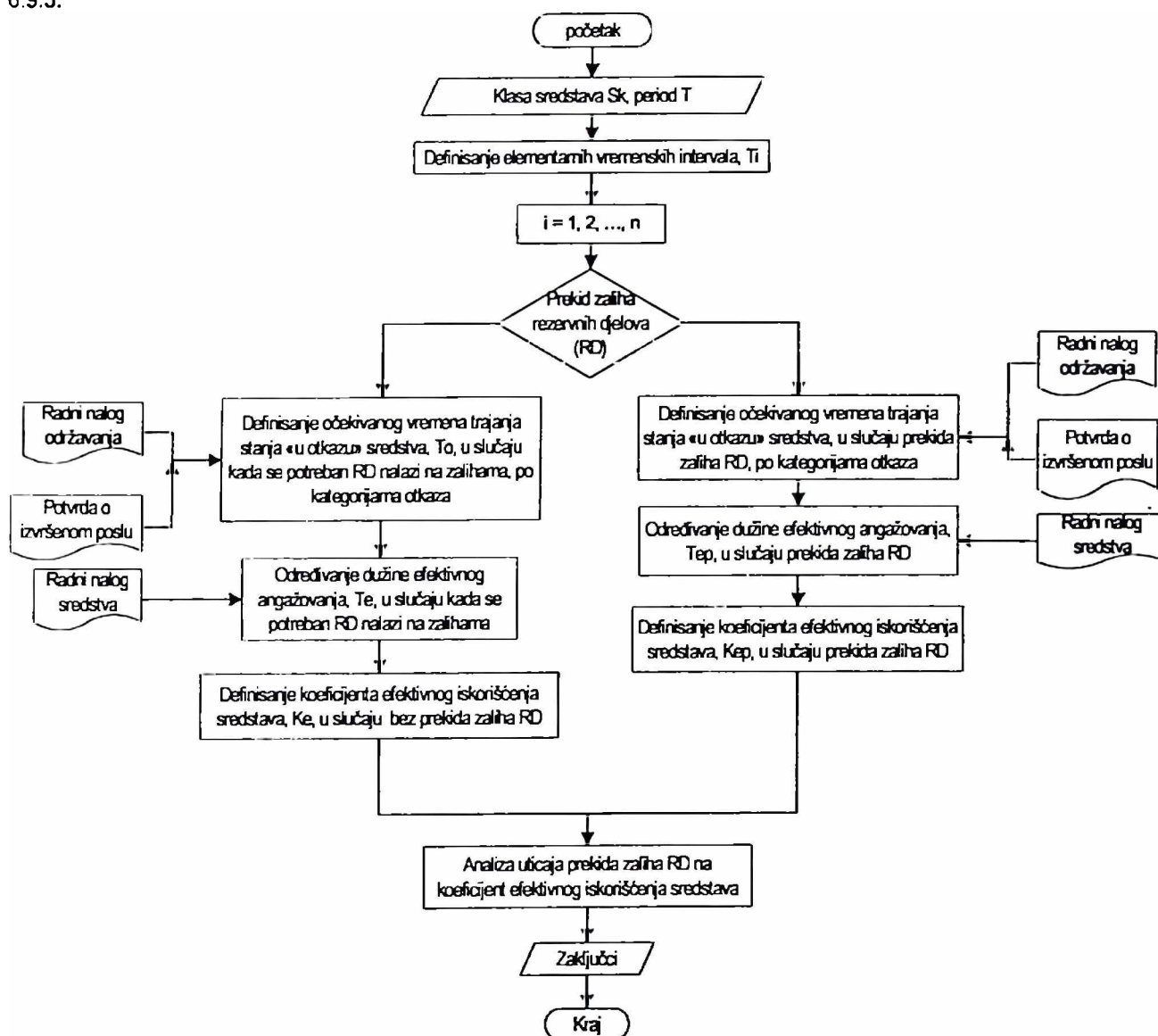
sl.6.9.4 b

Ukupan vremenski period, T_u , određen je sledećom jednačinom:

$$T_u = \sum_{i=1}^n T_i \quad (6.9.5)$$

$i = 1, \dots, n$ – broj elementarnih vremenskih perioda u ukupno posmatranom periodu;

Detaljnije će se razraditi segment procedure "Identifikacija i kvantifikacijam uticaja prekida zaliha na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva". Ovaj se dio analize sprovodi kroz nekoliko faza, na način prikazan dijagramom na sl. 6.9.5.



sl. 6.9.5

Pretpostavka je da bi vremenski interval efektivnog angažovanja sredstva i u odsustvu prekida zaliha bio T_e . Prikazana procedura je primjenljiva samo u istoj fazi životnog vijeka sredstva, kada je raspodjela momenata otkaza određena konkretnom raspodjelom te slučajne veličine (Vejbulova, eksponencijalna, normalna).

6.9.4.2 Definisanje oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od dužine trajanja prekida zaliha rezervnih dijelova

Konkretizujući elemente procedura sa slika sl. 6.9.4a, sl.6.9.4b i sl. 6.9.5, u ovom dijelu je izvedena jednačina koja povezuje koeficijente efektivnog iskorišćenja sredstva bez (K_e) i sa (K_{ep}) prekidom zaliha RD. Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva, K_e , u određenom periodu, definisan je relacijom:

$$K_e = T_e / T_u \quad (6.9.6)$$

gdje su: T_e – vremenski interval u kome je sredstvo bilo efektivno angažovano;
 T_u – ukupno raspoloživo vrijeme;

Struktura ukupno raspoloživog vremena, T_u , je:

$$T_u = T_r + T_o \quad (6.9.7)$$

gdje su: T_r – vrijeme "u radu" sredstva;
 T_o – vrijeme "u otkazu" sredstva;

Vremenski interval T_r , u toku koga je sredstvo "u radu", sastoji se iz dviju komponenti:

$$T_r = T_e + T_{r1} \quad (6.9.8)$$

U jednačini (6.9.8), parametar T_{r1} predstavlja vrijeme kada je sredstvo u stanju "u radu", ali nije uključeno u proces pružanja lučkih usluga.

Vrijeme u otkazu sredstva određeno je relacijom:

$$T_o = \sum_{i=1}^6 T_{oi} \quad (6.9.9)$$

gdje su T_{oi} – komponente vremena "u otkazu" sredstva:

- T_{o1} – vrijeme od momenta pojave otkaza do trenutka prijema informacije o otkazu od strane odgovarajućeg subjekta iz organizacione cjeline koja upravlja eksploatacijom sredstava;
- T_{o2} – vrijeme od prijema informacije o otkazu do formiranja Zahtjeva za izvršenje opravke određenoj službi Održavanja;
- T_{o3} – vrijeme od formiranja Zahtjeva za izvršenje opravke do trenutka njegovog prosljeđivanja Održavanju;
- T_{o4} – vrijeme od prijema Zahtjeva za izvršenje opravke do trenutka otvaranja Radnog naloga za otklanjanje otkaza;
- T_{o5} – vrijeme u kome se izvode aktivnosti održavanja;
- T_{o6} – vrijeme od momenta završetka aktivnosti održavanja do trenutka kada se sredstvo stavi na raspolaganje korisniku;

Analizirajući strukturu vremena "u otkazu", može se zaključiti da eventualni prekid zaliha RD ima uticaja samo na komponentu T_{o5} , koja predstavlja vremenski period u kome se izvode aktivnosti održavanja. Ukoliko se uvede parametar T_{prek} – vrijeme od momenta potrebe za RD, pa do trenutka prevazilaženja prekida zaliha RD (na osnovu dijagrama sa sl. 6.9.4b), onda je komponenta vremena "u otkazu" (u slučaju prekida zaliha RD), određena jednačinom:

$$T_{o5p} = T_{o5} + T_{prek} \quad (6.9.10)$$

Dužina trajanja vremena "u otkazu", u slučaju prekida zaliha, uzimajući u obzir činjenicu da se razlika, u odnosu na trajanje otkaza bez prekida zaliha RD, javlja samo u slučaju komponente T_{o5} , će sada biti:

$$T_{op} = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} + T_{o4} + T_{o5p} + T_{o6} = T_o + T_{prek} \quad (6.9.11)$$

Naglašavajući već pomenutu pretpostavku o tome da bi efektivno angažovanje sredstva, u situaciji kada se javlja prekid zaliha RD, bilo T_e kao da tog prekida nije bilo, u daljem dijelu će se definisati koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u slučaju prekida zaliha. Takođe su uvodi i pretpostavka da je komponenta vremena "u radu", koja se odnosi na period kada sredstvo nije uključeno u proces eksploatacije, T_{r1} isto u varijantama sa i bez prekida zaliha.

Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u slučaju prekida zaliha RD je:

$$K_{ep} = T_{ep}/T_u \quad (6.9.12)$$

gdje je: T_{ep} – vrijeme efektivnog angažovanja sredstva u slučaju prekida zaliha RD;

Ukupno raspoloživo vrijeme u ovom slučaju je:

$$T_u = T_{rp} + T_{op} \quad (6.9.13)$$

u jednačini (10.9.13), oznake predstavljaju:

T_{rp} – interval "u radu", u slučaju prekida zaliha RD;

T_{op} – interval "u otkazu", u slučaju prekida zaliha RD;

$$T_{rp} = T_{ep} + T_{r1} \quad (6.9.14)$$

$$T_{op} = T_o + T_{prek} \quad (6.9.15)$$

Zamjenjujući (6.9.14) i (6.9.15) u (6.9.13), dobija se:

$$T_u = T_{ep} + T_{r1} + T_o + T_{prek} \quad (6.9.16)$$

Iz relacija (10.9.7) i (10.9.8), sa druge strane, slijedi:

$$T_u = T_r + T_o = T_e + T_{r1} + T_o \quad (6.9.17)$$

Nakon izjednačavanja (6.9.16) i (6.9.17), dobija se:

$$T_{ep} + T_{r1} + T_o + T_{prek} = T_e + T_{r1} + T_o \quad (6.9.18)$$

Odnosno,

$$T_{ep} + T_{prek} = T_e \quad (6.9.19)$$

Vrijeme efektivnog angažovanja sredstva u slučaju prekida zaliha RD, na osnovu (6.9.19), je:

$$T_{ep} = T_e - T_{prek} \quad (6.9.20)$$

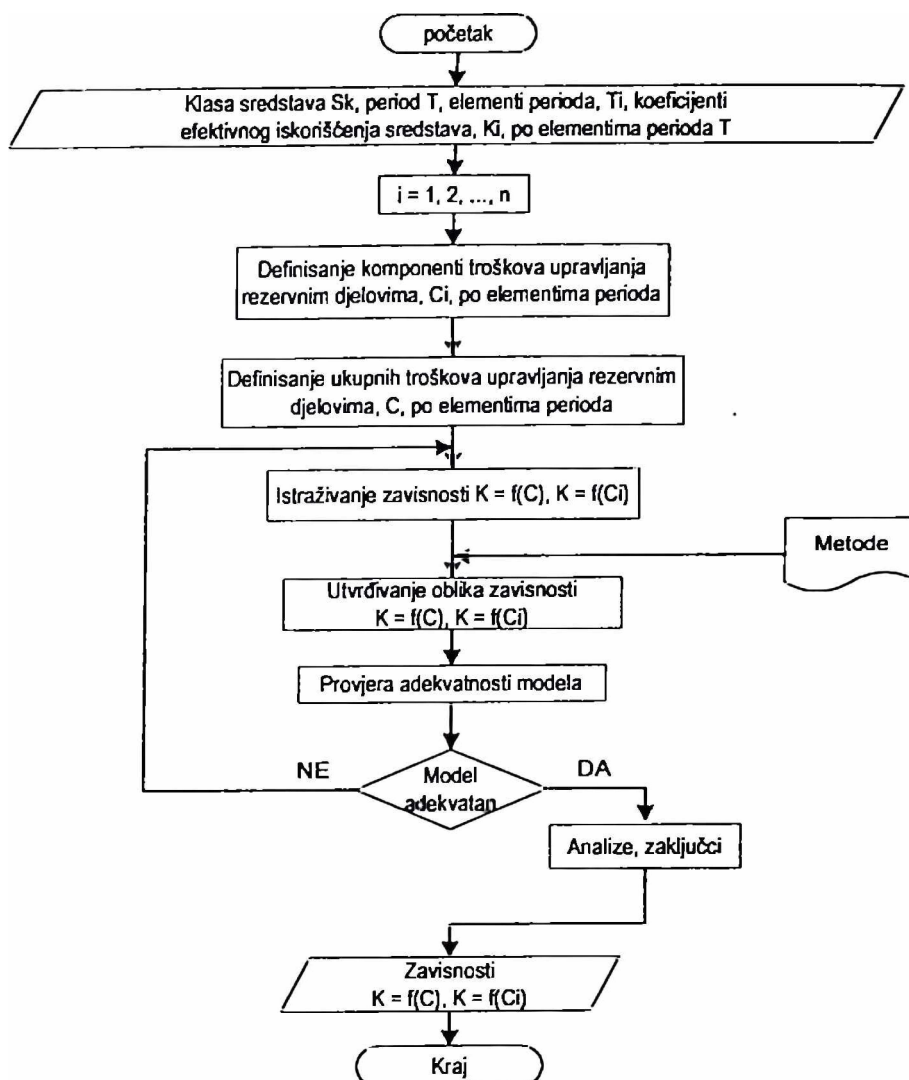
Zamjenom (6.9.20) u (6.9.12), dobija se:

$$K_{ep} = T_{ep}/T_u = (T_e - T_{prek})/T_u = (T_e/T_u) - (T_{prek}/T_u) = K_e - (T_{prek}/T_u) \quad (6.9.21)$$

Konačno je relacijom (6.9.21) uspostavljen direktan odnos između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva i vremena prekida zaliha RD.

6.9.4.3 Procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i komponenti troškova upravljanja rezervnim dijelovima

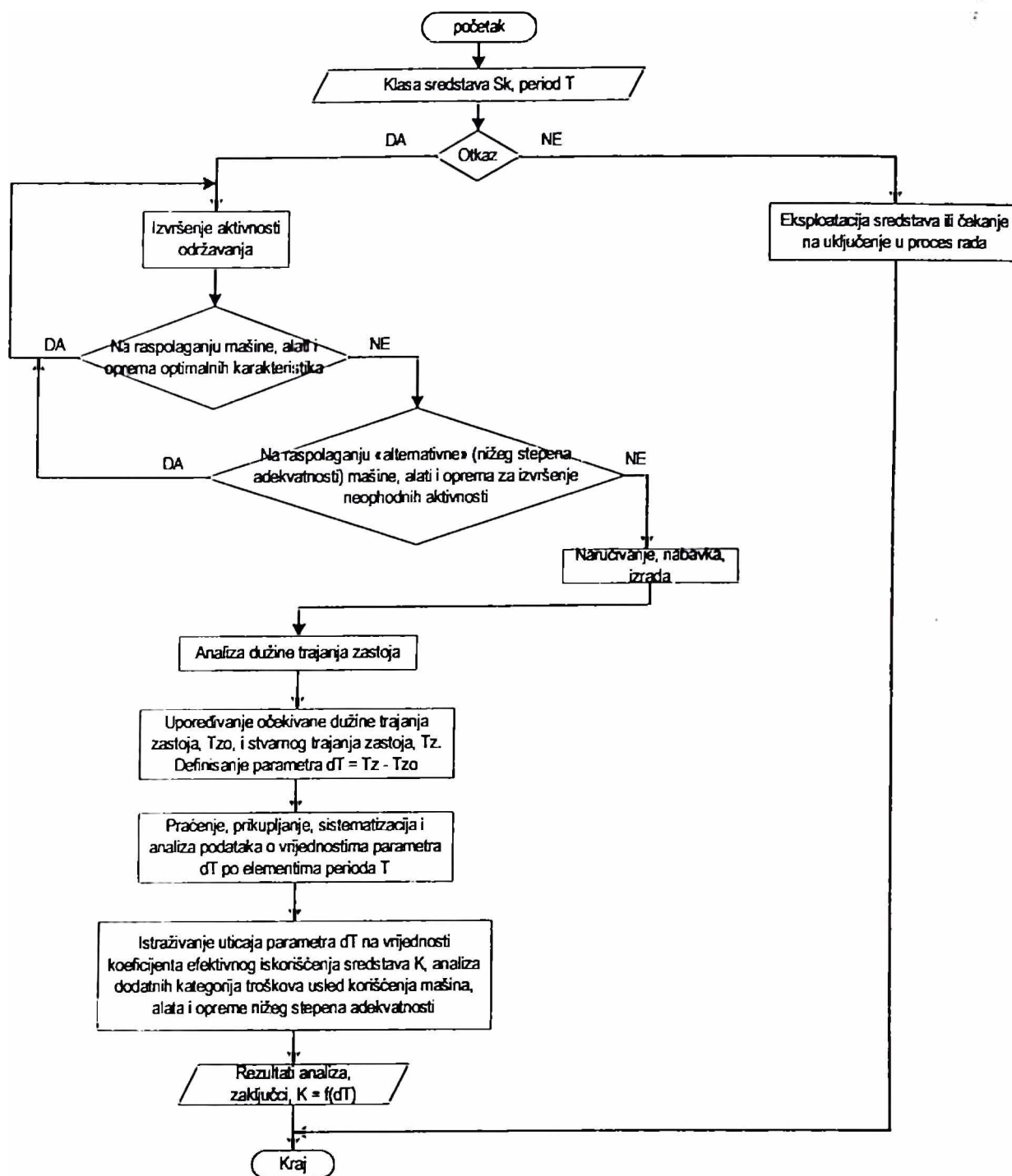
Veoma je značajno, sa aspekta efikasnosti upravljanja, uspostaviti korelaciju između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i pojedinih komponenti troškova upravljanja rezervnim dijelovima (sl. 6.9.6).



sl. 6.9.6

6.9.5 Procedura utvrđivanja korelacije *koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri u odnosu na mašine, alate i opremu*

Dejstvo parametara koji se odnose na mašine, alate i opremu posebno dolazi do izražaja u slučajevima kada se usled nedostatka ili otkaza nekog od pobrojanih elemenata ne može izvršiti zahtijevana aktivnost održavanja. Time se utiče na povećanje vremena "u otkazu" sredstava, odnosno na smanjenje njegovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja. Analiza dejstva ovih faktora može se izvršiti na osnovu procedure predstavljene na sl. 6.9.7.

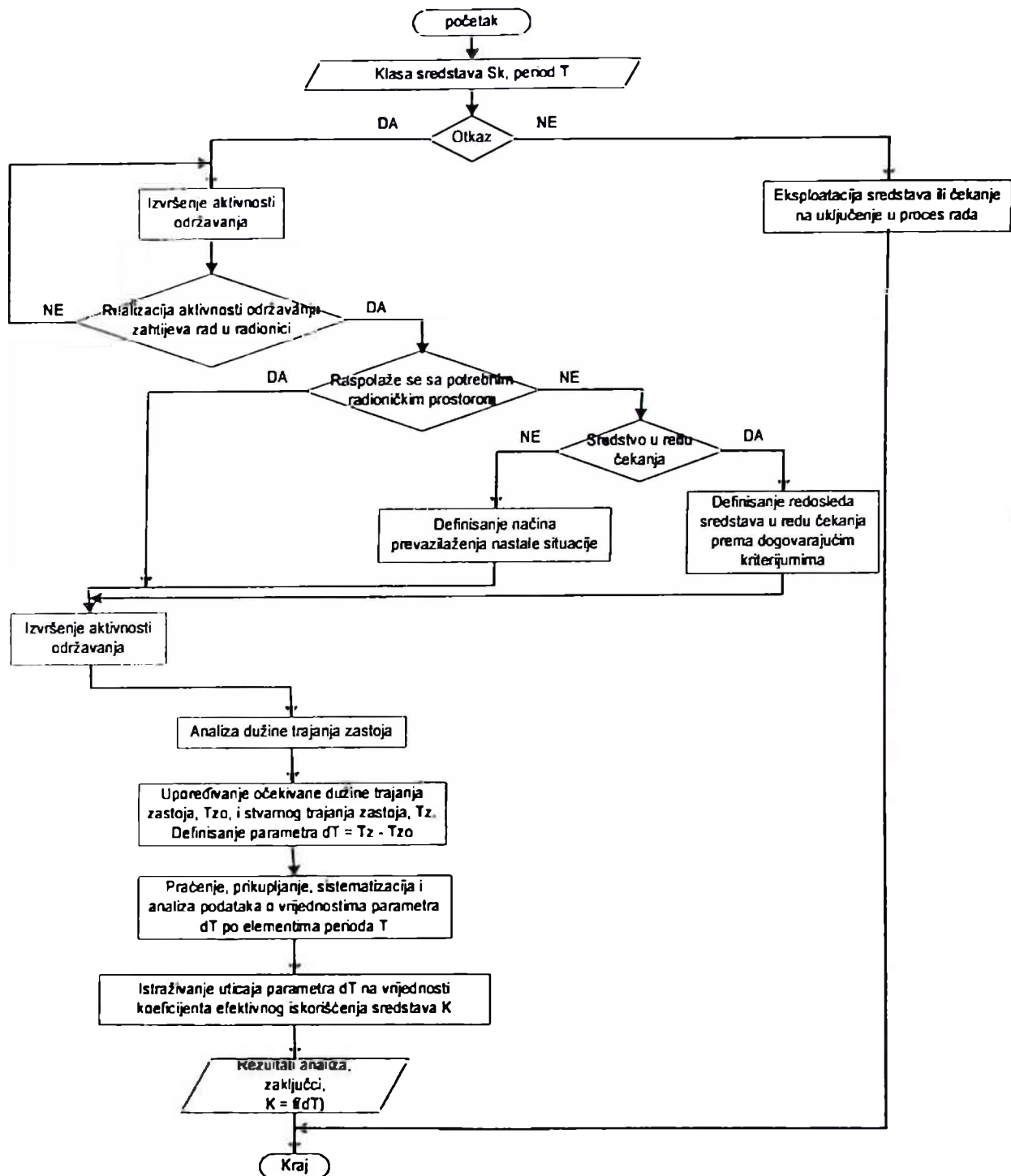


sl. 6.9.7

Uspostavljanje odgovarajućih zavisnosti se vrši u skladu sa odnosnim elementima prethodno prezentiranih procedura.

6.9.6 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – parametri u odnosu na radionice održavanja

Raspoloživost odgovarajućeg radioničkog prostora za izvršenje aktivnosti održavanja može, takođe, u odgovarajućim upravljačkim okolnostima, da figuriše kao faktor uticaja na komponente ukupno raspoloživog vremena sredstva (npr. nedostatak ili zauzetost radionice, može uticati na povećanje vremena "u otkazu" vremena sredstava. Analiza uticaja ovog faktora vrši se u skladu sa procedurom prikazanom na sl. 6.9.8.



sl. 6.9.8

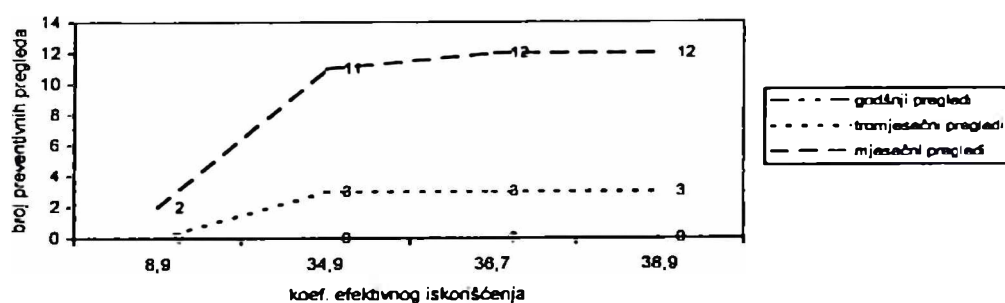
Uspostavljanje odgovarajućih zavisnosti se, i u ovom slučaju, vrši u skladu sa odnosnim elementima prethodno prezentiranih procedura.

6.9.7 Korelacija koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva - broj preventivnih pregleda odgovarajuće kategorije

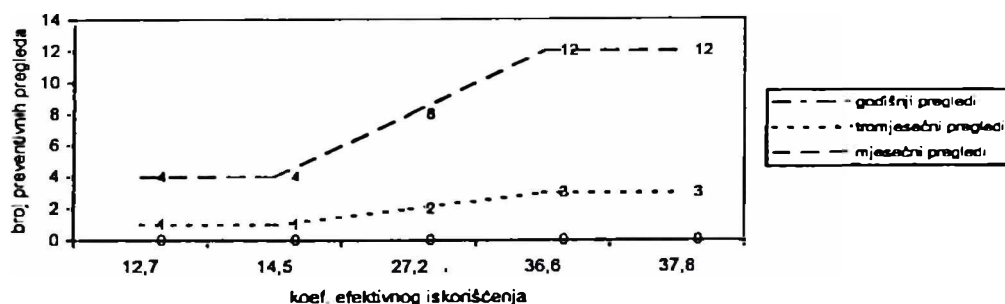
U ovom segmentu Rada je analizirana korelacija između vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva i broja preventivnih pregleda određene kategorije. Polazeći od vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja izabranih sredstava iz populacije viljuškara nosivosti 3t (T.6.9.1), po godinama iz posmatranog perioda, a uzimajući u obzir vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja koje odgovaraju terminima preventivnih aktivnosti (pažnja je usmjerena na mjesečne, tromjesečne i godišnje preglede), definisan je broj preventivnih pregleda koji odgovara ostvarenim godišnjim vrijednostima koeficijenta efektivnog iskorišćenja. Rezultati su prikazani grafički.

T. 6.9.1

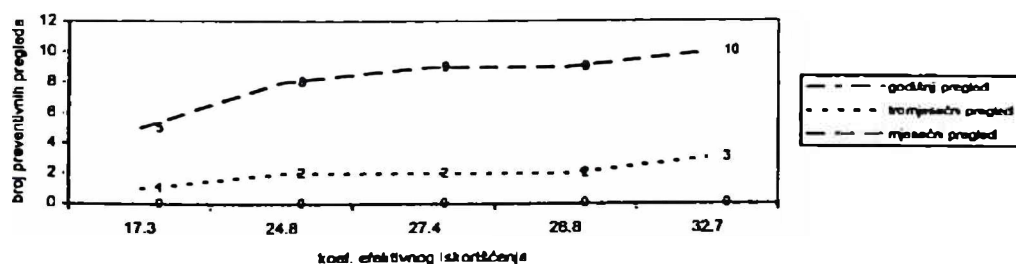
godina	vrijednosti koef. ef. iskorišćenja po pojedinim viljuškarcima (%)				
	br. 311	br. 312	br. 313	br. 314	br. 315
1987. – G1	8,9	12,7	27,4	19,9	28,7
1988. – G2	8,9	14,5	28,8	21,6	19,2
1989. – G3	36,7	27,2	17,3	17,2	17,4
1990. – G4	34,9	37,8	32,7	27,8	3,9
1991. – G5	38,9	36,6	24,8	0,06	40,9



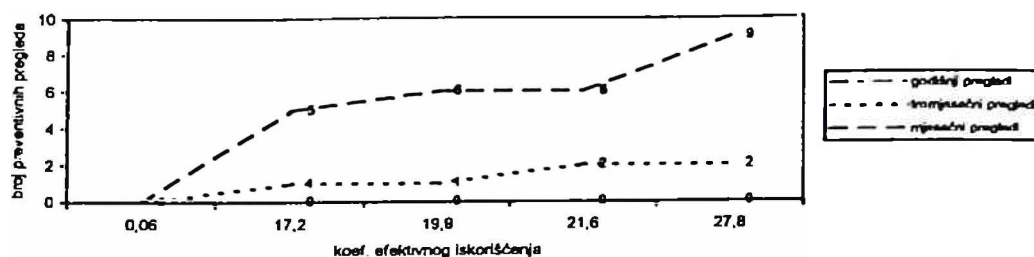
sl. 6.9.9 za viljuškar 311



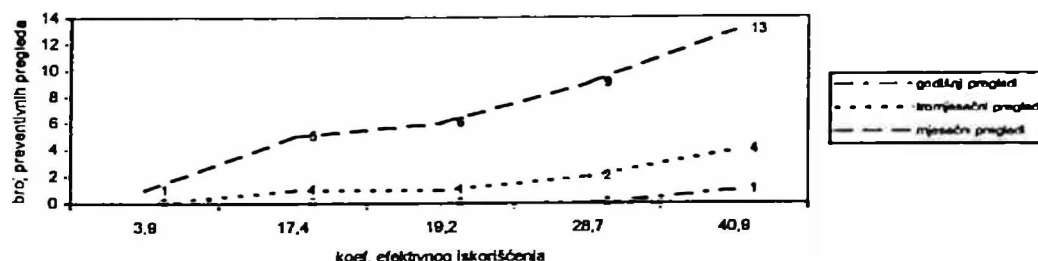
sl. 6.9.10 za viljuškar 312



sl. 6.9.11 za viljuškar 313



sl. 6.9.12 za viljuškar 314



sl. 6.9.13 za viljuškar 315

Dalje razvijajući razmatranja, nameće se, u cilju unapređenja planiranja održavanja, potreba iznalaženja relacija između broja preventivnih pregleda određene kategorije i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Primjenom odgovarajuće matematičke procedure (detaljno prezentirane u Prilogu 12), definisane su veze između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i broja preventivnih pregleda.

6.9.7.1 Definisanje korelacije: broj mjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

Korelacija između broja mjesečnih preventivnih pregleda i koeficijenta efektivnog iskorišćenja se može predstaviti na sledeći način:

T.6.9.2

r.b.	identifikacija viljuškara	oblik zavisnosti
1.	br. 311	$N_m = 2,054 + 0,26K$
2.	br. 312	$N_m = -0,75 + 0,34K$
3.	br. 313	$N_m = -0,45 + 0,33K$
4.	br. 314	$N_m = -0,16 + 0,31K$
5.	br. 315	$N_m = -0,46 + 0,33K$

6.9.7.2 Definisanje korelacije: broj tromjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

U tabeli T.6.9.3 su sistematizovane korelacije između broja tromjesečnih preventivnih pregleda i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava.

T.6.9.3

r.b.	identifikacija viljuškara	oblik zavisnosti
1.	br. 311	$N_t = 0,65 + 0,07K$
2.	br. 312	$N_t = -0,06 + 0,08K$
3.	br. 313	$N_t = -1,14 + 0,12K$
4.	br. 314	$N_t = -0,01 + 0,07K$
5.	br. 315	$N_t = -0,6 + 0,1K$

6.9.7.3 Definisanje korelacije: broj godišnjih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

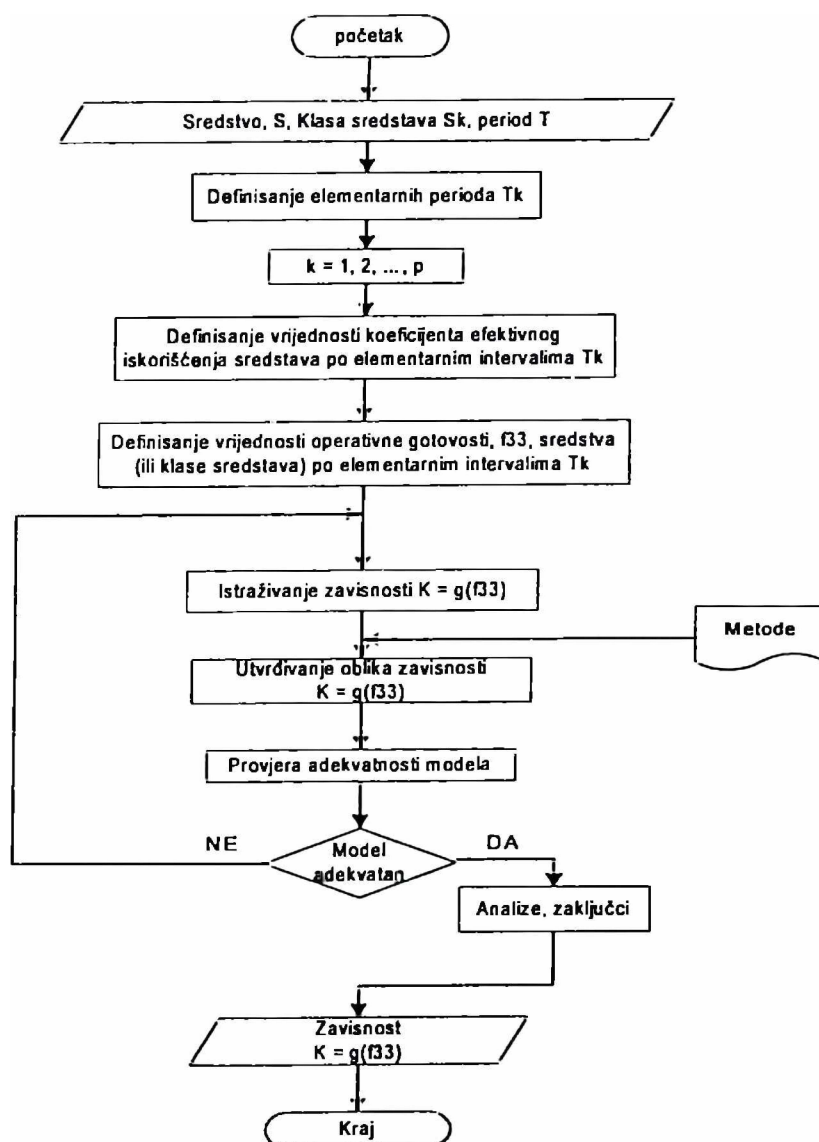
S obzirom da se samo u slučaju viljuškara sa garažnim brojem 315 pojavljuju vrijednosti broja godišnjih preventivnih pregleda koje su veće od 0, definisana je pomenuta korelacija samo za to sredstvo.

Viliuškar br. 315

$$N_p = -0,33 + 0,024K$$

6.9.8 Procedura utvrđivanja korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – operativna gotovost sredstava, $K = g(f_{33})$

Procedura uspostavljanja međusobne zavisnosti između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i operativne gotovosti prikazana je na slici sl. 6.9.14.



sl. 6. 9.14

6.10 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA – STEPEN ADEKVATNOSTI SPROVOĐENJA TEHNOLOGIJA RADA, $K = g(f_{34})$

6.10.1 Definicija stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, $b(f_{34})$

U okviru poglavlja 6.8 je razmotran uticaj adekvatnosti planiranja rada na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. U ovom dijelu je pažnja na uticaju adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, tj. stepena usklađenosti između broja planiranih, N_{pl} , i broja sredstava uključenih u proces rada, N_a , na promjenu vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu. Uvodi se parametar - stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, kao mjera usklađenosti između N_a i N_{pl} .

$$b(f_{34}) = N_a / N_{pl} \quad (6.10.1)$$

gdje su: N_a – broj sredstava uključenih u proces rada;
 N_{pl} – broj planiranih sredstava;

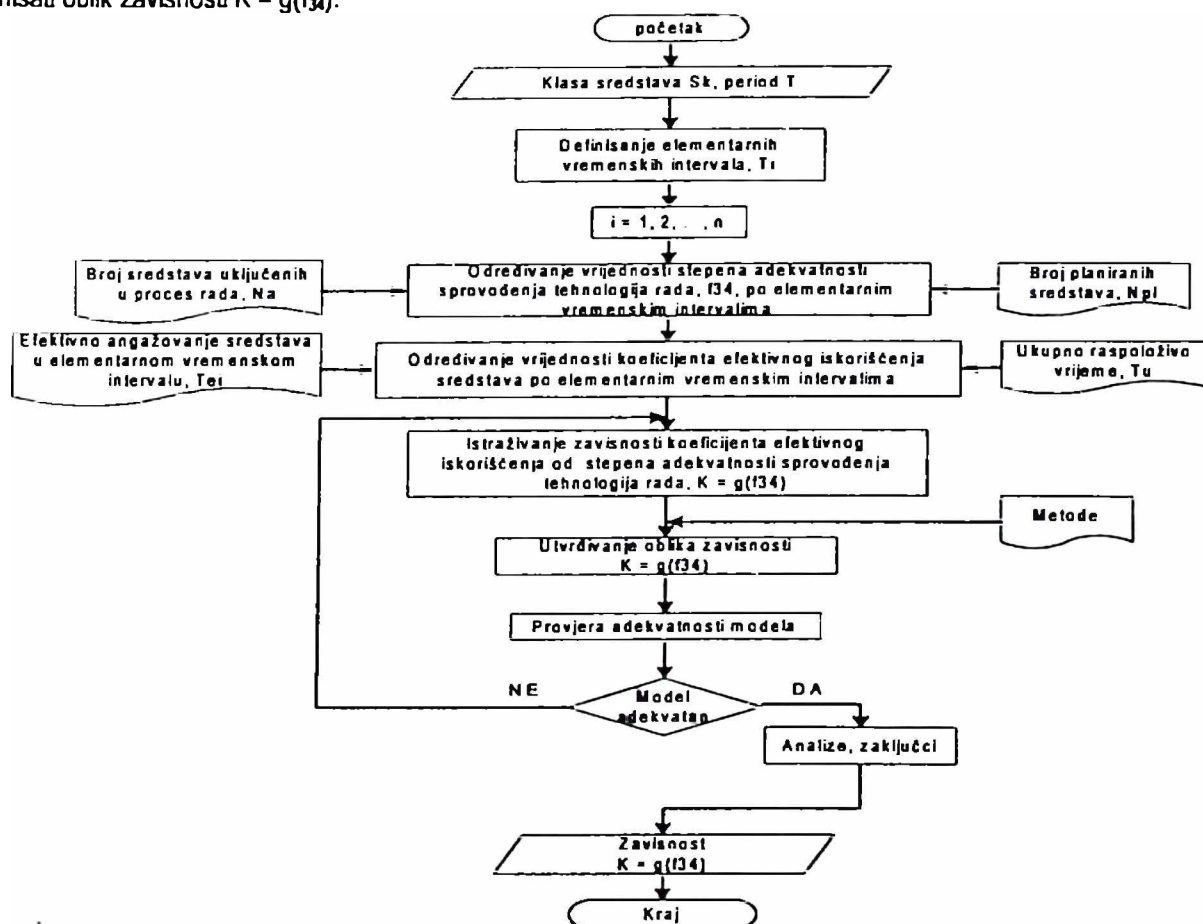
Vrijednosti parametra $b(f_{34})$ su u sledećim granicama:

$$0 < b(f_{34}) < 1 \quad (6.10.2)$$

Promjena stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada u vremenu je detaljno analizirana u Prilogu 14.

6.10.2 Procedura uspostavljanja korelacije $K = g(f_{34})$

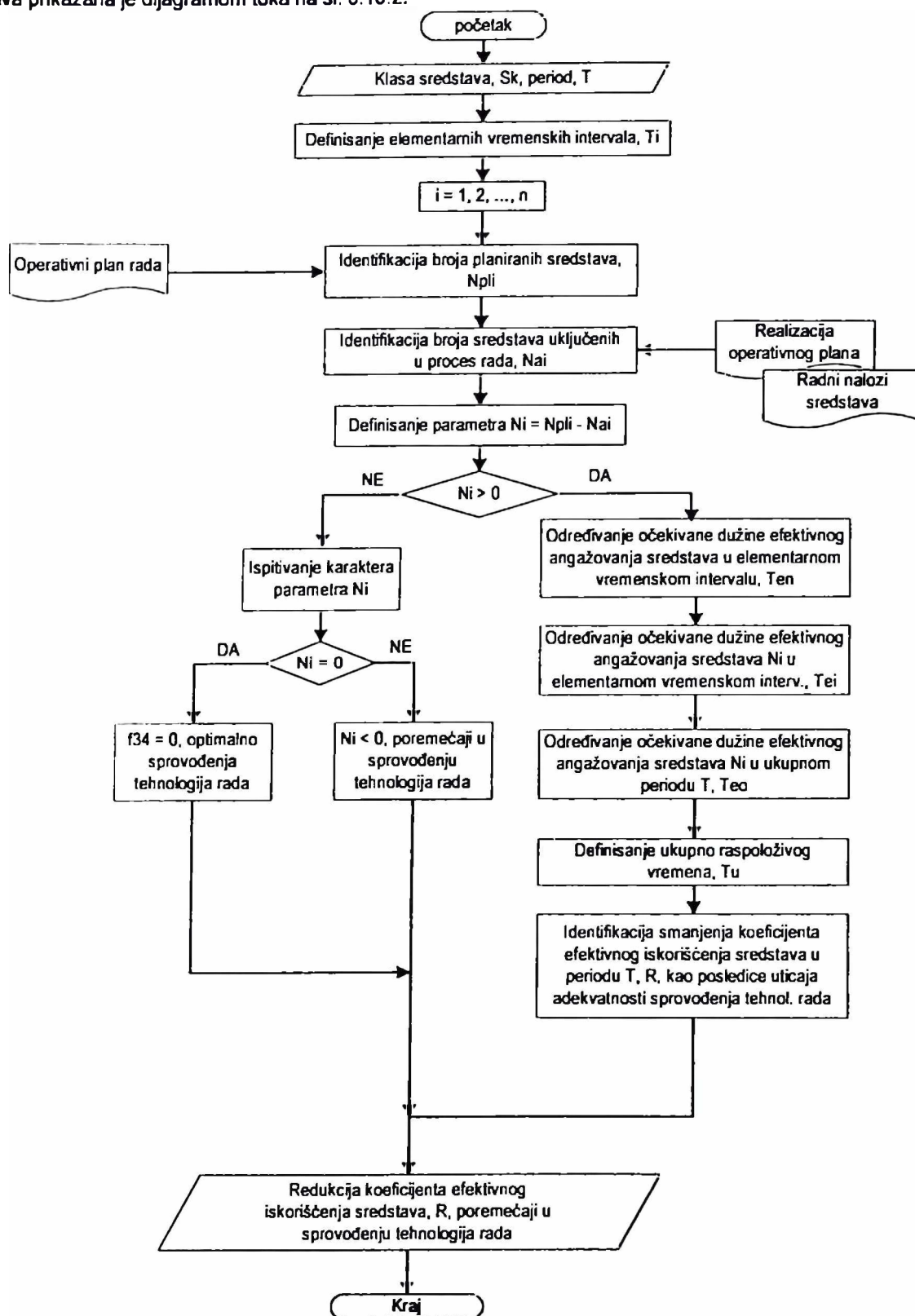
Na osnovu vrijednosti stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u određenom periodu, može se, primjenom odgovarajućih metoda, u skladu sa procedurom definisanom na sl. 6.10.1, definisati oblik zavisnosti $K = g(f_{34})$.



sl. 6.10.1

6.10.3 Uticaj stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava

Procedura kvantifikacije uticaja stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prikazana je dijagramom toka na sl. 6.10.2.



sl. 6.10.2

Relacije na osnovu kojih se određuju parametri navedeni u proceduri na sl. 6.10.2 su date u daljem dijelu.

- očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava $N_i = N_{pi} - N_{ai}$ u elementarnom vremenskom periodu, T_{ei}

$$T_{ei} = N_i \times T_{en} \quad (6.10.3)$$

gdje je: T_{en} ($T_{en} = 6h$) - nomirana dužina efektivnog angažovanja sredstava u elementarnom vremenskom periodu.

- očekivana dužina efektivnog angažovanja sredstava N_i u ukupno posmatranom periodu T

$$T_{eo} = \sum_{i=1}^n T_{ei} \quad (6.10.4)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ - broj elementarnih vremenskih perioda u vremenu T .

- smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, u zavisnosti od adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, u vremenskom intervalu T

$$R = T_{eo}/T_u \quad (6.10.5)$$

Primjenjujući elemente procedure sa sl. 6.10.2, kao i prethodno navedene relacije, na osnovu podataka iz tabele T.P14.1 (iz Priloga 14) se može izvršiti kvantifikacija uticaja adekvatnosti planiranja rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava, tokom posmatranog mjeseca iz analiziranog perioda. Parametri analize su definisani u tabeli T.6.10.1.

T.6.10.1

datum	smjena	red. br. smjene	N_{pi}	N_{ai}	N_i	T_{ei} (h)	T_{ai} (h)
2. 11.	I	2	7	3	4	6	24
	II	3	7	2	5	6	30
5. 11.	II	9	2	1	1	6	6
6. 11.	I	10	3	1	2	6	12
	II	11	3	0	3	6	18
7. 11.	I	12	9	1	8	6	48
	II	13	9	3	6	6	36
9. 11.	I	16	5	3	2	6	12
10. 11.	II	19	3	1	2	6	12
11. 11.	I	20	4	2	2	6	12
12. 11.	II	23	10	2	8	6	48
13. 11.	I	25	9	1	8	6	48
	II	26	10	6	4	6	24
14. 11.	I	28	13	3	10	6	60
	II	29	11	3	8	6	48
15. 11.	I	31	8	0	8	6	48
	II	32	8	0	8	6	48
16. 11.	I	33	20	6	14	6	84
	II	34	15	6	9	6	54
17. 11.	I	35	11	1	10	6	60
	II	36	10	5	5	6	30
18. 11.	I	37	10	4	6	6	36
	II	38	6	5	1	6	6
19. 11.	I	39	5	2	3	6	18
	II	40	8	3	5	6	30
20. 11.	I	42	3	1	2	6	12
	II	43	8	1	7	6	42
21. 11.	I	45	5	0	5	6	30
	II	46	4	0	4	6	24
23. 11.	I	50	4	0	4	6	24
24. 11.	II	53	10	4	6	6	36
25. 11.	I	54	7	1	6	6	36
26. 11.	I	57	11	2	9	6	54
27. 11.	I	58	5	2	3	6	18
	II	59	2	1	1	6	6
29. 11.	I	64	1	0	1	6	6
30. 11.	I	65	2	1	1	6	6
						T_{eo}	1146

Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava je:

$$R = T_{eo}/T_u = 1146/13728 = 0,083 \quad (6.10.6)$$

6.11 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – TEHNOLOŠKA PRIMJERENOST SREDSTAVA, $K = g(f_{41})$

Razvoj sredstava lučke mehanizacije u pravcu povećanja kapaciteta, unapređenja eksploatacionih karakteristika, poboljšanja bezbjednosti i preglednosti pri radu itd. se odvija izuzetno visokim intenzitetom. Osnovni faktori uticaja koji determinišu pomenuti razvoj su [16], [24], [34], [46], [48], [51]:

- globalizacija svjetske privrede;
- povećanje kapaciteta brodova i potrebne površine za manipulisanje;
- razvoj logističkih centara u lukama;
- privatizacija luka;
- razvoj informacionih sistema; ...

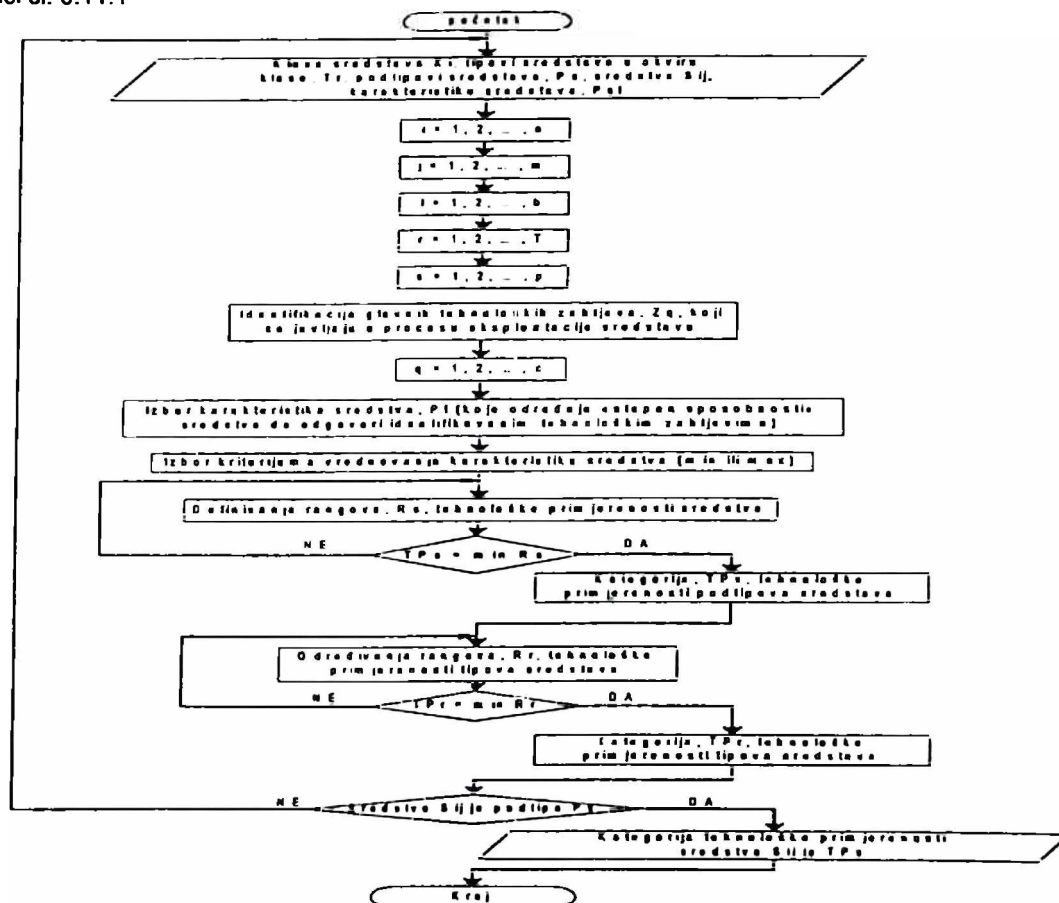
6.11.1 Definisane tehnološke primjerenosti sredstava

Tehnološka primjerenosti sredstava se može definisati kao stepen usklađenosti između eksploatacionih karakteristika sredstava i tehnoloških zahtjeva koji se generišu u procesu rada u kome su sredstva uključena. Dakle, mogu se identifikovati dvije osnovne podloge za identifikaciju stepena tehnološke primjerenosti sredstava: tehnološki zahtjevi koji proizilaze iz osnovnog procesa rada i karakteristike sredstava.

Tehnološki zahtjevi koji egzistiraju u procesu eksploatacije sredstava su:

- manipulisanje sa jedinicama tereta određenih težina;
- manipulisanje sa jedinicama tereta određenih dimenzija;
- neophodnost podizanja tereta na određenu visinu;
- potreba bočnog pomjeranja tereta;
- rad u prostorima ograničene visine (unutrašnjost kontejnera, rad u vagonu, rad u brodskom skladištu, ...); itd.

Procedura identifikacije kategorije tehnološke primjerenosti sredstava, unutar određene klase, prikazana je dijagramom toka na slici sl. 6.11.1



sl. 6.11.1

Rasponi vrijednosti indeksa datih na sl. 6.11.1 su:

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj klasa sredstava;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj sredstava u okviru klase;

$l = 1, 2, \dots, b$ – broj karakteristika sredstva;

$r = 1, 2, \dots, T$ – broj tipova sredstava unutar klase;

$s = 1, 2, \dots, p$ – broj podtipova sredstava unutar određenog tipa;

$q = 1, 2, \dots, c$ – broj identifikovanih tehnoloških zahtjeva;

Tehnološka primjerenost konkretnog sredstva definisana je, dakle, njegovom pripadnošću određenom podtipu sredstava unutar posmatrane klase. Konkretni primjer definisanja kategorija tehnološke primjerenosti sredstava, primjenom prezentirane procedure, prikazan je u Prilogu 15.

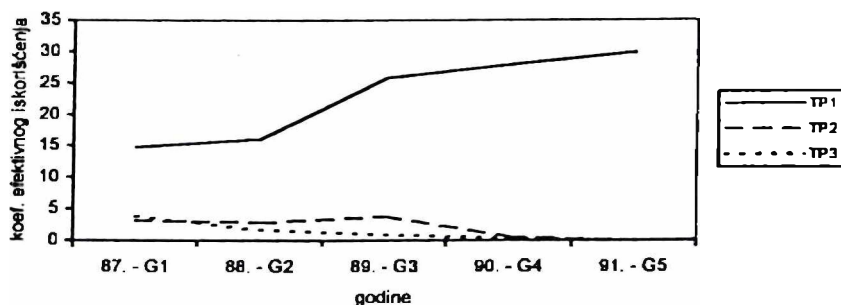
6.11.2 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih kategorija tehnološke primjerenosti

Na osnovu podataka o vremenima efektivnog iskorišćenja sredstava tokom posmatranog perioda, definisani su koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih kategorija tehnološke primjerenosti (T.6.11.1)

T. 6.11.1

godina	tip sredstava	kategorija (klasa) tehnološke primjerenosti, f_{41} (TP)	K_i (%)
1987. – G1	A – H 60 H	2	3,1
	B – DIM 30 CD	3	3,9
	C – DI 30 B	1	14,8
1988. – G2	A – H 60 H	2	2,9
	B – DIM 30 CD	3	1,7
	C – DI 30 B	1	16,1
1989. – G3	A – H 60 H	2	3,8
	B – DIM 30 CD	3	0,9
	C – DI 30 B	1	25,9
1990. – G4	A – H 60 H	2	0,6
	B – DIM 30 CD	3	0,4
	C – DI 30 B	1	27,9
1991. – G5	A – H 60 H	2	0
	B – DIM 30 CD	3	0
	C – DI 30 B	1	29,9

Predstavljanjem podataka iz T.6.11.1 na dijagramu dobija se sl. 6.11.2.

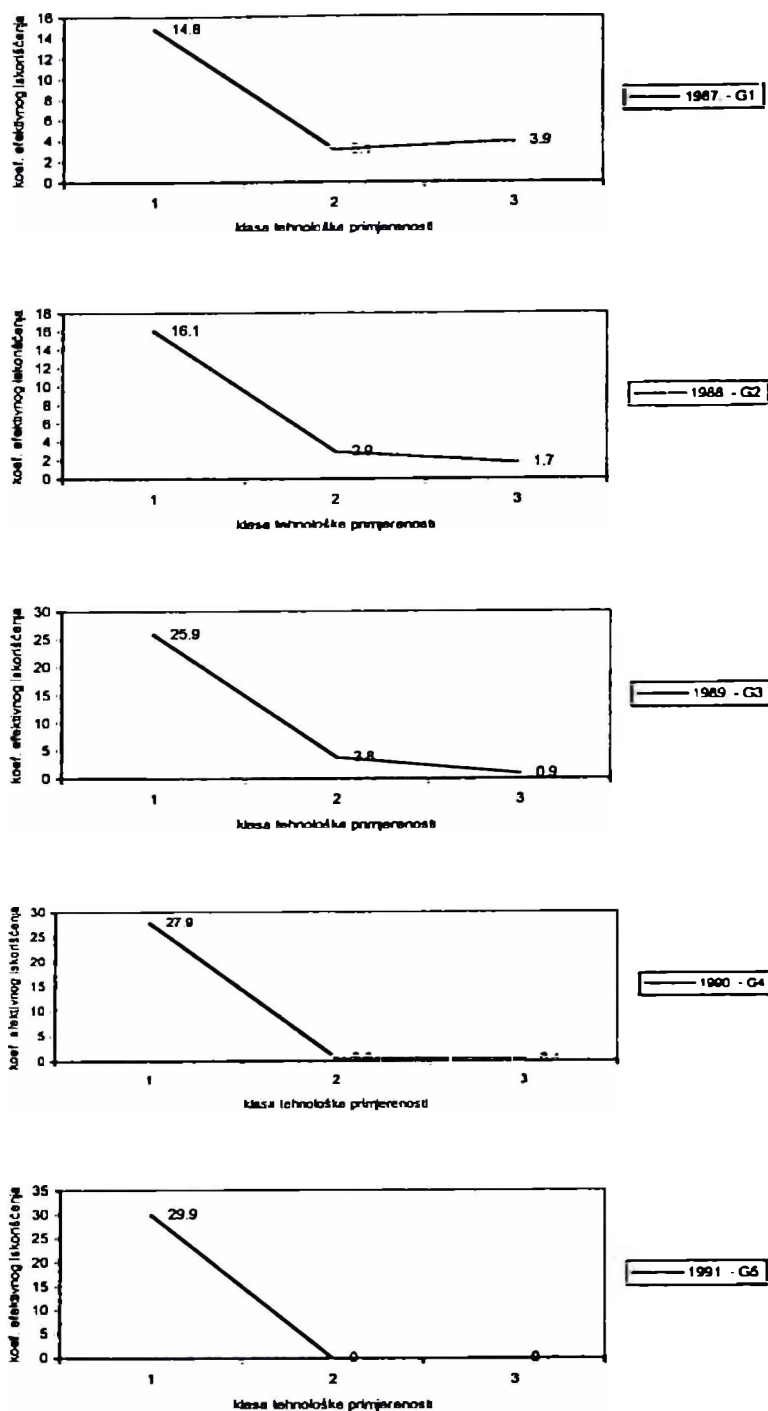


sl. 6.11.2

Zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava različitih kategorija tehnološke primjerenosti u vremenu analizirana je u Prilogu 16.

6.11.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{41})$

Transformacijom podataka iz T.6.11.1 (i sl. 6.11.2) na način prikazan graficima na sl. 6.11.3, stvaraju se osnove za uspostavljanje korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i klase tehnološke primjerenosti sredstava.



sl. 6.11.3

Primjenom odgovarajuće matematičke procedure (detaljno predstavljene u Prilogu 17), definisane su korelacije $K = g(f_{41})$ po godinama iz posmatranog perioda (T.6.11.2):

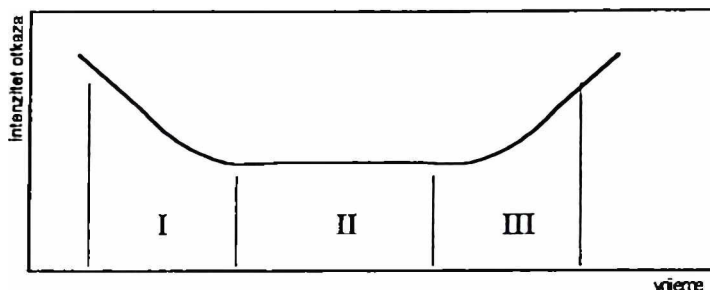
T.6.11.2

godina	oblik zavisnosti $K = g(f_{41})$
1987. - G1	$K = 18,12 - 5,43 f_{41}$
1988. - G2	$K = 21,3 - 7,2 f_{41}$
1989. - G3	$K = 35,2 - 12,5 f_{41}$
1990. - G4	$K = 36,51 - 13,44 f_{41}$
1991. - G5	$K = 39,82 - 14,93 f_{41}$

6.12 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA – FAZA ŽIVOTNOG VIJEKA, $K = g(f_{42})$

6.12.1 Definisanje faze životnog vijeka sredstava

Osnovno polazište za određivanje faze životnog vijeka sredstva je karakter funkcije intenziteta njegovih otkaza. Mnogi rezultati istraživanja potvrđuju da je funkcija intenziteta otkaza oblika "kade" i da se na njoj mogu uočiti tri karakteristična segmenta (sl. 6.12.1) koji odgovaraju fazama životnog vijeka sredstva.



sl. 6.12.1

I: Prva faza životnog vijeka sredstva

intenzitet otkaza opada u vremenu ($d\lambda/dt < 0$) – period ranih (ugrađenih) otkaza;

II: Druga faza životnog vijeka sredstva

intenzitet otkaza je približno konstantan u vremenu ($d\lambda/dt \approx 0$) – period slučajnih otkaza;

III: Treća faza životnog vijeka sredstva

intenzitet otkaza raste u vremenu ($d\lambda/dt > 0$) – period otkaza usled habanja i starenja;

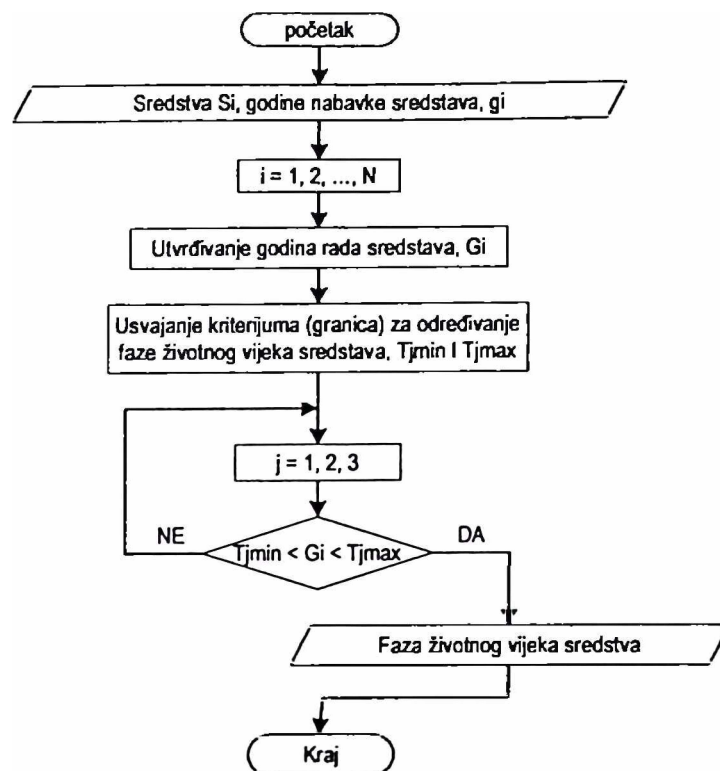
Ispitivanje uzroka otkaza u početnoj fazi rada sredstva pokazuju da otkaz nastaje kao posledica: nedovoljno proučene konstrukcije, loše izrade ili montaže, nedovoljne kontrole, itd. Momenat pojave otkaza, kao slučajna veličina, u ovom se slučaju pokorava Vejbulovoj raspodjeli.

Osnovni uticajni faktori na pojavu slučajnih otkaza su: nestabilnost konstrukcionih parametara, nestabilnost tehnoloških parametara, nestabilnost uslova okoline, loše rukovanje, neadekvatno održavanje, ... Momenat otkaza sredstva u fazi životnog vijeka okarakterisanog ovim tipom otkaza dobro se opisuje eksponencijalnom raspodjelom.

Otkazi u trećoj fazi životnog ciklusa sredstva posledica su trošenja, starenja, erozije, i sl. i to, uglavnom, proporcionalno sa vremenom. Momenat pojave otkaza, kao slučajna veličina, u ovom se slučaju, sa dovoljnom tačnošću, može opisati normalnom raspodjelom.

Priroda parametra $\lambda(t)$ zahtijeva raslaganje sa podacima o otkazima u prošlim periodim rada sredstva. Ovi podaci treba da su proizvod funkcionisanja podsistema i modula adekvatno strukturiranog informacionog sistema upravljanja održavanjem.

Međutim, u situacijama kada se ne raspolaže sa podacima o intenzitetu otkaza, neophodno je precizirati alternativne modele identifikacije faze životnog vijeka sredstva. Ovi se modeli zasnivaju na određenim usvojenim kriterijumima. Na narednoj slici (sl. 6.12.2) su prikazani elementi procedure definisanja faze životnog vijeka sredstva u slučaju nepostojanja podataka o karakteru promjene intenziteta otkaza u vremenu.



sl. 6.12.2

$i = 1, 2, \dots, N$ – broj sredstava;

$j = 1, 2, 3$ – faze životnog vijeka sredstva;

Primjenjujući elemente navedene procedure, u Prilogu 18 su definisane faze životnog vijeka sredstva iz populacije viljuškara nosivosti 3t.

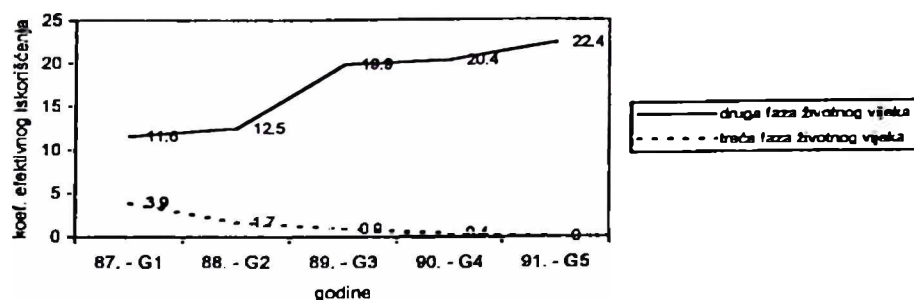
6.12.2 Koeficijenti efektivnog iskorišćenja sredstava po fazama životnog vijeka

Polazeći od podataka o vremenu efektivnog angažovanja sredstava iz klase nosivosti 3t i identifikovanih faza životnog vijeka sredstava (Prilog 18), u tabeli T.6.12.1 su prezentirane vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava po fazama njihovog životnog vijeka.

T.6.12.1

godina	faza životnog vijeka	K_i (%)
1987. – G1	I	-
	II	11,6
	III	3,9
1988. – G2	I	-
	II	12,5
	III	1,7
1989. – G3	I	-
	II	19,9
	III	0,9
1990. – G4	I	-
	II	20,4
	III	0,4
1991. – G5	I	-
	II	22,4
	III	0

Predstavljanjem podataka iz T.6.12.1 na dijagramu dobija se sl. 6.12.3.

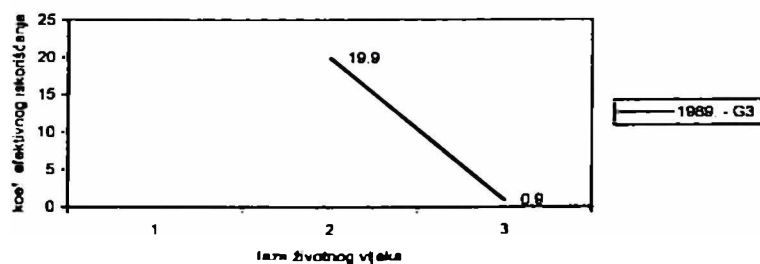
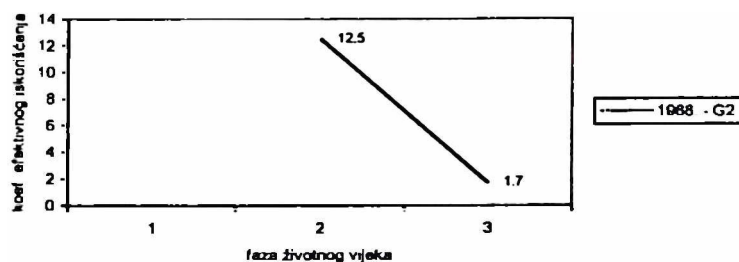
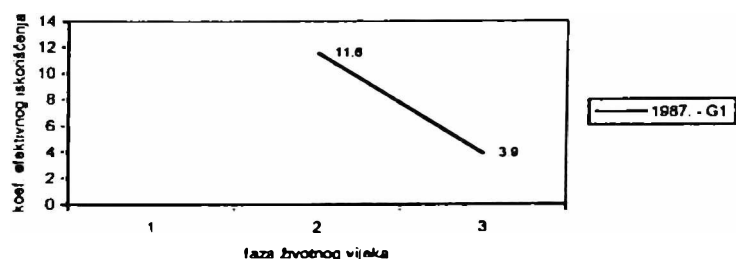


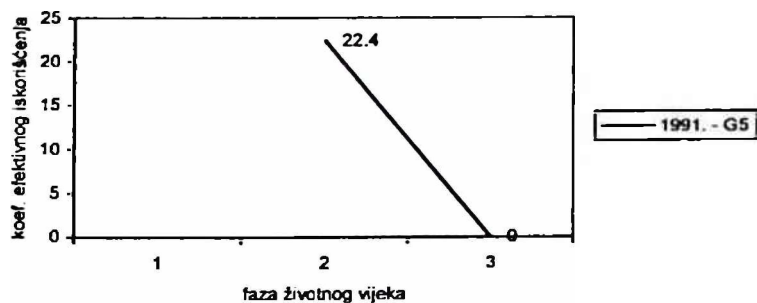
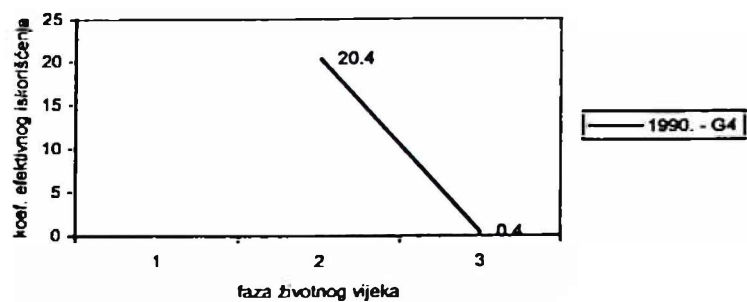
sl. 6.12.3

Zakovitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u vremenu po fazama životnog vijeka detaljnije je analizirana u Prilogu 19.

6.12.3 Oblik zavisnosti $K = g(f_{42})$

U cilju ilustracije uticaja faze životnog vijeka na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava, izvršena je transformacija grafika sa slike sl. 6.12.3. Dobije se, pri tome, sledeće (sl. 6.12.4).





sl. 6.12.4

Zavisnost $K = g(f_{42})$ je, polazeći od jednačine

$$\frac{f - f_1}{f_2 - f_1} = \frac{K - K_1}{K_2 - K_1}$$

precizirana u daljem dijelu ($f = f_{42}$).

1987. - G1	1988. - G2
$\frac{f - 2}{3 - 2} = \frac{K - 11,6}{3,9 - 11,6}$ $K = 27 - 7,7 \cdot f$	$\frac{f - 2}{3 - 2} = \frac{K - 12,5}{-10,8}$ $K = 34,1 - 10,8 \cdot f$
1989. - G3	1990. - G4
$\frac{f - 2}{3 - 2} = \frac{K - 19,9}{-19}$ $K = 57,9 - 19 \cdot f$	$\frac{f - 2}{3 - 2} = \frac{K - 20,4}{-20}$ $K = 60,4 - 20 \cdot f$
1991. - G5	
$\frac{f - 2}{3 - 2} = \frac{K - 22,4}{-22,4}$ $K = 67,2 - 22,4 \cdot f$	

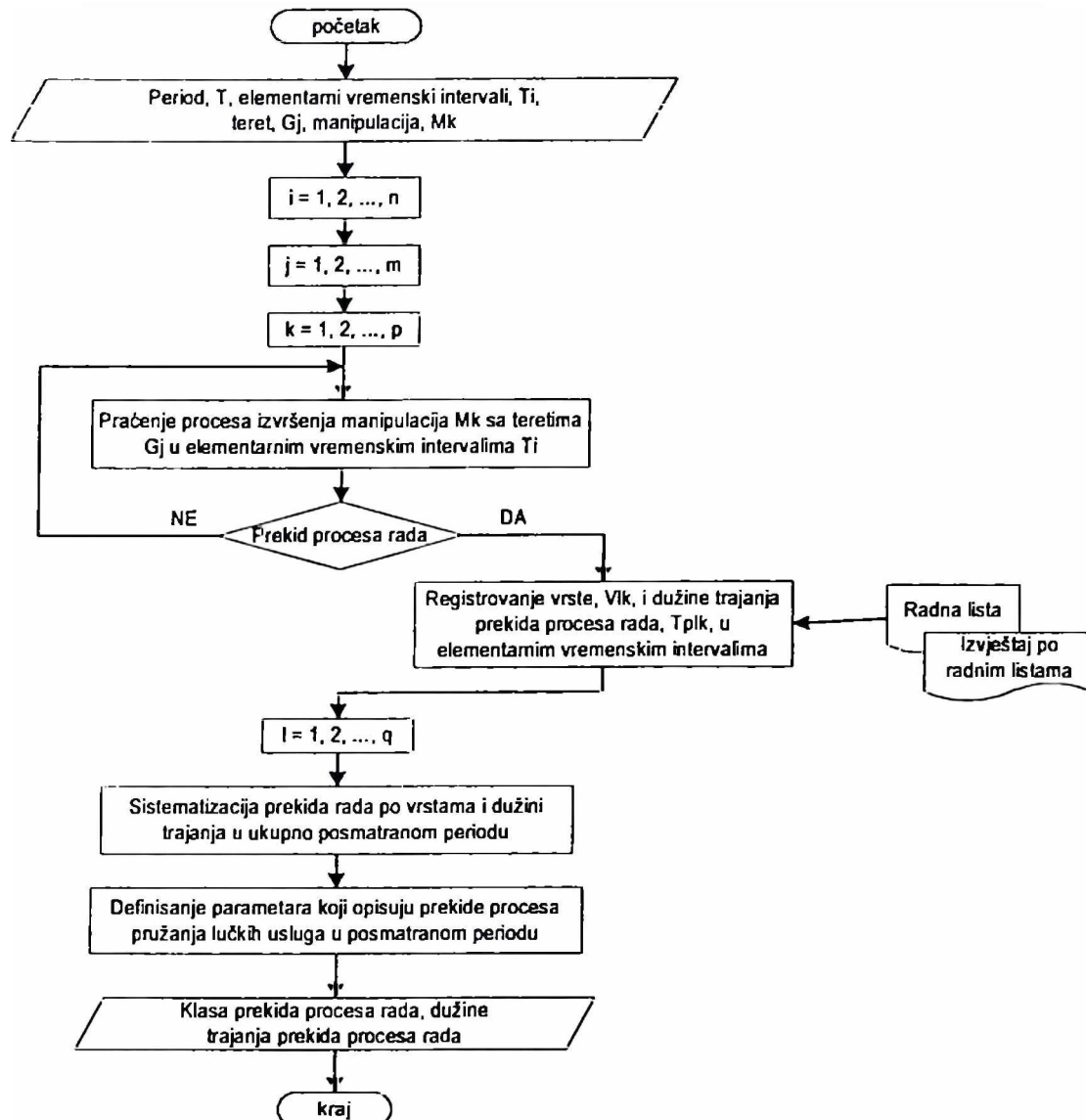


6.13 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA – PREKIDI PROCESA RADA, $K = g(f_{43})$

6.13.1 Identifikacija i sistematizacija vrsta prekida procesa rada

Jedna od značajnih karakteristika procesa pružanja lučkih usluga je zahtjev da se konkretna usluga izvrši u toku definisanog vremenskog intervala. Bitan preduslov ispunjenja tog zahtjeva je neprekidnost procesa rada u datom periodu, jer se jedino tada mogu iskoristiti raspoloživi resursi i usluga pružiti u skladu sa zahtjevima kvaliteta i minimuma troškova. U praksi se, međutim, kao posledica dejstva raznorodnih faktora uticaja, javljaju prekidi procesa rada. Momenat njihovog pojavljivanja, kao i dužina njihovog trajanja, slučajnog su karaktera. Jedan od ciljeva u procesu upravljanja pružanjem lučkih usluga treba da bude dostizanje minimuma, kako broja, tako i dužine trajanja prekida procesa rada. Početna faza u tom pravcu je identifikacija vrsta i uzroka prekida.

Dijagramom toka na sl. 6.13.1 su prikazane glavne faze procedure identifikacije prekida procesa rada.



sl. 6.13.1

Oznake na sl. 6.13.1 imaju sledeće značenje:

$i = 1, 2, \dots, n$ – broj elementarnih vremenskih intervala u ukupno posmatranom periodu;

$j = 1, 2, \dots, m$ – broj tereta (pojavnih oblika tereta) koji su predmet rada u izabranom periodu;

$k = 1, 2, \dots, p$ – broj manipulacija sa teretom G_j u vremenskom intervalu T_i ;

$l = 1, 2, \dots, q$ – broj vrsta prekida procesa rada p manipulacijama M_k sa teretima G_j , u elementarnim vremenskim intervalima T_i ;

T_{pk} – dužina trajanja prekida rada vrste V_l u procesu izvođenja manipulacije M_k sa teretom G_j u vremenskom intervalu T_i ;

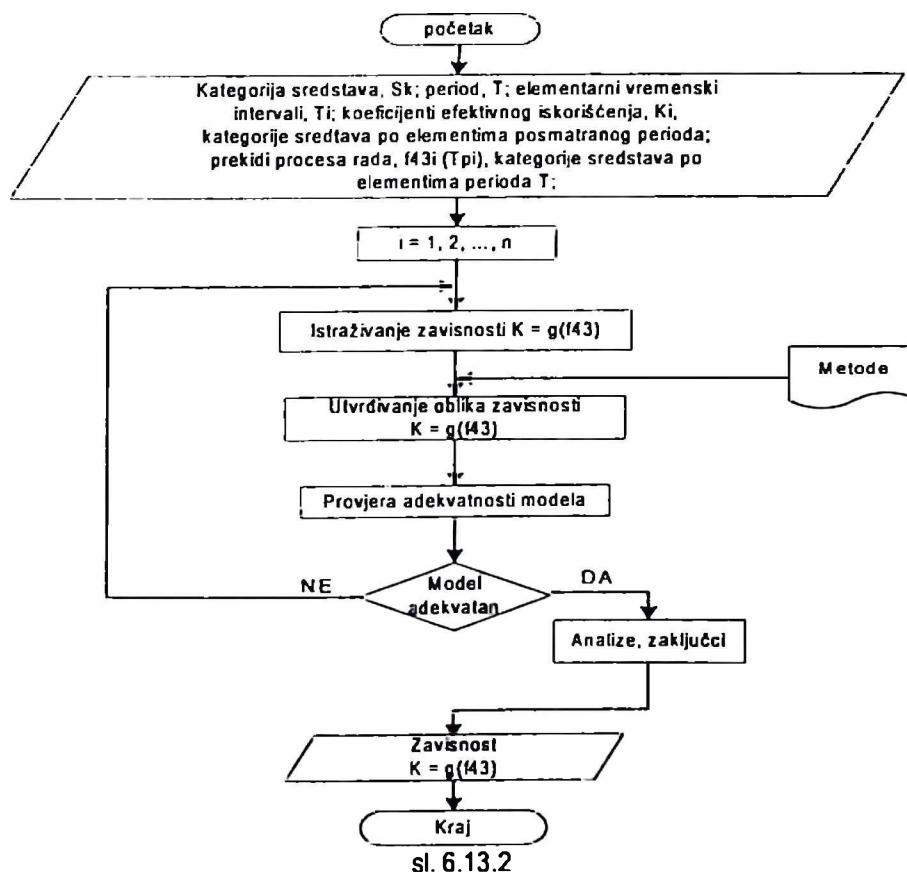
Primjenom elemenata prikazane procedure na konkretnom objektu analize (manipulacije sa teretima čiji je pojavni oblik vez u periodu 1990. – 1991.), izvršena je identifikacija i sistematizacija vrsta i dužine trajanja prekida procesa rada. Rezultati analize su prikazani u narednoj tabeli (T.6.13.1).

T.6.13.1

red. br.	grupa prekida rada	klasa prekida rada	vrsta prekida rada, V_i
1.	prekidi procesa rada izazvani faktorima koji djeluju unutar lučkog poslovnog sistema	poremećaji u realizaciji karakterističnih faza procesa pružanja lučke usluge	poremećaji u distribuciji radne snage na mjestu rada poremećaji u distribuciji sredstava mehanizacije na mjestu rada poremećaji u distribuciji lučkog alata na mjestu rada ...
		otkazi sredstava lučke mehanizacije	otkazi sredstava vertikalne mehanizacije otkazi sredstava horizontalne mehanizacije
		prekidi procesa rada zbog posebnih tehnoloških zahtjeva u procesu rada	ubacivanje viljuškara u brodsko skladište vađenje viljuškara iz brodske skladište premještanje broda na vez opremljen adekvatnim sredstvima mehanizacije izmjena režima rada sredstva vertikalne mehanizacije ...
2.	prekidi procesa rada izazvani faktorima koji djeluju izvan lučkog poslovnog sistema	priprema brodskih sredstava mehanizacije	priprema "deniča" ...
		otkaz brodskih sredstava mehanizacije	kvar vinča ...
		prirodne nepogode	kiša jak vjetar ...
		neispunjenje obaveza od strane korisnika usluga	nedostatak vozila za utovar neispunjenje obaveza o prisustvu na mjestu rada ...
		prekid na sistemima snabdjevanja luke vodom i električnom energijom	nestanak struje ...

6.13.2 Procedura utvrđivanja korelacije $K = g(f_{43})$

Dijagramom toka na narednoj slici (sl. 6.13.2) prikazane su osnovne faze postupka uspostavljanja zavisnosti između vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i dužine prekida procesa rada.



Analognim razmatranjima kao u slučaju analize uticaja prekida zaliha rezervnih djelova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (poglavlje 6.9.4.1), moguće je utvrditi uticaj dužine prekida procesa rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava.

* smanjenje koeficijenta iskorišćenja

$$R = K_p - K_s \quad (6.13.1)$$

gdje su: K_p -potencijalni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;

K_s -stvami (ostvoreni) koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;

* potencijalni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava

$$K_p = T_{ep} / T_u \quad (6.13.2)$$

gdje su: T_{ep} -potencijalna dužina intervala efektivnog angažovanja sredstava;

T_u -ukupno raspoloživo vrijeme za posmatrani period;

* stvami koeficijent iskorišćenja sredstava

$$K_s = T_{es} / T_u \quad (6.13.3)$$

gdje je: T_{es} -ostvorena dužina intervala efektivnog angažovanja sredstava;

Zamjenom relacija (6.13.2) i (6.13.3) u (6.13.1) dobija se:

$$R = K_p - K_s = (T_{ep} / T_u) - (T_{es} / T_u) = (T_{ep} - T_{es}) / T_u = T_p / T_u \quad (6.13.4)$$

gdje je: $T_p = T_{ep} - T_{es}$ – dužina trajanja prekida procesa rada;

Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava je, dakle, direktno proporcionalno dužini trajanja prekida procesa rada.

6. 14 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – KARAKTERISTIKE TRANSPORTNOG SREDSTVA, $K = g(f_{44})$

Uticaj karakteristika transportnog sredstva na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se ispoljava posredstvom dejstva na dužinu intervala efektivnog angažovanja sredstva za izvršenje određene manipulacije sa teretom (lučke usluge). Uzimajući u obzir činjenicu da najizrazitije dejstvo na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva ispoljavaju karakteristike brodova, pažnja će se usmjeriti na razmatranje uticaja tih karakteristika. Može se, polazeći od pretpostavke o konstantnosti količine (Q) tereta koja je predmet usluge, kao mjera uticaja karakteristika brodova na dužinu efektivnog angažovanja sredstva, definisati *koeficijent karakteristika brodova* na sledeći način:

$$f_b (f_{44}) = t_{ebi} / t_{eb} \quad (6.14.1)$$

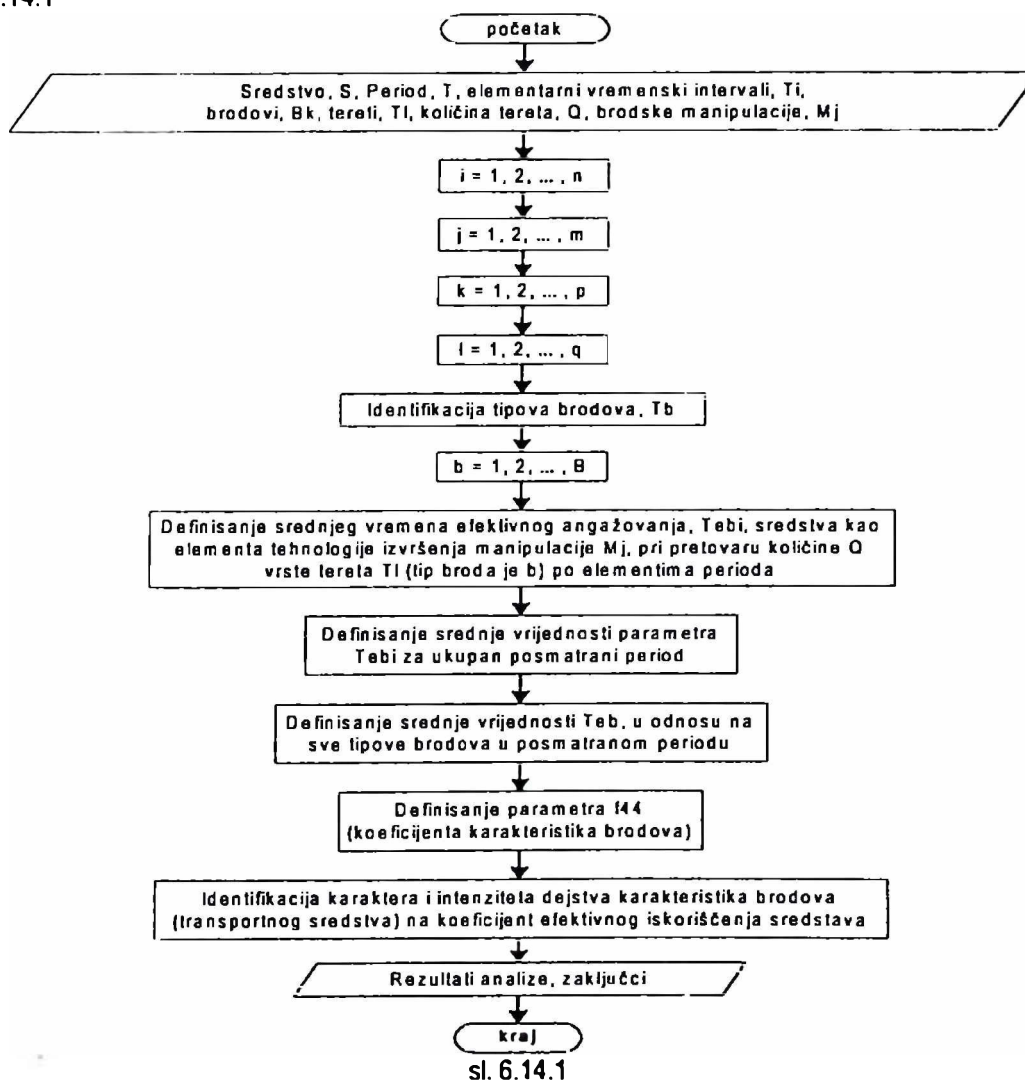
gdje su: t_{ebi} – efektivno angažovanje tehnologijom rada definisanog sredstva, za pretovar količine

Q vrste tereta G_i , u manipulaciji M_i , kada je tip broda i;

t_{eb} – prosječna dužina intervala efektivnog angažovanja tehnologijom rada definisanog sredstva, u

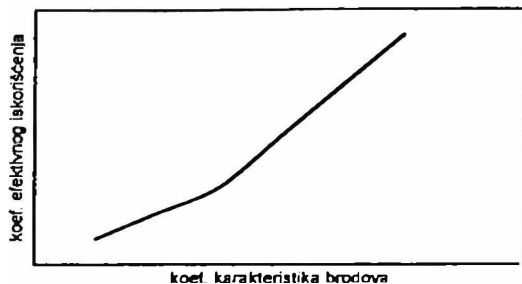
posmatranom periodu, za pretovar količine, Q, vrste tereta G_i , u manipulaciji M_i , kada se uzmu u obzir svi tipovi brodova koji su se, u tom periodu, pojavljivali u luci;

Relacija (6.14.1), takode, podrazumijeva isti sastav radne ruke, istu vrstu tereta, istu fazu ukrcaja/iskrcaja broda, istu manipulativnu jedinicu i iste izvršiocce kako bi se neutralizovalo dejstvo tih uticajnih faktora na dužinu vremena efektivnog angažovanja sredstva. U cilju identifikacije karaktera i intenziteta uticaja karakteristika broda na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava angažovanih na izvršenju brodskih manipulacija, neophodno je, kao početni korak, definisati vrijednosti koeficijenta f_b u određenim vremenskim intervalima, a zatim izvršiti povezivanje vremena efektivnog angažovanja sredstva sa tipom (karakteristikama) broda. Faze realizacije pomenutih aktivnosti prikazane su dijagramom toka na sl. 6.14.1



sl. 6.14.1

Razmotriće se, sada, odnos između vrijednosti koeficijenta karakteristika brodova i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Na sl. 6.14.2 je predstavljena opšta korelacija između pomenutih parametara.



sl. 6.14.2

Prezentirani opšti oblik zavisnosti proizilazi iz definicije posmatranih parametara. Naime, sa porastom vremena efektivnog angažovanja sredstava raste i vrijednost parametra f_b , što je, istovremeno, praćeno porastom koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Do sada sprovedena razmatranja, kao što je naglašeno, sprovedena su uz određene pretpostavke, tako da slijedi logičan zaključak o izvjesnom riziku greške izvedenih tvrdnji, odnosno dobijenih rezultata. Respektujući navedeno, može se izvršiti kvantifikacija dejstva karakteristika brodova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava u posmatranom vremenskom periodu T . Polazi se od činjenice da je za pretovar količine Q vrste tereta G_i , u brodskim manipulacijama tipa M_i i tipu broda b , neophodno efektivno angažovanje sredstava, iz tehnologijom rada definisanog sastava radne ruke, t_{ebi} . Neka je ukupna količina pretovara tereta vrste G_i , u vremenskom periodu T , Q_{iu} .

- definisanje ukupno potrebnog vremena efektivnog angažovanja sredstva za pretovar količine Q_{iu} , vrste tereta G_i , u posmatranom periodu T :

$$T_{ebi} = \sum_{i=1}^n t_{ebi} \quad (6.14.2)$$

gdje je:

$$n = Q_{iu}/Q \quad (6.14.3)$$

t_{ebi} – neophodno efektivno angažovanje sredstva za pretovar količine Q vrste tereta G_i ;

- definisanje ukupnog vremena efektivnog angažovanja sredstava, pri izvršenju brodskih manipulacija, u slučaju brodova tipa b , za pretovar ukupne količine svih vrsta tereta u periodu T :

$$T_{ebu} = \sum_{i=1}^q T_{ebi} \quad (6.14.4)$$

gdje je: T_{ebi} – efektivno angažovanje sredstva, u periodu T , za pretovar vrste tereta G_i .

$i = 1, 2, \dots, q$ – broj vrsta tereta koji su predmet usluga u periodu T ;

Može se, sada, definisati parametar a^* kao odnos između ukupnog vremena efektivnog angažovanja sredstva za pretovar ukupne količine svih vrsta tereta, u slučaju različitih tipova brodova, u posmatranom periodu T .

$$a^* = T_{ebu}/T_{e(b+1)u} \quad (6.14.5)$$

Imajući u vidu definiciju koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, relacija (6.14.5) se može prevesti u odnos koeficijenata efektivnog iskorišćenja na sledeći način:

$$a = (K_b \times T_u)/(K_{b+1} \times T_u) = K_b/K_{b+1} \quad (6.14.6)$$

gdje su: K_b – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva koji odgovara angažovanju sredstva u brodskim manipulacijama kada je tip broda b .

K_{b+1} – koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva koji odgovara angažovanju sredstva u brodskim manipulacijama kada je tip broda $(b + 1)$.

6.15 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA – RUKOVAOCI SREDSTVOM MEHANIZACIJE, $K = g(f_{45})$

Rezultati analiza potvrđuju da se pri nepromijenjenim ostalim značajnim faktorima uticaja na dužinu vremenskog intervala efektivnog angažovanja sredstava (vrsta tereta, manipulativna jedinica, karakteristike transportnog sredstva, vrsta manipulacije, lučki alat, ...) pojavljuje značajno dejstvo rukovalaca sredstvom na vrijednosti koeficijenta njegovog efektivnog iskorišćenja. Naime, može se dokazati da je, u slučaju ispunjenosti prethodno navedenog uslova o konstantnosti ostalih faktora uticaja, potrebna dužina rada sredstva, T_e , za pretovar određene količine tereta, Q , funkcija rukovalaca sredstvom. U tabeli, T.6.15.1, su prikazani podaci o varijacijama ostvarenog broja radnih ciklusa sredstva, u odnosu na prosječan broj radnih ciklusa, u izabranom periodu (februar – mart 1991.g.), u zavisnosti od rukovalaca sredstvom, pri nepromijenjenim ostalim elementima tehnologije rada.

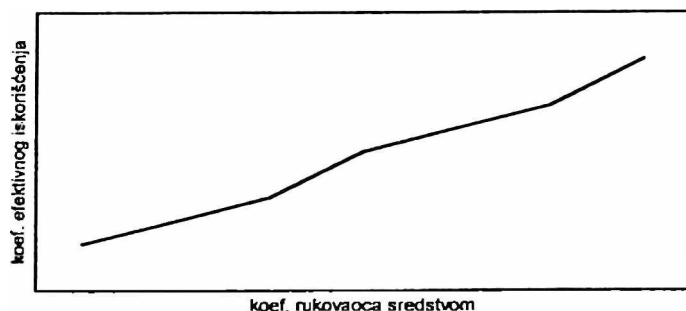
T.6.15.1

rukovalac sredstvom, r	1	2	3	4	5
koeficijent ostvarenog broja radnih ciklusa, n_o	0,92	1	0,94	1,29	0,65
koeficijent srednjeg broja radnih ciklusa, n_c	1	1	1	1	1

Polazeći od navedenih konstatacija, može se uvesti *koeficijent rukovalaca sredstvom*, f_{45} , koji predstavlja odnos između vremena (t_{ek}) potrebnog za pretovar određene količine (Q), vrste tereta G_j , u manipulaciji M_i , kada je rukovalac sredstvom r i prosječnog vremena potrebnog za pretovar iste količine i vrste tereta, t_e , na istoj relaciji.

$$f_{45} = t_e / t_{ek} \quad (6.15.1)$$

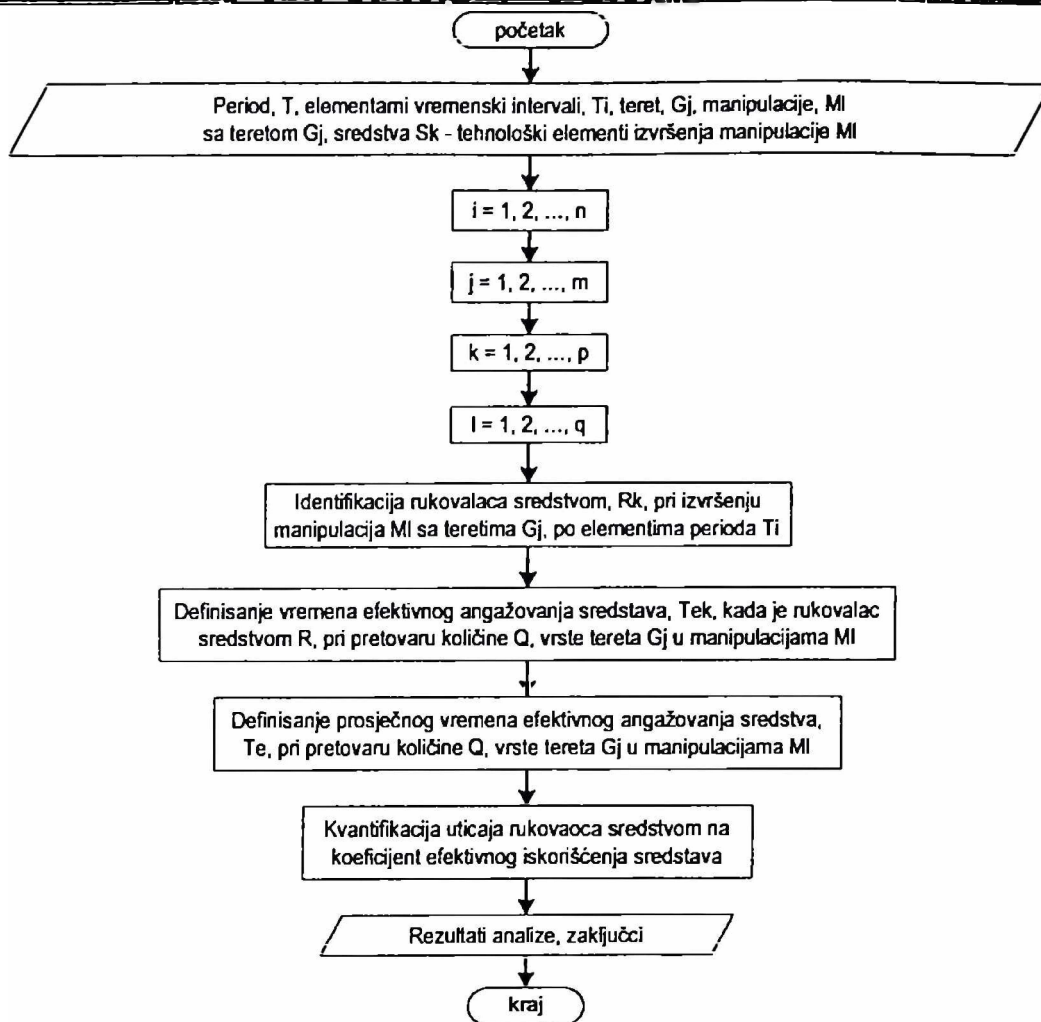
Imajući u vidu karakter koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva i koeficijenta rukovaoca sredstvom, na sl. 6.15.1 je predstavljen opšti odnos između njih.



sl. 10.15.1

Porast koeficijenta rukovaoca sredstvom je, dakle, praćen povećanjem koeficijenta efektivnog iskorišćenja.

Redosled aktivnosti u procesu identifikacije karaktera i intenziteta dejstva razmatranog uticajnog faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prikazan je dijagramom toka na sl. 6.15.2.



sl. 6.15.2

Karakteristične relacije za kvantifikaciju uticaja rukovalaca sredstvom na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prikazane su u daljem dijelu.

- razlika između vremena efektivnog angažovanja sredstva t_{er} (kada je rukovalac sredstvom r) i prosječnog efektivnog angažovanja, t_e , sredstva za pretovar količine Q , vrste tereta G_j , u manipulaciji M_i , u elementarnom vremenskom periodu.

$$\Delta t_{ei} = t_{er} - t_e \quad (6.15.2)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od rukovaoca, pri pretovaru vrste tereta G_j (i ostalim pobrojanim uslovima) u ukupno posmatranom periodu, T_{ej}

$$T_{ej} = \sum_{i=1}^n \Delta t_{ei} \quad (6.15.3)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od rukovaoca, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, T_e

$$T_{er} = \sum_{j=1}^m T_{ej} \quad (6.15.4)$$

- koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od rukovaoca sredstvom:

$$K_r = T_{er} / T_u \quad (6.15.5)$$

6.16 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA - OSTALI IZVRŠIOCI IZ SASTAVA RADNE RUKE, $K = g(f_{46})$

Pored rukovalaca sredstvom, čiji je uticaj na koeficijent efektivnog iskorišćenja razmatran u dijelu 6.15, dejstvo na vrijednosti pomenutog parametra ispoljavaju i ostali izvršioci iz, tehnologijom rada određenog, skupa radnika ("radne ruke") neophodnog za izvršenje konkretne manipulacije sa teretom. Kao ilustracija značajnosti dejstva ovog faktora, u narednoj tabeli (T.6.16.1) je prikazan intenzitet uticaja sredstava mehanizacije i ostalih izvršilaca iz sastava "radne ruke" po karakterističnim fazama ciklusa izvršenja manipulacije.

T. 6.16.1

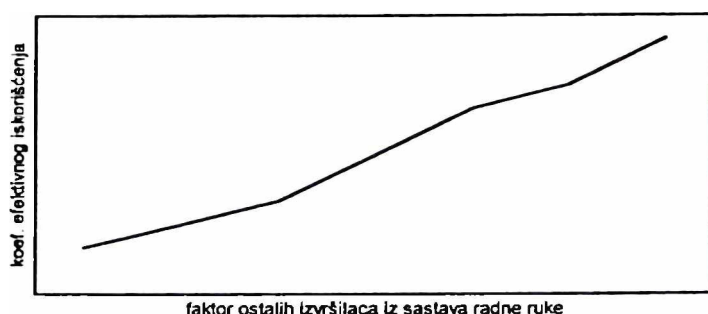
faza ciklusa manipulacije	odlučujuće dejstvo na dužinu trajanja	
	sredstvo mehanizacije	ostali izvršioci
zahvatanje manipulativne jedinice lučkim alatom		*
radni hod sredstva mehanizacije	*	
"oslobađanje" manipulativne jedinice od lučkog alata		*
povratni hod sredstva mehanizacije	*	

Analiza karaktera i intenziteta dejstva ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke podrazumijeva "konstantnost" ostalih tehnoloških elemenata (vrste i varijante manipulacije sa teretom, sredstava mehanizacije, lučkog alata, manipulativne jedinice, ...). Može se definisati *faktor ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke*, f_{46} , kao mjera uticaja ostalih izvršilaca na dužinu efektivnog angažovanja sredstava mehanizacije pri pretovaru količine Q , vrste tereta G_i u manipulaciji M_i .

$$f_{46} = T_{ei} / T_e \quad (6.16.1)$$

gdje su: T_{ei} – dužina efektivnog angažovanja sredstva mehanizacije, definisanog tehnologijom rada, pri pretovaru količine Q , vrste tereta G_i u manipulaciji M_i , kada su ostali izvršioci iz sastava radne ruke I_i ;
 T_e – prosječna dužina efektivnog angažovanja sredstva u ukupno posmatranom periodu, pri pretovaru količine Q , vrste tereta G_i u manipulaciji M_i ;

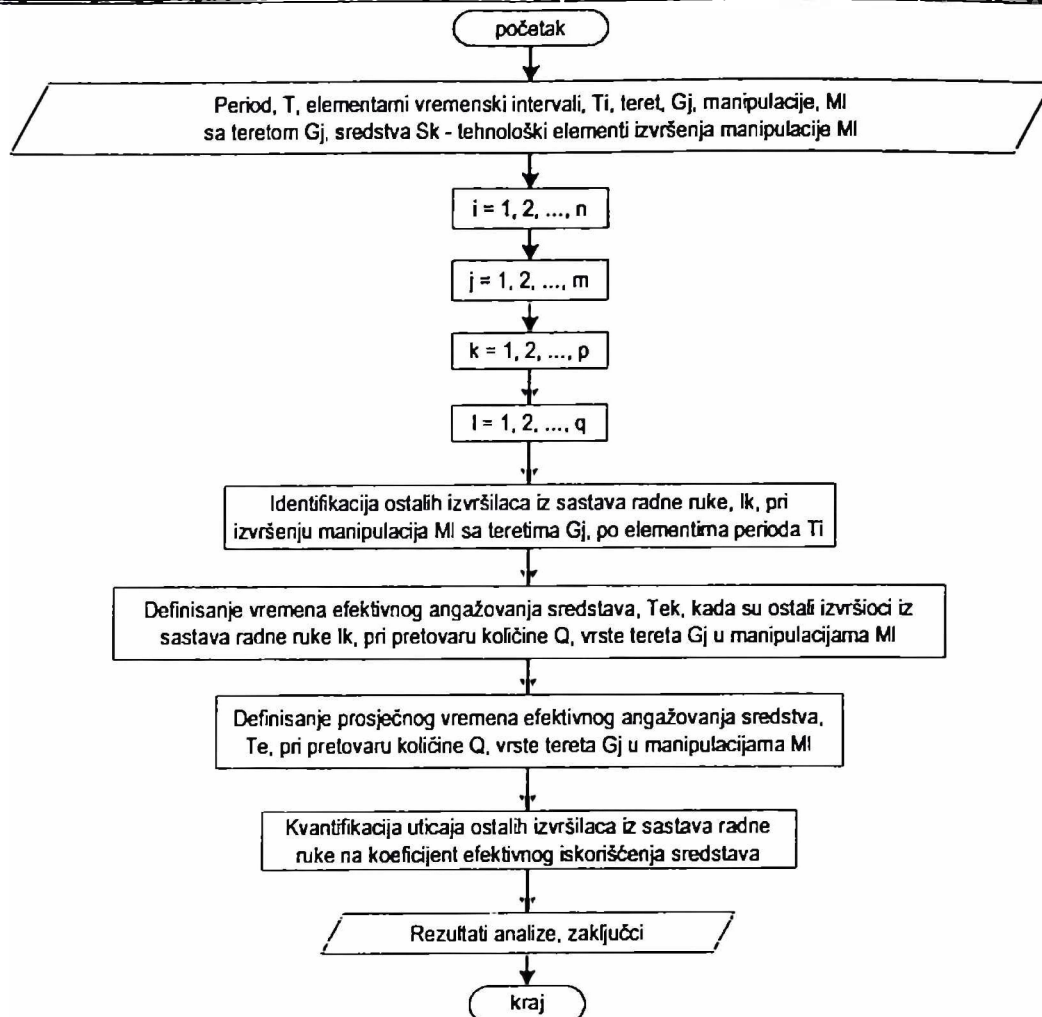
Po analogiji sa razmatranjima iz dijela 6.15, može se ustanoviti opšta zavisnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva i faktora ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke na sledeći način (sl. 6.16.1).



sl. 6.16.1

Očigledno je da porast faktora ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke ima za posledicu povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Ovaj oblik zavisnosti proizilazi iz prirode pomenutih parametara.

Proces identifikacije karaktera i intenziteta dejstva faktora "ostali izvršioci iz sastava radne ruke" na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva obuhvata faze prikazane dijagramom toka na sl. 6.16.2.



sl. 6.16.2

Karakteristične relacije za kvantifikaciju uticaja ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prikazane su u daljem dijelu.

- razlika između efektivnog angažovanja sredstva t_{el} (kada su ostali izvršioci iz sastava radne ruke l) i prosječnog efektivnog angažovanja, t_e , sredstva za pretovar količine Q , vrste tereta G_j , u manipulaciji M_i , u elementarnom vremenskom periodu.

$$\Delta t_{el} = t_{el} - t_e \quad (6.16.2)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke, pri pretovaru vrste tereta G_j (i ostalim pobrojanim uslovima) u ukupno posmatranom periodu, T_{ej}

$$T_{ej} = \sum_{i=1}^n \Delta t_{el} \quad (6.16.3)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, T_e

$$T_{el} = \sum_{j=1}^m T_{ej} \quad (6.16.4)$$

- koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke:

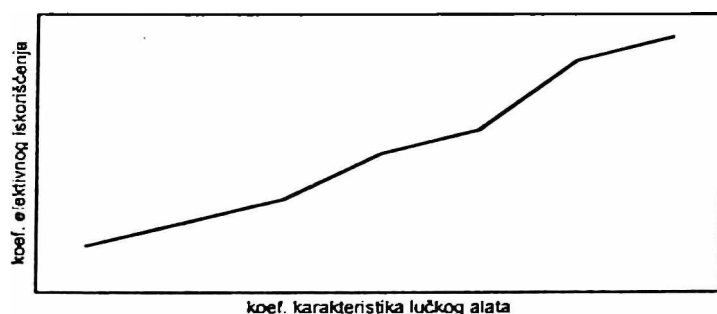
$$K_l = T_{el}/T_u \quad (6.16.5)$$

6.17 ISTRAŽIVANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA – KARAKTERISTIKE LUČKIH ALATA, $K = g(f_{47})$

Stepen adekvatnosti definisanog lučkog alata, kao spojnog elementa između sredstva mehanizacije i manipulativne jedinice, ispoljava značajno dejstvo na sve parametre koji opisuju realizaciju određene manipulacije sa teretom, pa, samim tim, i na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Rezultati analiza potvrđuju prisutnost dejstva karakteristika lučkog alata na dužinu ciklusa manipulacije iz čega direktno proizilazi njihov uticaj na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (posredstvom parametra T_e – vremenski interval efektivnog angažovanja sredstva). U cilju stvaranja osnove za identifikaciju intenziteta dejstva karakteristika lučkog alata na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava, uvodi se *koeficijent karakteristika lučkog alata*, f_{47} , kao mjera odnosa potrebnog vremena efektivnog angažovanja sredstva (T_{eA}) pri korišćenju alata A , u manipulaciji M sa količinom Q , vrste tereta G , i prosječnog vremena efektivnog angažovanja (za posmatrani period), T_e , za pretovar iste količine tereta u nepromijenjenim ostalim uslovima.

$$f_{47} = T_{eA} / T_e \quad (6.17.1)$$

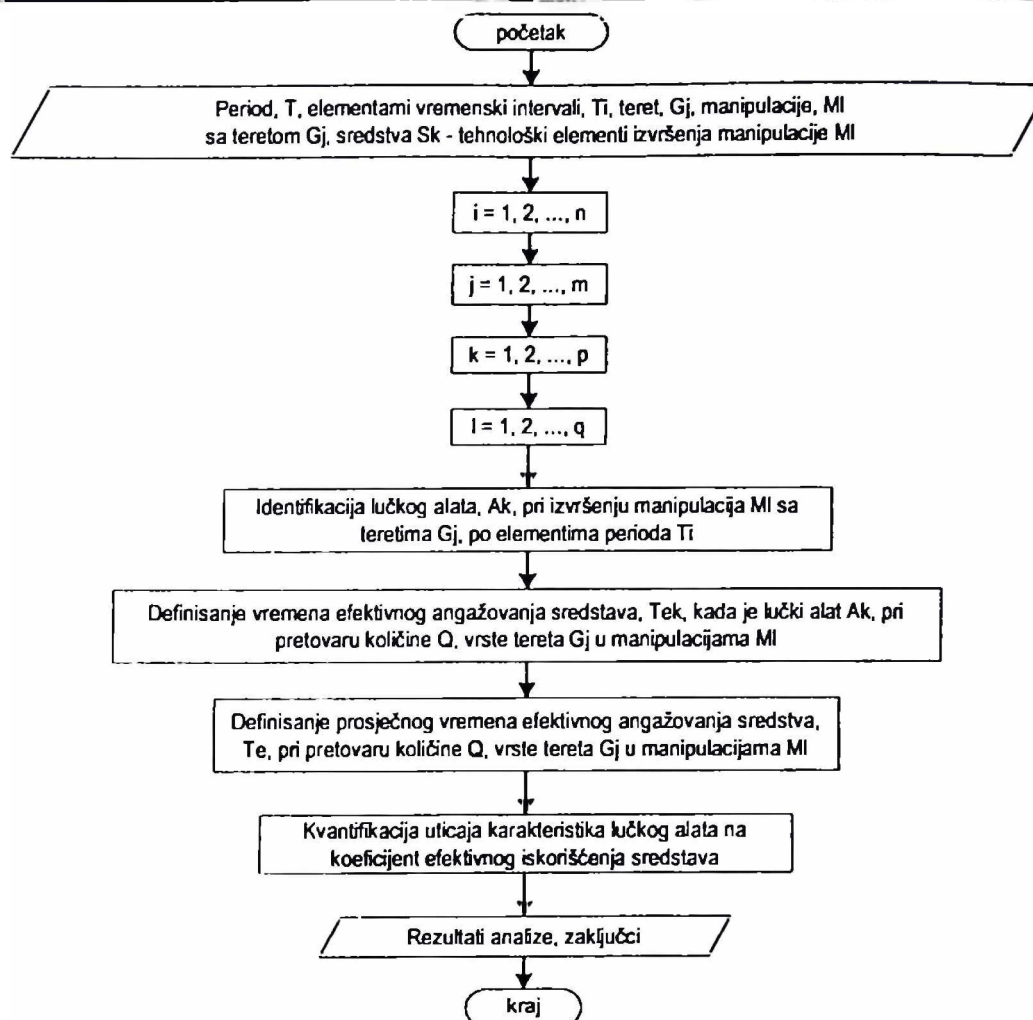
Po analogiji sa razmatranjima iz dijela 6.15 i 6.16, može se ustanoviti opšta zavisnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva i koeficijenta karakteristika alata na sledeći način (sl. 6.17.1).



sl. 6.17.1

Porast koeficijenta karakteristika alata, dakle, ima za posledicu povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Ovaj oblik zavisnosti proizilazi iz prirode pomenutih parametara.

Proces identifikacije karaktera i intenziteta dejstva faktora "karakteristike lučkog alata" na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva obuhvata faze prikazane dijagramom toka na sl. 6.17.2.



sl. 6.17.2

Karakteristične relacije za kvantifikaciju uticaja karakteristika alata na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava prikazane su u daljem dijelu.

- razlika između efektivnog angažovanja sredstva t_{ei} (kada je lučki alat A) i prosječnog efektivnog angažovanja, t_e , sredstva za pretovar količine Q, vrste tereta G_j , u manipulaciji M_l , u elementarnom vremenskom periodu.

$$\Delta t_{ei} = t_{ei} - t_e \quad (6.17.2)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od lučkog alata, pri pretovaru vrste tereta G_j (i ostalim pobrojanim uslovima) u ukupno posmatranom periodu, T_{ej}

$$T_{ej} = \sum_{i=1}^n \Delta t_{ei} \quad (6.17.3)$$

- efektivno angažovanje sredstva, u zavisnosti od lučkog alata, pri pretovaru svih vrsta tereta u posmatranom periodu, T_e

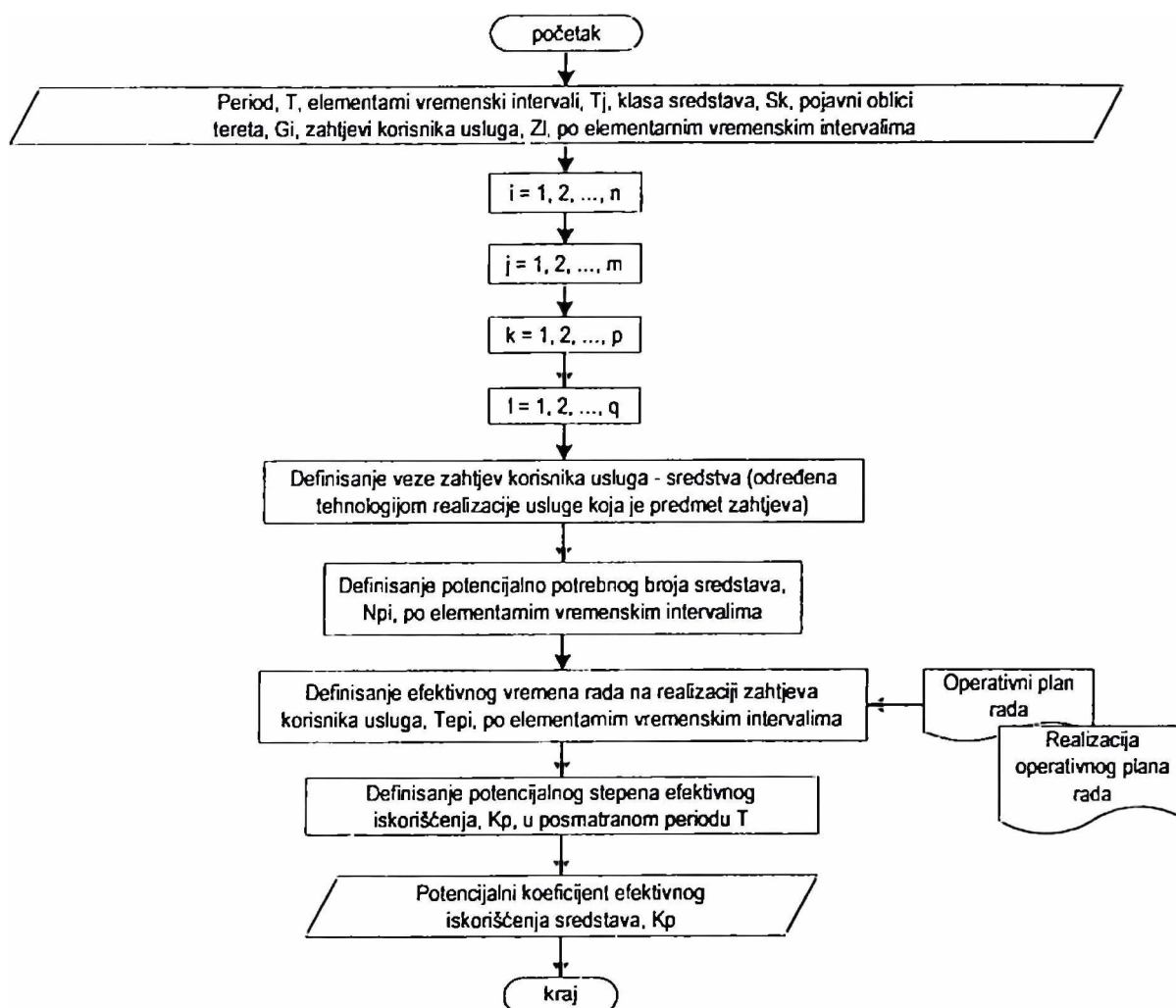
$$T_{ea} = \sum_{j=1}^m T_{ej} \quad (6.17.4)$$

- koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstva u zavisnosti od karakteristika lučkog alata:

$$K_A = T_{ea}/T_u \quad (6.17.5)$$

6.18 POTENCIJALNI KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA MEHANIZACIJE

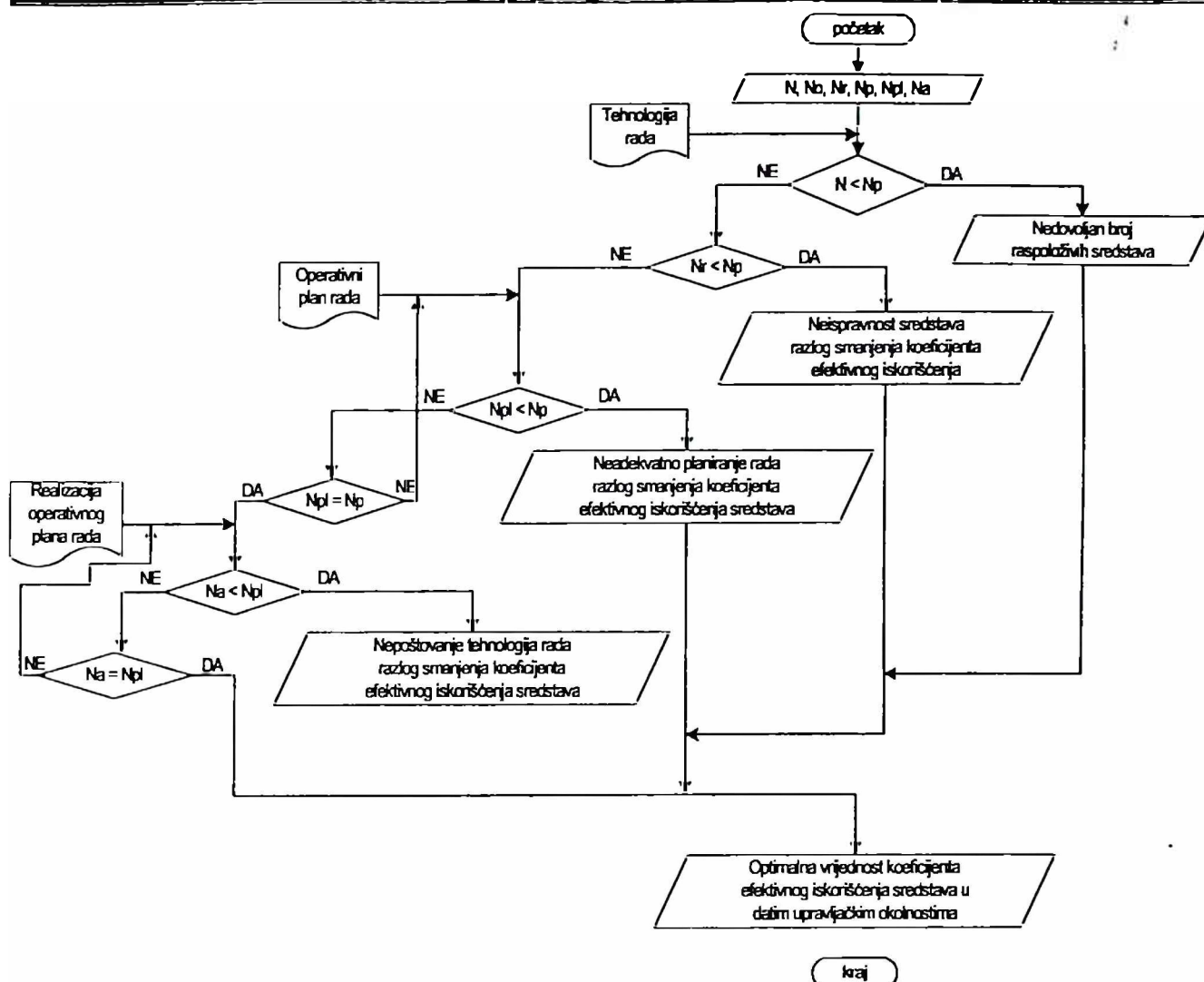
Pod potencijalnim koeficijentom efektivnog iskorišćenja određene kategorije sredstava, u konkretnom vremenskom intervalu, podrazumijeva se koeficijent efektivnog iskorišćenja koji bi sredstva ostvarila na osnovu angažovanja po svim zahtjevima korisnika usluga za čiju su realizaciju ona definisana kao element tehnologije rada. Procedura definisanja potencijalnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava može se predstaviti dijagramom toka na sl. 6.18.1



sl. 6.18.1

U procesu pružanja lučkih usluga se pojavljuju određena ograničenja upravljanja koja utiču na smanjenje potencijalnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Elementi procedure identifikacije pomenutih uticajnih faktora prikazani su na sl. 6.18.2. Prikazana procedura se sprovodi po elementarnim vremenskim intervalima (npr. smjenama), dok korišćene oznake imaju sledeće značenje:

- N_p – potencijalni broja sredstava (određen na osnovu zahtjeva korisnika usluga i tehnologija rada);
- N – raspoloživ broj sredstava;
- N_r – broj sredstava "u radu";
- N_o – broja sredstava "u otkazu";
- N_{pl} – broj planiranih sredstava;
- N_a – broj angažovanih sredstava;

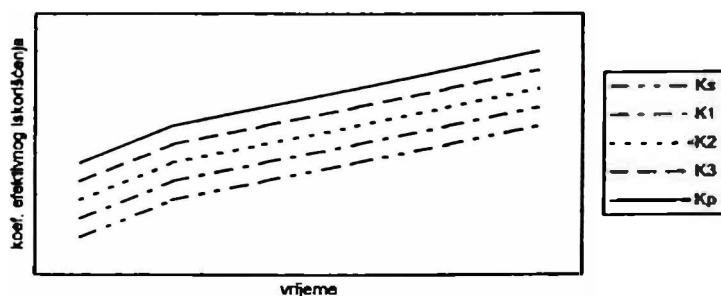


sl. 6.18.2

Na osnovu sprovedenih razmatranja, može se zaključiti da su glavni uticajni faktori na smanjenje potencijalnog koeficijenta efektivnog iskoriscenja sredstava sledeći:

- nedovoljan raspoloživ broj sredstava određene kategorije;
- neispravnost sredstava;
- neadekvatno planiranje rada;
- neadekvatno sprovođenje propisanih tehnologija rada;

Dejstvo navedenih faktora na vrijednost potencijalnog koeficijenta iskoriscenja sredstava može se ilustrovati sl. 6.18.3, gdje je prikazan opšti slučaj smanjenja potencijalnog koeficijenta efektivnog iskoriscenja sredstava (kada postoje svi identifikovani negativni uticaji).



sl. 6.18.3

Odgovarajuće vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava određene su narednim relacijama:

$$\Delta K_1 = K_p - K_3 \quad (6.18.1)$$

gdje je: ΔK_1 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled nedovoljnog raspoloživog broja sredstava određene kategorije;

$$\Delta K_2 = K_3 - K_2 \quad (6.18.2)$$

gdje je: ΔK_2 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neispravnosti sredstava;

$$\Delta K_3 = K_2 - K_1 \quad (6.18.3)$$

gdje je: ΔK_3 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neadekvatnosti planiranja rada;

$$\Delta K_4 = K_1 - K_s \quad (6.18.4)$$

gdje je: K_s – stvarni (ostvareni) koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;

ΔK_4 – smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja usled neadekvatnog sprovođenja tehnologija rada;

Tačke za koje važi $\Delta K_1 = \Delta K_2 = \Delta K_3 = \Delta K_4 = 0$ su tačke optimalnog iskorišćenja sredstava ($K_s = K_p$).

S obzirom da su smanjenja koeficijenta efektivnog iskorišćenja po osnovu nedovoljnog raspoloživog broja sredstava, neadekvatnog planiranja rada i po osnovu neadekvatnog sprovođenja tehnologija rada detaljnije razmatrani u prethodnim segmentima rada, u ovom će se dijelu razmotriti dejstvo neispravnosti sredstava na smanjenje potencijalnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja.

- potencijalni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava

$$K_p = T_{ep} / T_u \quad (6.18.5)$$

- potencijano vrijeme efektivnog angažovanja sredstava, T_{ep}

$$T_{ep} = T_e + \Delta T_e \quad (6.18.6)$$

gdje je: ΔT_e – smanjenje dužine intervala efektivnog angažovanja sredstava usled njihove neispravnosti;

T_e – ostvarena dužina intervala efektivnog angažovanja sredstva;

- smanjenje efektivnog angažovanja sredstava usled neispravnosti, ΔT_e

$$\Delta T_e = \sum_{i=1}^n \Delta t_{ei} \quad (6.18.7)$$

gdje su: $i = 1, 2, \dots, n$ – broj elementarnih vremenskih intervala (smjena) u posmatranom periodu;

Δt_{ei} – smanjenje efektivnog angažovanja sredstava po elementarnim vremenskim intervalima (smjenama) usled neispravnosti

7. ANALIZA REZULTATA

U ovom Poglavlju je izvršena analiza rezultata istraživanja. Razmatranja su posebno usmjerena ka utvrđivanju stepena potvrde postavljenih hipoteza i nivoa ostvarenja definisanih ciljeva istraživanja. Izvršeno je, isto tako, i povezivanje određenog naučno-stručnog aspekta značajnosti rezultata istraživanja sa rezultatima koji predstavljaju njegovu konkretizaciju.

...

Potvrđeno je, razmatranjima procesnih modela prikazanih na sl. 1.2, sl. 1.3 i sl. 1.5, da vrijeme efektivnog angažovanja sredstava, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstava, predstavlja jedan od parametara koji determinišu produktivnost rada - jednu od ključnih komponenti kvaliteta pružene usluge.

Rezultati ovih razmatranja predstavljaju potvrdu Hipoteze 1 - Koeficijent efektivnog iskorišćenja spada u grupu parametara koji determinišu produktivnost sredstava lučke mehanizacije u procesu njihove eksploatacije;

...

Polazeći od logike odvijanja procesa pružanja lučkih usluga, utvrđeni su faktori uticaja koji determinišu koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije.

- Polazeći od karakterističnih faza procesa pružanja lučkih usluga, u dijelu 6.1 su identifikovani faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Utvrđeno je da se faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja generišu kako van lučkog poslovnog sistema (u zavisnosti od karaktera zahtjeva korisnika usluga), tako i unutar lučkog poslovnog sistema: u procesima tehnološke i operativne pripreme pružanja lučkih usluga, u procesu uključivanja sredstava u eksploataciju, kao i u samom procesu eksploatacije sredstava. Polazeći od prethodnog definisane su četiri grupe faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije:
 - Klasa faktora uticaja koja se odnosi na zahtjeve korisnika usluga - F_1 : struktura i obim pretovara - f_{11} ; raspodjela vrsta (i varijanti) manipulacija sa teretima - f_{12} ; raspodjelu broja paralelnih manipulacija sa teretima - f_{13} ;
 - Klasa faktora uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga - F_2 : stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa aspekta sredstava mehanizacije - f_{21} ; značajnost sredstava mehanizacije u procesu pružanja lučkih usluga - f_{22} ;
 - Klasa faktora uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava mehanizacije u eksploataciju - F_3 : broj raspoloživih sredstava određene kategorije - f_{31} ; stepen adekvatnost planiranja rada - f_{32} ; operativna gotovost sredstava - f_{33} ; adekvatnost sprovođenja tehnologija rada - f_{34} ;
 - Klasa faktora uticaja koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava - F_4 : tehnološka primjerenost sredstva - f_{41} ; faza životnog vijeka sredstva - f_{42} ; dužina prekida procesa rada - f_{43} ; karakteristike transportnog sredstva - f_{44} ; karakteristike rukovaoca sredstvom - f_{45} ; karakteristike ostalih izvršilaca iz sastava "radne ruke" - f_{46} ; karakteristike lučkih alata - f_{47} ;
- Definisan je karakter dejstva identifikovanih faktora uticaja na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja i, primjenom odgovarajućih matematičkih metoda, precizirana, u svim slučajevima gdje je bilo moguće izvršiti eksperiment, korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i faktora uticaja;
 - korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K , i obima pretovara, f_{11} , u posmatranom periodu je sledećeg oblika:

$$K = 16,32 + 0,58f_{11}$$
 - korelacija između «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K_n , i obima pretovara tereta pri čijem su pretovaru definisane norme rada, f_{11n} , određena je sledećom relacijom:

$$K_n = 2,5 + 0,17f_{11n}$$
 - utvrđeno je da se zavisnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, K , i raspodjele vrsta manipulacija, f_{12} , u posmatranom periodu, adekvatno opisuje sledećom relacijom:

$$K = 0,32 + 0,023f_{12}$$
 - međusobna zavisnost koeficijenta efektivnog iskorišćenja posmatrane klase sredstava, K , i broja paralelnih manipulacija sa teretom, f_{13} , u određenom vremenskom intervalu, određena je sledećom jednačinom:

$$K = 0,02f_{13}$$

- zavisnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, K , i klase njihove značajnosti, f_{22} , po intervalima posmatranog perioda, određena je narednim relacijama:
 - interval G1 (1987.g.): $K = -6,5 + 14,2f_{22}$;
 - interval G2 (1988.g.): $K = -6,29 + 12,26f_{22}$;
 - interval G3 (1989.g.): $K = 7,5 + 4,7f_{22}$;
 - interval G4 (1990.g.): $K = 7,62 + 7,07f_{22}$;
 - interval G5 (1991.g.): $K = 6,41 + 5,91f_{22}$;
- definisana je korelacija između broja mjesečnih preventivnih pregleda, N_m , i koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K , za izabranu grupu viljuškara iz klase viljuškara nosivosti 3t:
 - viljuškar br. 311: $N_m = 2,054 + 0,26K$;
 - viljuškar br. 312: $N_m = -0,75 + 0,34K$;
 - viljuškar br. 313: $N_m = -0,45 + 0,33K$;
 - viljuškar br. 314: $N_m = -0,16 + 0,31K$;
 - viljuškar br. 315: $N_m = -0,46 + 0,33K$;
- definisana je korelacija između broja tromjesečnih preventivnih pregleda, N_t , i koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K , za viljuškare iz klase nosivosti 3t:
 - viljuškar br. 311: $N_t = 0,65 + 0,07K$;
 - viljuškar br. 312: $N_t = -0,06 + 0,08K$;
 - viljuškar br. 313: $N_t = -1,14 + 0,12K$;
 - viljuškar br. 314: $N_t = -0,01 + 0,07K$;
 - viljuškar br. 315: $N_t = -0,6 + 0,1K$;
- definisana je korelacija između broja godišnjih preventivnih pregleda, N_g , i koeficijenta efektivnog iskorišćenja, K , za viljuškare kod kojih su, na osnovu ostvarenog godišnjeg fonda sati rada, vršeni ovi pregledi:
 - viljuškar br. 315: $N_g = -0,33 + 0,024K$;
- utvrđeno je da se korelacija (po intervalima posmatranog perioda) između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, K , i kategorije njihove tehnološke primjerenosti, f_{41} , adekvatno opisuje relacijama koje slijede:
 - interval G1 (1987.g.): $K = 18,12 - 5,43f_{41}$;
 - interval G2 (1988.g.): $K = 21,3 - 7,2f_{41}$;
 - interval G3 (1989.g.): $K = 35,2 - 12,5f_{41}$;
 - interval G4 (1990.g.): $K = 36,51 - 13,44f_{41}$;
 - interval G5 (1991.g.): $K = 39,82 - 14,93f_{41}$;
- uspostavljene su, po intervalima posmatranog perioda, korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, K , i faze njihovog životnog vijeka, f_{42} :
 - interval G1 (1987.g.): $K = 27 - 7,7f_{42}$;
 - interval G2 (1988.g.): $K = 34,1 - 10,8f_{42}$;
 - interval G3 (1989.g.): $K = 57,9 - 19f_{42}$;
 - interval G4 (1990.g.): $K = 60,4 - 20f_{42}$;
 - interval G5 (1991.g.): $K = 67,2 - 22,4f_{42}$;

Rezultati ove faze istraživanja, tokom koje je izvršena identifikacija faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije i definisane odnosne korelacije predstavljaju potvrdu

Hipoteze 2 - Vrijednosti i karakter promjena koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva; i

Hipoteze 3 - Faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge;

...

- Na osnovu utvrđenog karaktera dejstva pojedinih faktora, stvorene su podloge optimizacije njihovog uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Razrađene su procedure koje omogućavaju razvoj software-a za računarsku podršku modeliranim postupcima analize zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od karakterističnih faktora uticaja;

- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i obima i strukture prelovara (poglavlje 6.2, sl. 6.2.1);
- o procedura definisanja očekivanog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (poglavlje 6.2, sl. 6.2.8);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i parametara raspodjele vrsta manipulacija sa teretom (poglavlje 6.3, sl. 6.3.1);
- o procedura identifikacije zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od broja paralelnih manipulacija sa teretima (poglavlje 6.4, sl. 6.4.1);
- o procedura definisanja klasa značajnosti sredstava mehanizacije (poglavlje 6.6, sl. 6.6.1);
- o procedura definisanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i klase njihove značajnosti (poglavlje 6.6, sl. 6.6.3);
- o procedura identifikacije »mehanizma« dejstva uticaja broja raspoloživih sredstava na koeficijent efektivnog iskorišćenja (poglavlje 6.7, sl. 6.7.1);
- o procedura uspostavljanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od stepena adekvatnosti planiranja rada (poglavlje 6.8, sl. 6.8.1);
- o procedura kvantifikacije uticaja stepena adekvatnosti planiranja rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (poglavlje 6.8, sl. 6.8.2);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i koeficijenta adekvatnosti izvršilaca (poglavlje 6.9, sl. 6.9.2);
- o procedura definisanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i parametara upravljanja materijalima za održavanje (poglavlje 6.9, sl. 6.9.3);
- o procedura identifikacije i kvantifikacije uticaja prekida zaliha rezervnih djelova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (poglavlje 6.9, sl. 6.9.4);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i komponenti troškova upravljanja rezervnim djelovima (poglavlje 6.9, sl. 6.9.6);
- o procedura utvrđivanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i parametara u odnosu na mašine, alate i opremu (poglavlje 6.9, sl. 6.9.7);
- o procedura utvrđivanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i parametara u odnosu na radionice održavanja (poglavlje 6.9, sl. 6.9.8);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i operativne gotovosti sredstava (poglavlje 6.9, sl. 6.9.14);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada (poglavlje 6.10, sl. 6.10.1);
- o procedura kvantifikacije uticaja stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (poglavlje 6.10, sl. 6.10.2);
- o procedura identifikacije kategorije tehnološke primjerenosti sredstava (poglavlje 6.11, sl. 6.11.1);
- o procedura identifikacije faze životnog vijeka sredstva u uslovima nepostojanja podataka o intenzitetu otkaza (poglavlje 6.12, sl. 6.12.2);
- o procedura identifikacije i sistematizacije prekida procesa rada (poglavlje 6.13, sl. 6.13.1);
- o procedura uspostavljanja zavisnosti između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i dužine prekida procesa rada (poglavlje 6.13, sl. 6.13.2);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i koeficijenta karakteristika brodova (poglavlje 6.14, sl. 6.14.1);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i koeficijenta karakteristika rukovalaca sredstvom (poglavlje 6.15, sl. 6.15.2);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i faktora ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke (poglavlje 6.16, sl. 6.16.2);
- o procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i koeficijenta karakteristika lučkog alata (poglavlje 6.17, sl. 6.17.2);
- o procedura definisanja potencijalnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije (poglavlje 6.18, sl. 6.18.1);
- o procedura identifikacije faktora uticaja na smanjenje potencijalnog koeficijenta efektivnog iskorišćenja (poglavlje 6.18, sl. 6.18.2);

Na osnovu činjenica da je izvršena identifikacija, sistematizacija i rangiranje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije; da su razrađene metodologije uspostavljanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; da su definisani oblici zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; da je izvršeno modeliranje analiziranih procesa i podataka na način koji će, u daljim istraživanjima u ovoj oblasti, omogućiti izradu adekvatnog software-a, može se konstatovati da su ispunjeni ciljevi istraživanja.

Iz sprovedenih istraživanja proizašli su i određeni «izvedeni» rezultati:

- Razrađen je model analize adekvatnosti tehnologija izvršenja manipulacija sa teretom sa stanovišta sredstava lučke mehanizacije (Poglavlje 6.5);
- Definisanjem karaktera promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu, tačnije, karaktera promjene dužine intervala efektivnog angažovanja, uspostavljene su podloge za unapređenje procesa operativnog planiranja rada - poboljšanje (optimizaciju) raspodjele raspoloživih resursa: sredstava mehanizacije, radne snage, ...;
 - promjena koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu (Prilog 1);
 - promjena »normiranog« koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu (Prilog 5);
 - zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava prioriternih klasa značajnosti u vremenu (Prilog 8);
 - zakonitost promjene u vremenu koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava različitih kategorija tehnološke primjerenosti (Prilog 16);
 - karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu po fazama životnog vijeka sredstava (Prilog 19);
- Modelirana je analiza utvrđivanja adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada sa aspekta sredstava lučke mehanizacije i uopšte (Poglavlje 6.10 i Prilog 14);
- Uspostavljenje su podloge (na osnovu rezultata analiza sprovedenih u poglavlju 6.9.2) za odgovarajuće upravljačke akcije usmjerene ka unapređenju adekvatnosti kvalifikacione strukture izvršilaca anagažovanih u procesu pružanja lučkih usluga i stepena angažovanja izvršilaca u procesu rada;
- Definisane su podloge unapređenje ključnih parametara preventivnog održavanja sredstava lučke mehanizacije.
 - procedura usklađivanja odnosa između termina preventivnog održavanja i zahtjeva za angažovanjem sredstava u procesu rada (Prilog 11);
 - korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i broja preventivnih pregleda različitih kategorija (Poglavlje 6.9.7, Prilog 11, Prilog 12);
 - raspon vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja koji odgovara određenom broju preventivnih pregleda sredstava (Prilog 13);
- Identifikovane su podloge za unapređenje parametara modela upravljanja zaliham rezernih djelova.
 - procedura identifikacije i kvantifikacije uticaja prekida zaliha rezervnih djelova na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava (Poglavlje 6.9.4.1, sl. 6.9.4);
 - korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i dužine trajanja prekida zaliha rezervnih djelova (Poglavlje 6.9.4.1, relacija 6.9.12);
 - procedura uspostavljanja korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i komponenti troškova upravljanja rezervnim djelovima (Poglavlje 6.9.4.3);

8. PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA U PREDMETNOJ OBLASTI

Razmatranja sprovedena u Radu, prije svega rezultati sprovedenih istraživanja, ukazuju na brojne pravce daljih istraživanja u predmetnoj oblasti:

- na osnovu definisanih procedura, kreiranje software-a kojima se će izvršiti automatizacija radnih procesa u čijoj su osnovi uspostavljanja korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i identifikovanih faktora uticaja;
- koristeći rezultate istraživanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od identifikovanih faktora uticaja, kreiranje modela optimizacije faza procesa pružanja lučkih usluga u kojima se generišu pomenuti faktori uticaja;
- definisanje upravljačkih modela unapređenja koeficijenta iskorišćenja ostalih (pored sredstava mehanizacije) elemenata tehnologije izvršenja manipulacija sa teretima;
- istraživanje uticajnih faktora na broj radnih ciklusa sredstva mehanizacije u vremenu efektivnog angažovanja;
- istraživanje uticajnih faktora na koeficijent iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstva mehanizacije;
- modeliranje zavisnosti produktivnosti rada sredstava mehanizacije od dužine vremena njihovog efektivnog angažovanja, broja radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja i stepena iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstva (karakteristika manipulativne jedinice);
- istraživanje uloge procesa optimizacije koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u redukciji troškova izvršenja manipulacija sa teretima (lučke usluge);

9. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata sprovedenih istraživanja, mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Stepen zadovoljstva korisnika lučkih usluga dominantno zavisi od nivoa kvaliteta pruženih usluga;
- Nivo kvaliteta lučkih usluga određen je vrijednostima parametara kvaliteta lučke usluge;
- Osnovni parametri kvaliteta lučke usluge su: produktivnost rada, vrijeme trajanja realizacije lučke usluge, broj oštećenih jedinica tereta, ...
- Produktivnost rada spada u grupu «prioritetnih» parametara kvaliteta lučke usluge. Tome doprinosi i činjenica da njegove vrijednosti dominantno utiču na stepen zadovoljenja jednog od ključnih zahtjeva na tržištu lučkih usluga - što kraće zadržavanje sredstava transporta (prvenstveno brodova) u luci po osnovu pretovarnih radnji;
- Produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga direktno je uslovljena produktivnošću rada sredstava lučke mehanizacije. Prethodna konstatacija se zasniva na rezultatima analize značajnosti sredstava lučke mehanizacije kao elemenata tehnologija izvršenja manipulacija sa teretima;
- Produktivnost rada sredstava lučke mehanizacije zavisi od dužine efektivnog vremena rada sredstva u procesu pružanja lučkih usluga, broja radnih ciklusa sredstva u vremenu efektivnog angažovanja i mase manipulativne jedinice u jednom radnom ciklusu sredstva;
- Vrijeme efektivnog angažovanja sredstava u određenom vremenskom intervalu adekvatno se opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije u određenom vremenskom intervalu zavise od sledećih grupa uticajnih faktora:
 - faktora uticaja koji se odnose na zahtjeve korisnika usluge;
 - faktora uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga;
 - faktora koji se generišu u procesu uključivanja sredstava u eksploataciju;
 - faktora koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava;
- Klasa faktora uticaja koja se odnosi na zahtjeve korisnika usluga obuhvata sledeće elemente:
 - strukturu i obim pretovara;
 - raspodjelu vrsta (i varijanti) manipulacija sa teretima;
 - raspodjelu broja paralelnih manipulacija sa teretima;
- Klasa faktora uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga ima sledeće elemente:
 - stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa aspekta sredstava mehanizacije;
 - značajnost sredstava mehanizacije u procesu pružanja lučkih usluga;
- Faktori uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava u eksploataciju su:
 - broj raspoloživih sredstava određene kategorije;
 - stepen adekvatnost planiranja rada;
 - operativna gotovost sredstava;
 - adekvatnost sprovođenja tehnologija rada;
- Skupu faktora koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava pripadaju:
 - tehnološka primjerenost sredstva;
 - faza životnog vijeka sredstva;
 - dužina prekida procesa rada;
 - karakteristike transportnog sredstva;
 - karakteristike rukovaoca sredstvom;
 - karakteristike ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke;
 - karakteristike lučkih alata;
- Na osnovu rezultata istraživanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od obim i strukture pretovara u određenom periodu može se zaključiti sledeće:
 - Sa porastom obima pretovara tereta raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su elementi tehnologije izvršenja manipulacija sa njima;

- Pojavljuju se slučajevi neusklađenosti trendova promjene ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po intervalima određenog perioda. Glavni faktori dejstva na pojavu pomenutih neusklađenosti su:
 - promjena obima i strukture pretovara tereta, pri čijim se manipulacijama koristi odnosna kategorija sredstava mehanizacije, u vremenu;
 - varijacije učešća pojedinih vrsta tereta u ukupnom obimu pretovara određene grupe tereta po elementima analiziranog perioda;
 - neravnomjernost učešća pojedinih vrsta (i varijanti) manipulacija u ukupnom broju manipulacija sa određenom vrstom tereta;
 - varijacije produktivnosti rada pri izvršenju iste manipulacije sa određenom vrstom tereta u vremenu;
 - varijacije učešća tereta pri čijim manipulacijama je, zbog izrazite raznorodnosti karakteristika jedinica tereta, učinak u toku definisanog vremenskog intervala slučajna veličina;
 - angažovanje sredstava određene kategorije za izvršenje manipulacija sa teretima za koje ona nisu definisana kao element tehnologije rada;
 - u odnosu na korelaciju koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava – obim pretovara, moguće je izdvojiti sledeće kategorije koeficijenta efektivnog iskorišćenja:
 - ostvareni koeficijent efektivnog iskorišćenja koji uzima u obzir ostvareni obim pretovara i ostvarene učinke u posmatranom vremenskom intervalu;
 - «normirani» koeficijent efektivnog iskorišćenja koji se odnosi na ostvareni obim pretovara tereta pri čijim su manipulacijama definisane norme rada i «normirane» učinke u posmatranom vremenskom intervalu;
 - očekivani koeficijent efektivnog iskorišćenja koji se odnosi na očekivani obim pretovara i «normirane» učinke u određenom vremenskom intervalu;
 - postoji potpun usklađenost trendova promjene «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po segmentima posmatranog perioda. To je posledica neutralizacije dejstva faktora koji produkuju neusklađenosti između trendova promene vrijednosti ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara;
 - sa porastom obima pretovara tereta pri čijim su manipulacijama definisane norme rada, raste i «normirani» koeficijent efektivnog iskorišćenja;
- Porast učešća broja manipulacija određene vrste u ukupnom broju manipulacija sa određenim teretom, u datom vremenskom periodu, praćen je rastom koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koja su definisana kao element tehnologije izvršenja tih manipulacija;
 - Sa porastom broja paralelnih manipulacija, povećava se i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su tehnološki elementi izvršenja tih manipulacija;
 - Polazeći od činjenice da tehnologija rada predstavlja jednu od suštinskih osnova uključivanja sredstva u proces rada, izvodi se zaključak o direktnoj korelaciji između stepena adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva. Naime, u osnovu «mehanizma» dejstva stepena adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstva mehanizacije, je činjenica da odgovarajućoj vrijednosti stepena adekvatnosti tehnologije rada odgovara konkretna kategorija sredstava kao element tehnologije rada. Time se obezbjeđuju osnovni preduslovi da ta sredstva, nakon uključivanja u proces eksploatacije, ostvare određenu vrijednost koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - Sredstva najviših rangova značajnosti ne «moraju» istovremeno imati i najveći koeficijent efektivnog iskorišćenja. Osnovni faktori uticaja od kojih zavisi nivo usklađenosti između klase značajnosti sredstava i njihovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja su: karakter podloga na osnovu kojih se definišu klase značajnosti sredstava, intenzitet zahtjeva za pružanjem usluga (kod kojih su posmatrana sredstva pojavljuju kao elementi tehnologije rada) u datom periodu, broj sredstava u klasi, ...;
 - Broj raspoloživih sredstava mehanizacije određene kategorije ispoljava dejstvo na povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja «alternativne» kategorije sredstava (sredstava koja se u nedostatku tehnološki adekvatnih sredstava uključuju u proces rada);
 - Ukupni koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se može dekomponovati na «osnovni» (ostvaren eksploatacijom sredstva u manipulacijama gdje je ono definisano kao element tehnologije rada) i komponentu koeficijenta efektivnog iskorišćenja koja se odnosi na rad sredstva kao «alternativnog»;

- Kumulativno dejstvo slučajeva u kojima su vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada manje od 1, za konkretan vremenski period, odražava se u smanjenju koeficijenta efektivnog iskorišćenja odgovarajućih kategorija sredstava;
- Razmatranja međusobne zavisnosti između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i njihove operativne gotovosti omogućila su izvođenje sledećih zaključaka:
 - osnovni faktori uticaja, unutar sistema održavanja, koji determinišu vrijednosti operativne gotovosti sredstava su: organizacija održavanja, koncepcija održavanja, resursi održavanja (kadrovi u održavanju, materijali za održavanje, rezervni djelovi, mašine, alati i oprema i radionice održavanja);
 - sa porastom «koeficijenta adekvatnosti izvršilaca» raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 - uticaj parametara upravljanja zaliha materijala za održavanje na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava se ispoljava posredstvom parametara koji karakterišu funkcionisanje sistema održavanja sredstava;
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i adekvatnosti modela upravljanja zaliha rezervnih djelova. Zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava treba da bude jedna od ključnih osnova za formiranje modela upravljanja rezervnim djelovima.
 - dejstvo parametara koji se odnose na mašine, alate i opremu na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava dolazi do izražaja u slučajevima kada se usled nedostatka ili otkaza nekog od pomenutih elemenata ne može izvršiti zahtijevana aktivnost održavanja. Time se utiče na povećanje vremena «u otkazu» sredstava, odnosno na smanjenje njihovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - stepen raspoloživosti odgovarajućeg radioničkog prostora za izvršenje aktivnosti održavanja, u odgovarajućim upravljačkim okolnostima, može da ispolji direktan uticaj na dužinu vremena «u otkazu» sredstava, a samim tim i na koeficijent njihovog efektivnog iskorišćenja;
 - primjenom koncepcije preventivnog održavanja vrši se minimizacija broja i dužina trajanja stanja «u otkazu» sredstava. Time se, posredstvom uticaja na povećanje vremena «u radu» sredstva, djeluje na povećanje njegovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - postoji direktna korelacija između broja preventivnih pregleda odgovarajuće kategorije i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
 - mogu se identifikovati rasponi vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koji odgovaraju određenom broju preventivnih pregleda različitih kategorija (u nekom vremenskom intervalu);
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i vremena prekida zaliha rezervnih djelova. Sa povećanjem vremena prekida zaliha rezervnih djelova smanjuje se koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Analiza promjene stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada u vremenu omogućava identifikaciju intenziteta uticaja adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava. Kumulativni efekat slučajeva kada je stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, u određenom vremenskom intervalu, manji od jedan je smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Ne postoji opšta zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih klasa tehnološke primjerenosti u vremenu. Dakle, ne važi pravilo da sredstvo veće kategorije tehnološke primjerenosti «po automatizmu» ima veći koeficijent efektivnog iskorišćenja po svim intervalima posmatranog perioda;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava opada sa «porastom» faze životnog vijeka sredstava;
- Prekidi procesa pružanja lučkih usluga utiču na smanjenje vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja, nastalo kao posledica prekida procesa rada, direktno je proporcionalno dužini trajanja prekida;
- Porast «koeficijenta karakteristika broda» praćen je povećanjem koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava direktno je proporcionalan «koeficijentu rukovaoca sredstvom»;
- Postoji, takođe, direktna proporcionalnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i «koeficijenta ostalih izvršilaca iz sastava radne ruke»;
- Porast «koeficijenta karakteristika lučkog alata» ima za posledicu povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
- U procesu pružanja lučkih usluga pojavljuju se ograničenja upravljanja koja utiču na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog iskorišćenja sredstava (stepena efektivnog iskorišćenja koji bi sredstvo ostvarilo na osnovu zahtjeva korisnika usluga i propisanih tehnologija realizacije tih usluga);
- Glavni faktori uticaja na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog iskorišćenja sredstava su: nedovoljan broj sredstava određene kategorije, neispravnost sredstava, neadekvatno planiranje rada, neadekvatno sprovođenje tehnologija rada;



LITERATURA

- [1] Adamović Ž., Todorović J., Jevtić M.: Organizacija održavanja, OMO, Beograd, 1988.g.
- [2] Adamović Ž., Todorović J.: Savremene metode održavanja tehničkih sistema, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, Beograd, 1985.g.
- [3] Adamović Ž., Jevtić M.: Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.g.
- [4] Adamović Ž.: Planiranje i upravljanje održavanjem pomoću računara, Privredni pregled, Beograd, 1987.g.
- [5] Adamović Ž.: Tehnička dijagnostika u mašinstvu, Privredni pregled, Beograd, 1986.g.
- [6] Adamović Ž., Đelović D., Grubetić S., Malić D.: Rezervni delovi u procesu održavanja, »OMO«, 2001.g.
- [7] Adamović Ž.: Planiranje i upravljanje rezervnim delovima, OMO, Beograd, 1988.g.
- [8] Baldin A.: Tehnička dijagnostika, zbornik radova sa IIS seminari »Savremene koncepcije održavanja«, IIS, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1989.g.
- [9] Baldin A., Furlanetto L., Roversi A., Turco F.: Priručnik za održavanje industrijskih postrojenja, OMO, Beograd, 1979.g.
- [10] Bodrožić D., Mitrović Ž.: Tehnologija i tehnološki sistemi, Savremena administracija, Beograd, 1975.g.
- [11] Brdarević S.: Planiranje rezervnih delova, časopis »OMO« br. 8, Beograd, 1984.g.
- [12] Bulat V.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.g.
- [13] Bulat V.: Teorija organizacije i menadžment, Kruševac, 1995.g.
- [14] Bulatović M.: Istraživanje povišenja efektivnosti sistema u procesnoj industriji predviđanjem i sprečavanjem otkaza, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Podgorica, 1996.g.
- [15] Carelli elevatori DI 30 B – uso de la manutenzione;
- [16] Dobner M., Rijsenbrij J. C.: Equipment Selection and Utilization – Key Factors for Smaller Terminals, AAPA Facilities Engineering Seminar, February 1999.g., Corpus Christi, Texas, USA;
- [17] Dokumentacija Sistema kvaliteta upravljanja osnovnom lučkom djelatnošću, »Luka Bar« a.d., Bar.
- [18] Dokumentacija Službe tehnološke pripreme rada, Luka Bar, 1985. – 2001.g.
- [19] Dokumentacija RJ »Mehanizovani pretovar«, Luka Bar, 1985. – 2001.g.
- [20] Dokumentacija Sektora razvoja, Luka Bar, 1985. – 2001.g.
- [21] Đelović D.: Prilog teorijskom i praktičnom rješavanju zadatka upravljanja zalihama rezervnih djelova za održavanje, magistarski rad, Mašinski fakultet, Podgorica, 1996.g.
- [22] Đelović D.: Planiranje rezervnih djelova lučke mehanizacije, časopis »OMO«, br. 7-8, Beograd, 1996.g.
- [23] Đelović D.: Izbor modela upravljanja rezervnim djelovima lučke mehanizacije, Zbornik radova sa XXI majskog skupa održavalaca, Beograd, 1998.g.
- [24] Gallozzi A.: Container Handling in Ports with Mobile Harbour Cranes, Port Technology International magazine, 1998.
- [25] Georgijev S.: Predlog metodologije upravljanja sistemom održavanja motornih vozila, časopis »OMO« br. 1-2, Beograd, 1991.g.
- [26] Jevtić M.: Metode održavanja, časopis »OMO« br. 4, 1989.g.
- [27] Jevtić M.: Analiza zaliha rezervnih delova, časopis »OMO« br. 2, Beograd, 1989.g.
- [28] JUS ISO 9001: 2001.
- [29] Kaltnekar Z.: Metodologija za izbor i praćenje iskorišćenja transportnih sredstava.
- [30] Krivokapić Z.: Metode unapređenja kvaliteta – alati i tehnike I, Centar za kvalitet, Mašinski fakultet, Podgorica, 2001.g.
- [31] Krivokapić Z.: Planiranje i upravljanje zalihama rezervnih djelova, magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1980.g.
- [32] Krivokapić Z.: Upravljanje zalihama rezervnih djelova, časopis »OMO« br. 6, Beograd, 1988.g.
- [33] Krivokapić Z.: Analiza informacionih veza u informacionom sistemu poslovanja rezervnim djelovima, časopis »OMO« br. 6, Beograd, 1989.g.
- [34] Madden N.: Everyone's going mobile, Cargo Systems, Vol. 1, 2002
- [35] Mađarević B.: Rukovanje materijalom, Tehnička knjiga, Zagreb, 1969.g.
- [36] Maynard H. B.: Savremena organizacija proizvodnje, RO »kultumi centar«, 1979.g.
- [37] Milačić V. R.: Proizvodni sistemi II, Mašinski fakultet, Beograd, 1982.g.
- [38] Model upravljanja tehnologijama rada, struktura modela i ilustrativni primjeri primjene, »Luka Bar« a.d., 2001.g.
- [39] Opća enciklopedija jugoslovenskog leksikografskog zavoda, Zagreb, 1977.g.
- [40] Pavlović M.: Povećanje broja ispravnih vozila obezbjeđenjem skupih rezervnih delova – agregata, časopis »OMO« br. 3, Beograd, 1986.g.
- [41] Perišić R. A.: Savremene tehnologije transporta, knjiga 1, integralni sistemi transporta, Beograd, 1985.g.

- [42] Perović M. J.: Proizvodni sistemi, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1976.g.
- [43] Perović M., Arsovski S.: Proizvodni sistemi, Građevinska knjiga, Beograd, 1982.g.
- [44] Perović M.: Menadžment, informatika, kvalitet, CIM centar, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1999.g.
- [45] Perović M., Šaković J., Vujović A.: Metodološki pristup upravljanja mrežom procesa, časopis »Kvalitet«, br. 7-8, Beograd, 2000.g.
- [46] Port development – A Handbook for planners in developing countries, an UN publication;
- [47] Projekat »Tehnološke inovacije«, »Luka Bar« a.d., Bar, 2001.g.
- [48] Prospekti različitih proizvođača sredstava lučke mehanizacije;
- [49] Radmilović Z.: Planiranje i razvoj luka i pristaništa, Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, 1995.g.
- [50] Radojević Z.: Univerzalni informacioni sistem održavanja (III dio), časopis »OMO« br. 7-8, Beograd, 1989.g.
- [51] Roach T.: Operating and Maintenance Features of Container Handling Systems, The World Bank, 1987.
- [52] Shingo S.: Nova japanska proizvodna filozofija, Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, Beograd, 1986.g.
- [53] Skowran A.: Mehanizacija pretovara, Viša škola za cestovni saobraćaj, Zagreb, 1975.g.
- [54] Stanivuković D.: Pregled savremenih koncepcija održavanja, Zbornik radova sa IIS proletrnih seminara »Savremene koncepcije održavanja«, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1989.g.
- [55] Stanivuković D.: IIS koncepcija održavanja, Zbornik radova sa seminara »Savremene koncepcije održavanja«, IIS, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1989.g.
- [56] Stanivuković D.: Politike i strategije održavanja, zbornik radova sa seminara »Efektivnost i održavanje sredstava za rad«, IIS, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1986.g.
- [57] Stanivuković D.: Odražavanje sredstava za rad – stanje i tendencije razvoja, zbornik radova sa seminara »Efektivnost i održavanje sredstava za rad«, Fakultet tehničkih nauka, IIS, Novi Sad, 1986.g.
- [58] Stanivuković D., Kecojević S.: Modeli preventivnih zamjena, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1994.g.
- [59] Stanivuković D.: Tehnička dijagnostika, zbornik radova sa seminara »Efektivnosti održavanje sredstava za rad«, Fakultet tehničkih nauka, IIS, Novi Sad, 1986.g.
- [60] Stipanić Lj.: Mehanizacija luka i lučkih terminala, Istarska naklada, Pula, 1982.g.
- [61] Stjepanović V.: Neki modeli upravljanja rezervama popravljivih djelova u višenivouskim sistemima održavanja, časopis »OMO« br. 2, Beograd, 1986.g.
- [62] Suvajdzic S.: Mehanizacija pretovarno-transportnih radova, Građevinska knjiga, Beograd, 1964.g.
- [63] Tehnologije izvršenja manipulacija sa teretima, knjiga 1, »Luka Bar« a.d., 2001.g.
- [64] Tehnologije izvršenja manipulacija sa teretima, knjiga 2, »Luka Bar« a.d., 2001.g.
- [65] Todorović J.: Upravljanje proizvodnjom, »Svetozar Marković«, Beograd, 1983.g.
- [66] Todorović J.: Osnovi teorije održavanja, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.g.
- [67] Todorović J.: Organizacija održavanja, Beograd, 1981.g.
- [68] Vukadinović S.: Elementi teorije vjerovatnoće i matematičke statistike, Privredni pregled, Beograd, 1986.g.
- [69] Zelenović D.: Proizvodni sistemi, Naučna knjiga, Beograd, 1973.g.
- [70] Zelenović D., Todorović J.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1990.g.
- [71] Zelenović D.: Efektivnost industrijskih sistema, zbornik radova sa seminara »Efektivnosti održavanje sredstava za rad«, Fakultet tehničkih nauka, IIS, Novi Sad, 1986.g.



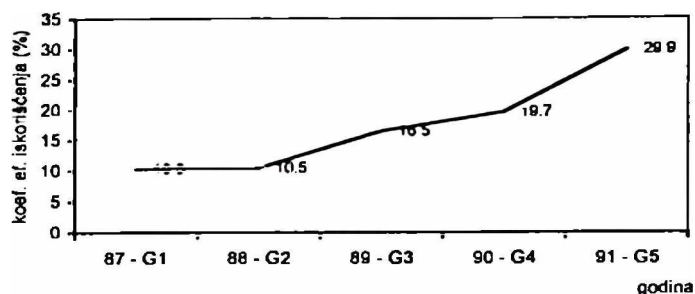
PRILOZI:

Prilog 1	Promjena koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu
Prilog 2	Analiza stepena usklađenosti koeficijenta iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t i pojedinačnih sredstava iz klase
Prilog 3	Faktori koji determinišu obim i strukturu pretovara
Prilog 4	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{11})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 5	Promjena «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu, $K_n = g(t)$ Uspostavljanje zavisnosti $K_n = g(f_{11n})$ i provejra adekvatnosti modela
Prilog 6	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{12})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 7	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{13})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 8	Zakovitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava prioriternih klasa značajnosti u vremenu $K_i = g(t)$
Prilog 9	Uspostavljanje zavisnosti $K = g(f_{22})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 10	Promjena stepena adekvatnosti planiranja rada u vremenu
Prilog 11	Upravljanje preventivnim održavanjem pomoću koeficijenta efektivnog iskorišćenja
Prilog 12	Uspostavljanje korelacije koeficijent efektivnog iskorišćenja – broj preventivnih pregleda određene kategorije i provjera adekvatnosti modela
Prilog 13	Definisanje raspona vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja koji odgovara određenom broju preventivnih pregleda
Prilog 14	Promjena stepena adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada u vremenu
Prilog 15	Definisanje kategorija tehnološke primjerenosti sredstava
Prilog 16	Zakovitost promjene u vremenu koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava različitih kategorija tehnološke primjerenosti
Prilog 17	Uspostavljanje korelacije $K = g(f_{41})$ i provjera adekvatnosti modela
Prilog 18	Definisanje faze životnog vijeka sredstava u uslovima nepostojanja podataka o intenzitetu otkaza
Prilog 19	Karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu po pojedinim fazama životnog vijeka sredstava

PRILOG 1: PROMJENA KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA U VREMENU

1. ZAKONITOST PROMJENE KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA U VREMENU, $K = f(t)$

Koeficijent efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3t se, u toku posmatranog perioda, mijenjao u skladu sa dijagramom prikazanim na sl. P1.1.



sl. P1.1

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, ustanovljena je zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n t_i = \sum_{i=1}^n k_i$$

$$a_0 \cdot \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n k_i \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5) = (10,3 + 10,5 + 16,5 + 19,7 + 29,9)$$

$$a_0 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2) = 10,3 \cdot 1 + 10,5 \cdot 2 + 16,5 \cdot 3 + 19,7 \cdot 4 + 29,9 \cdot 5$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 86,9$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 309,1$$

$$a_1 = 4,84$$

$$a_0 = 2,86$$

$$K = 2,86 + 4,84t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. - G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
K_m	7,34	12,54	17,38	22,22	27,06
K_a	10,3	10,5	16,5	19,7	29,9
E	2,96	-2,04	-0,88	-2,52	2,84
e^2	8,76	4,16	0,77	6,35	8,06

$$\sum e^2 = 28,1$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{28,1}{5}} = 2,37$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 2,37 = 7,11$$

$$|e_{\max}| = 2,96 < 7,11$$

Model je adekvatan.

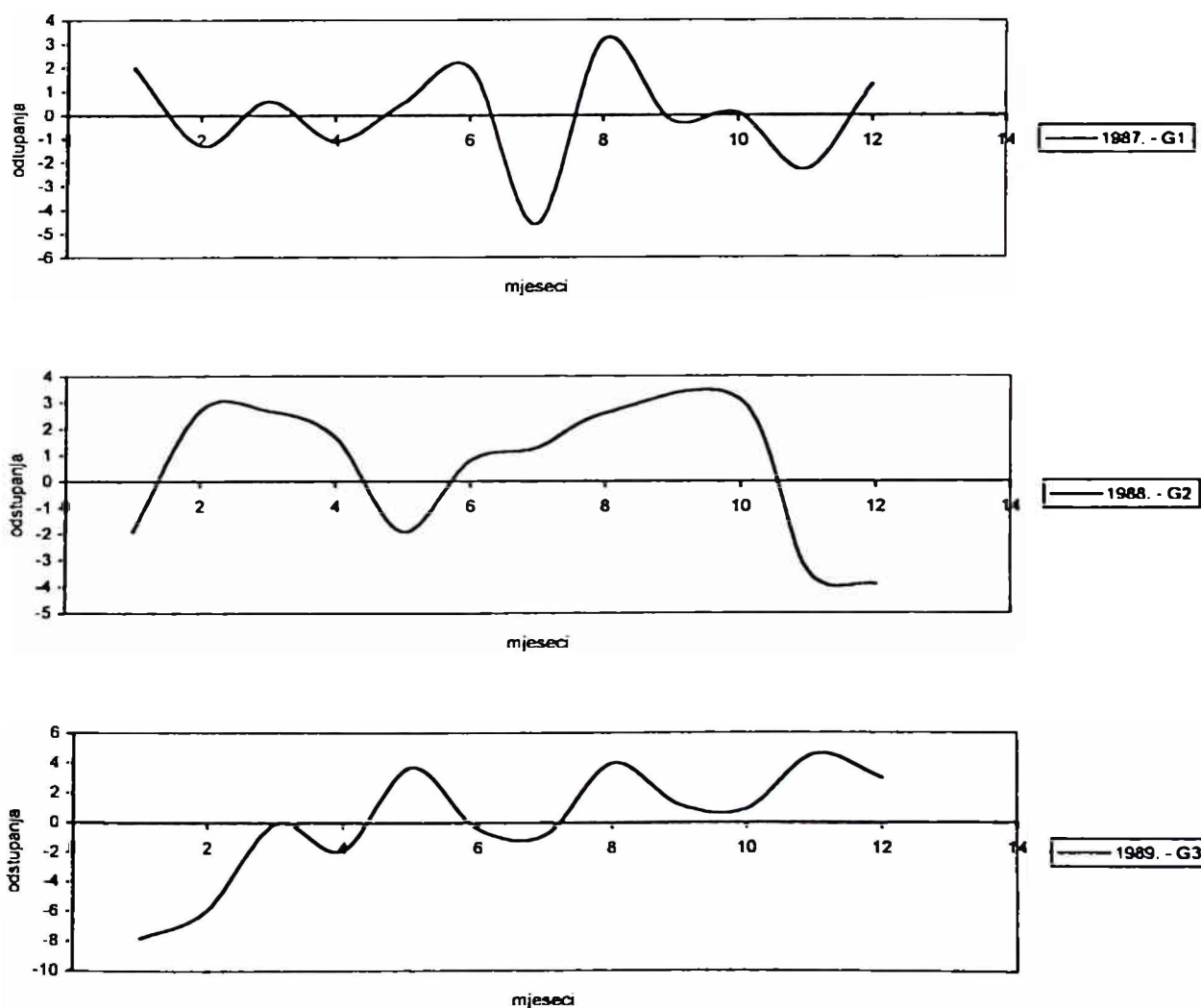
2. ANALIZA ODNOSA VRIJEDNOSTI KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA ZA RAZLIČITE VREMENSKE PERIODE

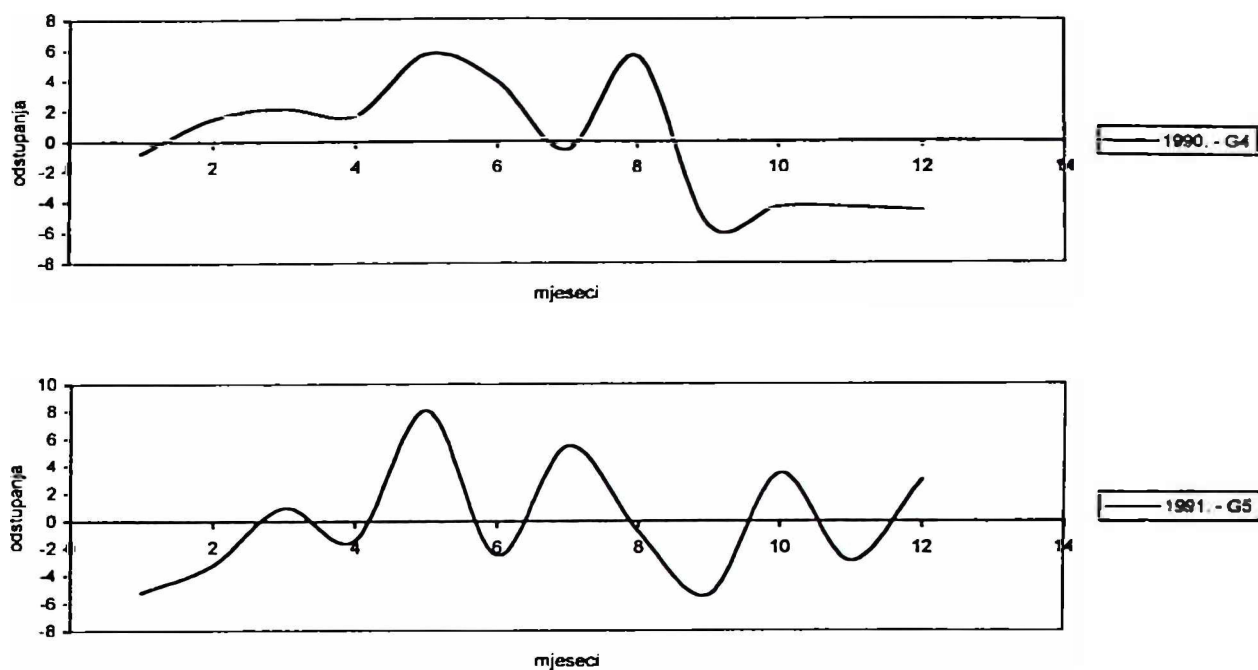
Polazeći od vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava prikazanih u tabelama u poglavlju Rada 5. *Izbor objekta istraživanja*, definisana su odstupanja vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava po mjesecima u odnosu na godišnje vrijednosti (T.P1.1)

T.P1.1 odstupanja mjesečnih u odnosu na godišnje vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja

godina	odstup.	veličina odstupanja po mjesecima (%)												prosječno odstupanje (%)
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1987. -	+	2	-	0,6	-	0,5	2	-	3,2	-	0,1	-	1,3	1,39
G1	-	-	1,3	-	1,1	-	-	4,6	-	0,2	-	2,3	-	1,9
1988. -	+	-	2,7	2,7	1,7	-	0,8	1,3	2,6	3,1	-	-	-	2,12
G2	-	1,9	-	-	-	1,9	-	-	-	-	3,4	3,9	3,9	3
1989. -	+	-	-	-	-	3,7	-	-	4	1,2	0,9	4,6	3	2,9
G3	-	7,8	5,9	0,1	1,9	-	0,4	0,8	-	-	-	-	-	2,81
1990. -	+	-	1,5	2,2	1,7	5,7	3,9	-	5,6	-	-	-	-	3,43
G4	-	0,8	-	-	-	-	-	0,6	-	5,5	4,3	4,3	4,6	3,35
1991. -	+	-	-	1	-	8,1	-	5,5	-	-	3,5	-	3	4,22
G5	-	5,2	3,2	-	1,4	-	2,5	-	0,8	5,4	-	2,9	-	3,1

Grafičkim predstavljanjem identifikovanih odstupanja, po elementima posmatranog perioda, dobija se (sl. P1.2):



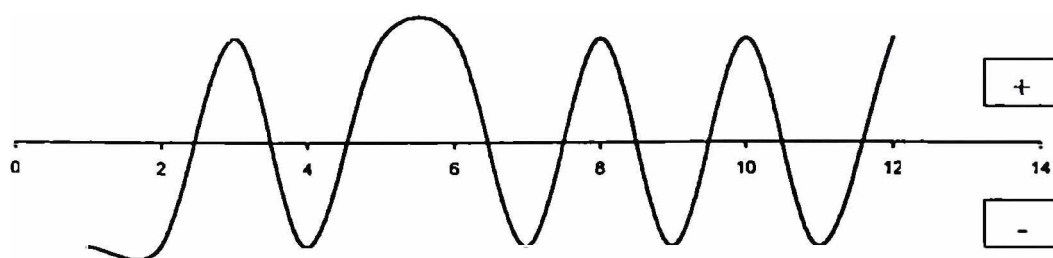


sl. P1.2 odstupanja mjesečnih vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja u odnosu na godišnje

Moguće je, na osnovu prethodnih analiza, definisati dominantan karakter odstupanja vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja viljuškara po mjesecima u odnosu na srednju godišnju vrijednost (T.P1.2).

T.P1.2

mjesec	broj pojav. odstup.		dominantno odstupanje
	+	-	
I	1	4	-
II	2	3	-
III	4	1	+
IV	2	3	-
V	4	1	+
VI	3	2	+
VII	2	3	-
VIII	4	1	+
IX	2	3	-
X	3	2	+
XI	1	4	-
XII	3	2	+



sl. P1.3 varijacija dominantnih predznakova odstupanja po mjesecima posmatranog perioda

PRILOG 2: ANALIZA STEPENA USKLAĐENOSTI KOEFICIJENTA ISKORIŠĆENJA KLASJE VILJUŠKARA NOSIVOSTI 3t I POJEDINAČNIH SREDSTAVA IZ TE KLASJE

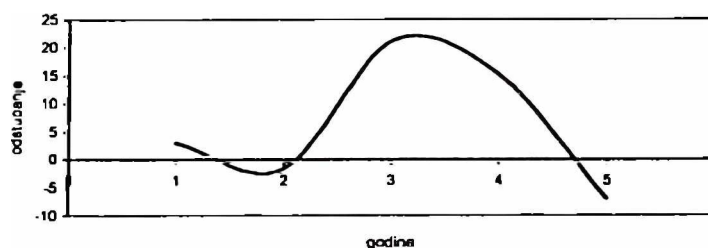
Značajno je, sa brojnih aspekata, ustanoviti međusoban odnos između koeficijenta efektivnog iskorišćenja klase sredstava (viljuškara nosivosti 3t) i pojedinačnih sredstava iz te klase. Na osnovu podataka o koeficijentima iskorišćenja sredstava prezentiranih u poglavlju Rada 5. *Izbor objekta istraživanja*, izvršena je analiza međusobnog odnosa koeficijenta efektivnog iskorišćenja (T.P2.1)

T.P2.1 odstupanja vrijednosti koef. efektivnog iskorišćenja pojedinačnih sredstava u odnosu na koef. efektivnog iskorišćenja klase

godina	koef. isk. za klasu (%)	odstupanja vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva (po garažnim brojevima)									
		311		312		313		314		315	
		K (%)	odstup. (%)	K (%)	odstup. (%)	K (%)	odstup. (%)	K (%)	odstup. (%)	K (%)	odstup. (%)
1987. - G1	10,3	7,3	+3	12,8	+2,5	27,5	+17,2	19,9	+9,6	28,7	+18,4
1988. - G2	10,5	8,9	-1,6	14,5	+4	28,8	+18,3	21,7	+11,2	19,3	+8,8
1989. - G3	16,5	37,8	+21,3	27,2	+10,7	18,9	+2,4	18,4	+1,9	17,8	+1,3
1990. - G4	19,7	34,9	+15,2	37,8	+18,1	32,8	+13,1	27,9	+8,2	3,9	-15,8
1991. - G5	29,9	22,9	-7	21,3	-8,6	19,5	-10,4	0,02	-29,88	26,3	-3,6

Grafičkim predstavljanjem definisanih odstupanja vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja dobija se (sl. P2.1, sl. P2.2, sl. P2.3, sl. P2.4, sl. P2.5).

- za viljuškar sa garažnim brojem 311



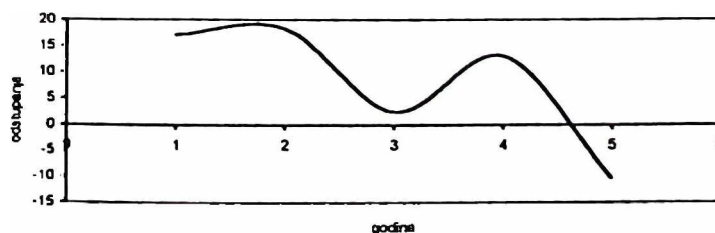
sl. P2.1

- za viljuškar sa garažnim brojem 312



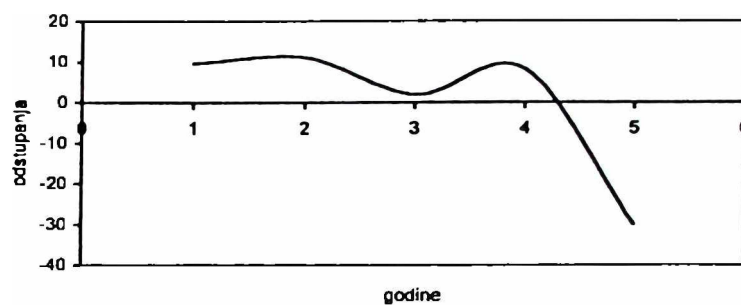
sl. P2.2

- za viljuškar sa garažnim brojem 313



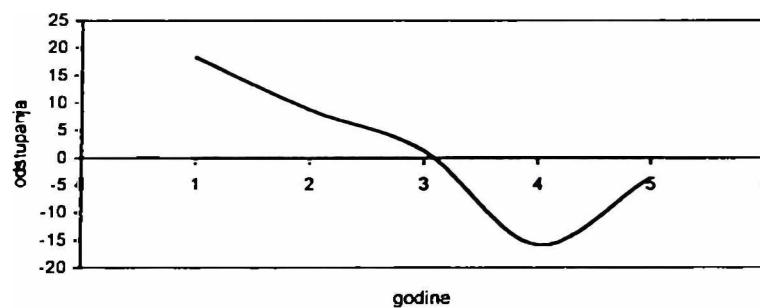
sl. P2.3

- za viljuškar sa garažnim brojem 314



sl. P2.4

- za viljuškar sa garažnim brojem 315

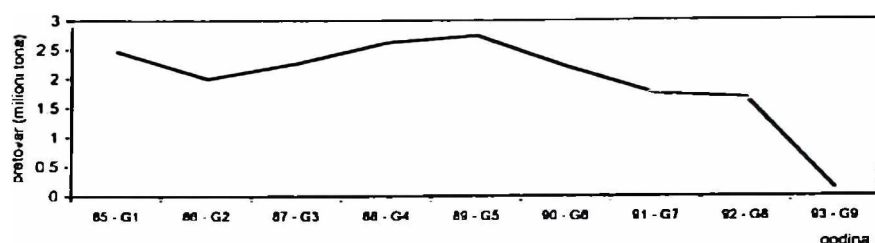


sl. P2.5

PRILOG 3: FAKTORI KOJI DETERMINIŠU OBIM I STRUKTURU PRETOVARA

Obim i struktura pretovara su pokazatelji stepena iskorišćenja raspoloživih resursa luke. Polazeći od izrazito slučajnog karaktera zahtjeva za pružanjem lučkih usluga, može se zaključiti da i obim i struktura pretovara u datom vremenskom intervalu iskazuju, takođe, slučajan karakter. Faktori koji determinišu obim i strukturu pretovara su brojni, vrlo heterogenog karaktera i stepena dejstva, počevši od onih koji djeluju nezavisno od lučkog poslovnog sistema, pa do onih koji se generišu unutar lučkog poslovnog sistema. Veoma je teško klasifikovati pomenute faktore po značajnosti (intenzitetu dejstva), jer u određenim upravljačkim okolnostima svaki od njih može da iskaže dominantno dejstvo.

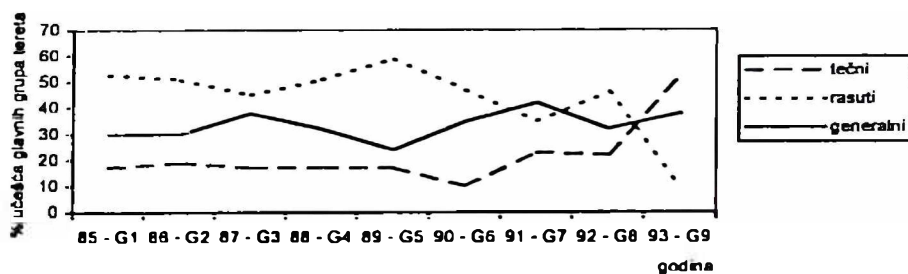
Primjer 1: Uticaj poremećaja robnih tokova može se ilustrovati na sledeći način (sl. P3.1).



sl. P3.1

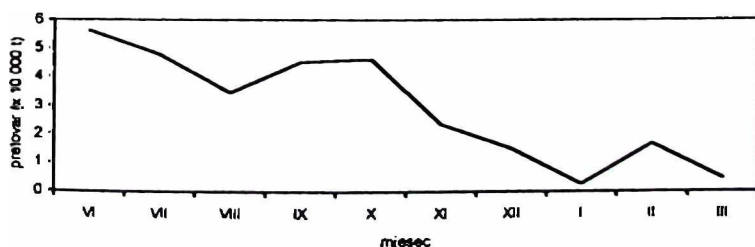
Dijagramom je prikazana promjena obima pretovara Luke Bar u periodu 1985. – 1993.g. Primjetan je izrazit pad obima pretovara u 1993.g. jer je Jugoslavija tada bila pod ekonomskim sankcijama Savjeta bezbjednosti Ujedinjenih nacija. Dominantan uticaj na obim pretovara u tom segmentu ukupno posmatranog perioda su, dakle, imali poremećaji robnih tokova.

Primjer 2: Uticaj karaktera zahtjeva korisnika usluga na obim (i strukturu) pretovara može se predstaviti sledećim podacima (sl. P3.2).



sl. P3.2

Shodno promjeni karaktera zahtjeva korisnika usluga (varijaciji vrsta predmeta usluga) tokom vremena, pojavljuje se različito učešće pojedinih grupa tereta u ukupnom pretovaru po godinama (segmentima posmatranog vremenskog intervala). Inače, struktura pretovara može da iskaže značajne varijacije i u znatno kraćim vremenskim periodima. Ukoliko se posmatra npr. pretovar koilseva u periodu jun 1998. – mart 1999.g., uočavaju se intenzivne sezonske promjene (sl. P3.3)



sl. P3.3

Ukoliko se izražene sezonske varijacije u obimu i strukturi pretovara ne predvide u procesu planiranja, može doći do značajnih upravljačkih poremećaja u procesu pružanja usluga. Isto takvi upravljački problemi se pojavljuju i ukoliko se pomenute intenzivne varijacije u strukturi i obimu pretovara tokom vremena na neadekvatan način uključe u planiranje i pripremu procesa pružanja lučkih usluga (tehnološku i operativnu).

Važno je da podaci o ostvarenom i očekivanom obimu i strukturi pretovara, strukturirani po zahtijevanom kriterijumu, pravovremeno, funkcionisanjem podsistema i modula informacionog sistema upravljanja osnovnim procesom rada, budu na raspolaganju. Oni predstavljaju osnovu brojnih analiza, čiji su rezultati polazišta upravljačkih aktivnosti usmjerenih ka unapređenju parametara koji karakterišu uspješnost funkcionisanja lučkog poslovnog sistema kao cjeline.

PRILOG 4: USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI $K = g(f_{11})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

U cilju uspostavljanja zavisnosti $K = g(f_{11})$, sprovedena je standardna procedura primjene metoda najmanjih kvadrata.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i Q_i = \sum_i k_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i Q_i + a_1 \sum_i Q_i^2 = \sum_i k_i \cdot Q_i$$

$$5 \cdot a_0 + a_1 \cdot (15,5 + 15,8 + 17,6 + 18,5 + 18,6) = (19,7 + 16,5 + 10,5 + 29,6 + 10,3)$$

$$a_0 \cdot (15,5 + 15,8 + 17,6 + 18,5 + 18,6) + a_1 \cdot ((15,8)^2 + (15,5)^2 + \dots + (18,6)^2) = (15,5 \cdot 19,7) + \dots + (18,6 \cdot 10,3)$$

$$5 \cdot a_0 + 86 \cdot a_1 = 86,6$$

$$86 \cdot a_0 + 1487,86 \cdot a_1 = 1490,03$$

$$a_1 = 0,058$$

$$a_0 = 16,32$$

Na osnovu vrijednosti parametara a_0 i a_1 i uvođenjem, umjesto Q , oznake f_{11} za obim pretovara dobija se:

$$K = 16,32 + 0,058f_{11}$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
K_a	19,7	16,5	10,5	29,6	10,3
K_m	15,42	15,4	15,29	15,24	15,24
e	4,28	1,1	-4,79	14,36	-4,94
e^2	18,31	1,21	22,94	206,2	24,4

$$\sum e^2 = 273,06$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{273,06}{5}} = 7,38$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 7,38 = 22,16$$

$$|e_{\max}| = 14,36 < 3 \cdot E = 22,16$$

Model je adekvatan.

PRILOG 5:**1. PROMJENA "NORMIRANOG" KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA U VREMENU, $K_n = f(t)$**

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, polazeći od podataka iz T.6.2.12 i sa sl. 6.2.6, utvrđena je promjena "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu. U polaznim jednačinama važi $K = K_n$.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i k_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 = \sum_i k_i \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 24,59$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 82,33$$

$$a_1 = 0,85$$

$$a_0 = 2,37$$

$$K_n = 2,37 + 0,85t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
K_n	4,27	4,23	3,86	3,13	9,1
K_m	3,22	4,07	4,92	5,77	6,62
e	1,05	0,16	-1,06	-2,64	2,48
e^2	1,1	0,02	1,12	6,96	6,15

$$\sum e^2 = 15,35$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{15,35}{5}} = 1,75$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,75 = 5,25$$

$$|e_{\max}| = 2,64 < 3 \cdot E = 5,25$$

Model je adekvatan.

2. USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI $K_n = g(f_{11n})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom odgovarajuće matematičke procedure, utvrđena je korelacija između "normiranog" koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, K_n , (klase viljuškara nosivosti 3t) i obima pretovara tereta za čiji su pretovar definisane norme rada, f_{11n} .

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i f_{11ni} &= \sum_i k_{ni} \\ a_0 \cdot \sum_i f_{11ni} + a_1 \cdot \sum_i f_{11ni}^2 &= \sum_i k_{ni} \cdot f_{11ni} \end{aligned}$$

$$5 \cdot a_0 + 70,8 \cdot a_1 = 24,59$$

$$70,8 \cdot a_0 + 1012,04 \cdot a_1 = 349,25$$

$$a_1 = 0,17$$

$$a_0 = 2,5$$

$$K_n = 2,5 + 0,17f_{11n}$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
K_n	3,13	3,86	9,1	4,23	4,27
K_m	4,65	4,69	4,86	5,15	5,2
e	-1,52	-0,83	4,24	-0,92	-0,93
e^2	2,31	0,68	17,97	0,84	0,86

$$\sum e^2 = 22,66$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{22,66}{5}} = 2,12$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 2,12 = 6,36$$

$$|e_{\max}| = 4,24 < 3 \cdot E = 6,36$$

Model je adekvatan.

PRILOG 6: USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI $K = g(f_{12})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, identifikovan je oblik zavisnosti koeficijenta efektivnog iskoriscenja, K , od raspodjele vrsta manipulacija u posmatranom periodu.

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i m_i &= \sum_i k_i \\ a_0 \cdot \sum_i m_i + a_1 \cdot \sum_i m_i^2 &= \sum_i k_i \cdot m_i \end{aligned}$$

$$3 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 28 + 71) = (0,0001 + 1,46 + 1,78)$$

$$a_0 \cdot (1 + 28 + 71) + a_1 \cdot (1^2 + 28^2 + 71^2) = 0,0001 \cdot 1 + 28 \cdot 1,46 + 71 \cdot 1,78$$

$$3 \cdot a_0 + 100 \cdot a_1 = 3,24$$

$$100 \cdot a_0 + 5826 \cdot a_1 = 167,26$$

$$a_1 = 0,023$$

$$a_0 = 0,32$$

Na osnovu definisanih vrijednosti parametara a_0 i a_1 , uvodeći oznaku za vrstu manipulacija f_{12} , umjesto m , dobija se:

$$K = 0,32 + 0,023f_{12}$$

Provjera adekvatnosti modela:

manipul.	kamion – brod	skladište – brod	kamion - skladište
K_a	0,0001	1,46	1,78
K_m	0,343	0,964	1,95
e	-0,34	0,496	-0,17
e^2	0,11	0,24	0,028

$$\sum e^2 = 0,378$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,378}{5}} = 0,35$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,35 = 1,05$$

$$|e_{\max}| = 0,469 < 3 \cdot E = 1,05$$

Model je adekvatan.

PRILOG 7: USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI $K = g(f_{13})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, definisana je zavisnost $K = g(f_{13})$.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i m_{pi} = \sum_i k_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i m_{pi} + a_1 \sum_i m_{pi}^2 = \sum_i k_i \cdot m_{pi}$$

$$3 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3) = (0,02 + 0,04 + 0,06)$$

$$a_0 \cdot (1 + 2 + 3) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2) = 1 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,04 + 3 \cdot 0,06$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 0,12$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 0,28$$

$$a_1 = 0,02$$

$$a_0 = 0$$

Na osnovu identifikovanih vrijednosti za parametre a_0 i a_1 i uvođenjem oznake f_{13} za broj paralelnih manipulacija, umjesto m_p , dobija se:

$$\underline{K = 0,02f_{13}}$$

PRILOG 8: ZAKONITOST PROMJENE KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA PRIORITETNIH KLASA ZNAČAJNOSTI U VREMENU, $K_t = g(t)$

Polazeći od podataka u tabeli 6.6.4 i grafika promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih klasa značajnosti (sl. 6.6.2), primjenom metoda najmanjih kvadrata, za identifikovane klase značajnosti sredstava, utvrđena je zakonitost promjene njihovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu.

Klasa značajnost 1

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i &= \sum_i k_i \\ a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 &= \sum_i k_i \cdot t_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5) &= (9,1 + 8,9 + 13,5 + 13,8 + 16) \\ a_0 \cdot (1 + 2 + 3 + 4 + 5) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2) &= 1 \cdot 9,1 + 2 \cdot 8,9 + 3 \cdot 13,5 + 4 \cdot 13,8 + 5 \cdot 16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 &= 61,3 \\ 15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 &= 202,6 \end{aligned}$$

$$a_1 = 1,87$$

$$a_0 = 6,65$$

$$K_1 = 1,87 + 6,65t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. - G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
$(K_1)_s$	9,1	8,9	13,5	13,8	16
$(K_1)_m$	8,52	10,39	12,26	14,13	16
e	0,58	-1,49	1,24	-0,33	0
e^2	0,33	2,22	1,53	0,1	0

$$\sum e^2 = 4,18$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{4,18}{5}} = 0,91$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,91 = 2,73$$

$$|e_{\max}| = 1,49 < 3 \cdot E = 2,73$$

Model je adekvatan.

Klasa značajnost 2

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i &= \sum_i k_i \\ a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 &= \sum_i k_i \cdot t_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 &= 80,2 \\ 15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 &= 235,4 \end{aligned}$$

$$a_1 = -0,466$$

$$a_0 = 17,31$$

$$K_2 = 17,31 - 0,466t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987.- G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
$(K_2)_e$	19,1	12,4	14,2	23,6	10,9
$(K_2)_m$	16,96	16,49	16,03	15,56	15,1
e	2,14	-4,09	-1,83	8,04	-4,02
e^2	4,57	16,72	3,34	64,64	17,64

$$\sum e^2 = 106,87$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{106,87}{5}} = 4,62$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 4,62 = 13,86$$

$$|e_{\max}| = 8,04 < 3 \cdot E = 13,86$$

Model je adekvatan.

Klasa značajnost 3

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t_i = \sum k_i$$

$$a_0 \cdot \sum t_i + a_1 \cdot \sum t_i^2 = \sum k_i \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 149,6$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 423,9$$

$$a_1 = -2,49$$

$$a_0 = 37,89$$

$$K_3 = 37,89 - 2,49t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987.- G1	1988. - G2	1989. - G3	1990. - G4	1991. - G5
$(K_3)_e$	37,5	33,4	23	27,9	27,8
$(K_3)_m$	34,9	32,41	29,92	27,43	24,92
e	2,6	0,99	-6,92	0,47	2,88
e^2	6,76	0,98	47,88	0,22	8,29

$$\sum e^2 = 64,13$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{64,13}{5}} = 3,58$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 3,58 = 10,74$$

$$|e_{\max}| = 6,92 < 3 \cdot E = 10,74$$

Model je adekvatan.

PRILOG 9: USPOSTAVLJANJE ZAVISNOSTI $K = g(f_{22})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, na osnovu podataka iz T.6.6.4 i grafika sa sl. 6.6.4, uspostavljena je, po intervalima posmatranog perioda, korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i klase značajnosti sredstava.

Interval G1 - 1987.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum k_j = \sum k_j$$

$$a_0 \cdot \sum k_j + a_1 \sum k_j^2 = \sum k_j \cdot k_j$$

$$3 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3) = (9,1 + 19,1 + 37,5)$$

$$a_0 \cdot (1 + 2 + 3) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2) = 1 \cdot 9,1 + 2 \cdot 19,1 + 3 \cdot 37,5$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 65,7$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 159,8$$

$$a_1 = 14,2$$

$$a_0 = -6,5$$

Uvodeći oznaku f_{22} umjesto K_j dobija se:

$$K = -6,5 + 14,2 f_{22}$$

Provjera adekvatnosti modela:

klasa značajnosti	1	2	3
K_n	9,1	19,1	37,5
K_m	7,7	21,9	36,1
e	1,4	-2,8	1,4
e^2	1,96	7,84	1,96

$$\sum e^2 = 11,76$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{11,76}{3}} = 1,97$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,97 = 5,91$$

$$|e_{\max}| = 2,8 (3 \cdot E = 5,91)$$

Model je adekvatan.

Interval G2 - 1988.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum k_j = \sum k_j$$

$$a_0 \cdot \sum k_j + a_1 \sum k_j^2 = \sum k_j \cdot k_j$$

$$3 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3) = (8,9 + 12,4 + 33,4)$$

$$a_0 \cdot (1 + 2 + 3) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2) = 1 \cdot 8,9 + 2 \cdot 12,4 + 3 \cdot 33,4$$

$$\begin{aligned} 3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 &= 54,7 \\ 6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 &= 133,9 \end{aligned}$$

$$a_1 = 12,26$$

$$a_0 = -6,29$$

Uvodeći oznaku f_{22} umjesto K_i dobija se:

$$K = -6,29 + 12,26 f_{22}$$

Provjera adekvatnosti modela:

klasa značajnosti	1	2	3
K_a	8,9	12,4	33,4
K_n	5,97	18,26	30,49
e	2,93	5,86	2,91
e^2	8,58	34,33	8,46

$$\sum e^2 = 51,37$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{51,37}{3}} = 4,13$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 4,13 = 12,39$$

$$|e_{\max}| = 5,86 < 3 \cdot E = 12,39$$

Model je adekvatan.

Interval G3 - 1989.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum k_i = \sum k_i$$

$$a_0 \cdot \sum k_i + a_1 \sum k_i^2 = \sum k_i \cdot k_i$$

$$3 \cdot a_0 + a_1 \cdot (1 + 2 + 3) = (13,5 + 14,2 + 23)$$

$$a_0 \cdot (1 + 2 + 3) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + 3^2) = 1 \cdot 13,5 + 2 \cdot 14,2 + 3 \cdot 23$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 50,7$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 110,9$$

$$a_1 = 4,7$$

$$a_0 = 7,5$$

Uvodeći oznaku f_{22} umjesto K_i dobija se:

$$K = 7,5 + 4,7 f_{22}$$

Provjera adekvatnosti modela:

klasa značajnosti	1	2	3
K_a	13,5	14,2	23
K_n	12,2	16,9	21,6
e	1,3	-2,7	1,4
e^2	1,69	7,29	1,96

$$\sum e^2 = 10,94$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{10,94}{3}} = 1,9$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,9 = 5,7$$

$$|e_{\max}| = 2,7 < 3 \cdot E = 5,7$$

Model je adekvatan.

Interval G4 - 1990.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum k_i = \sum k_i$$

$$a_0 \cdot \sum k_i + a_1 \sum k_i^2 = \sum k_i \cdot k_i$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 65,3$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 144,7$$

$$a_1 = 7,07$$

$$a_0 = 7,62$$

Uvodeći oznaku f_{22} umjesto K_i dobija se:

$$K = 7,62 + 7,07 f_{22}$$

Provjera adekvatnosti modela:

klasa značajnosti	1	2	3
K_a	13,8	23,6	27,9
K_m	14,69	21,76	28,83
e	-0,89	1,84	-0,93
e^2	0,79	3,38	0,86

$$\sum e^2 = 5,03$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{5,03}{3}} = 1,29$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,29 = 3,87$$

$$|e_{\max}| = 1,84 < 3 \cdot E = 3,87$$

Model je adekvatan.

Interval G5 - 1991.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum k_i = \sum k_i$$

$$a_0 \cdot \sum k_i + a_1 \sum k_i^2 = \sum k_i \cdot k_i$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 54,7$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 121,2$$

$$a_1 = 5,91$$

$$a_0 = 6,41$$

Uvodeći oznaku f_{22} umjesto K_j dobija se:

$$K = 6.41 + 5.91 f_{22}$$

Provjera adekvatnosti modela:

klasa značajnosti	1	2	3
K_a	16	10,9	27,8
K_m	12,32	18,23	24,14
e	3,86	-7,33	3,66
e^2	13,54	53,72	13,39

$$\sum e^2 = 80,65$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{80,65}{3}} = 5,18$$

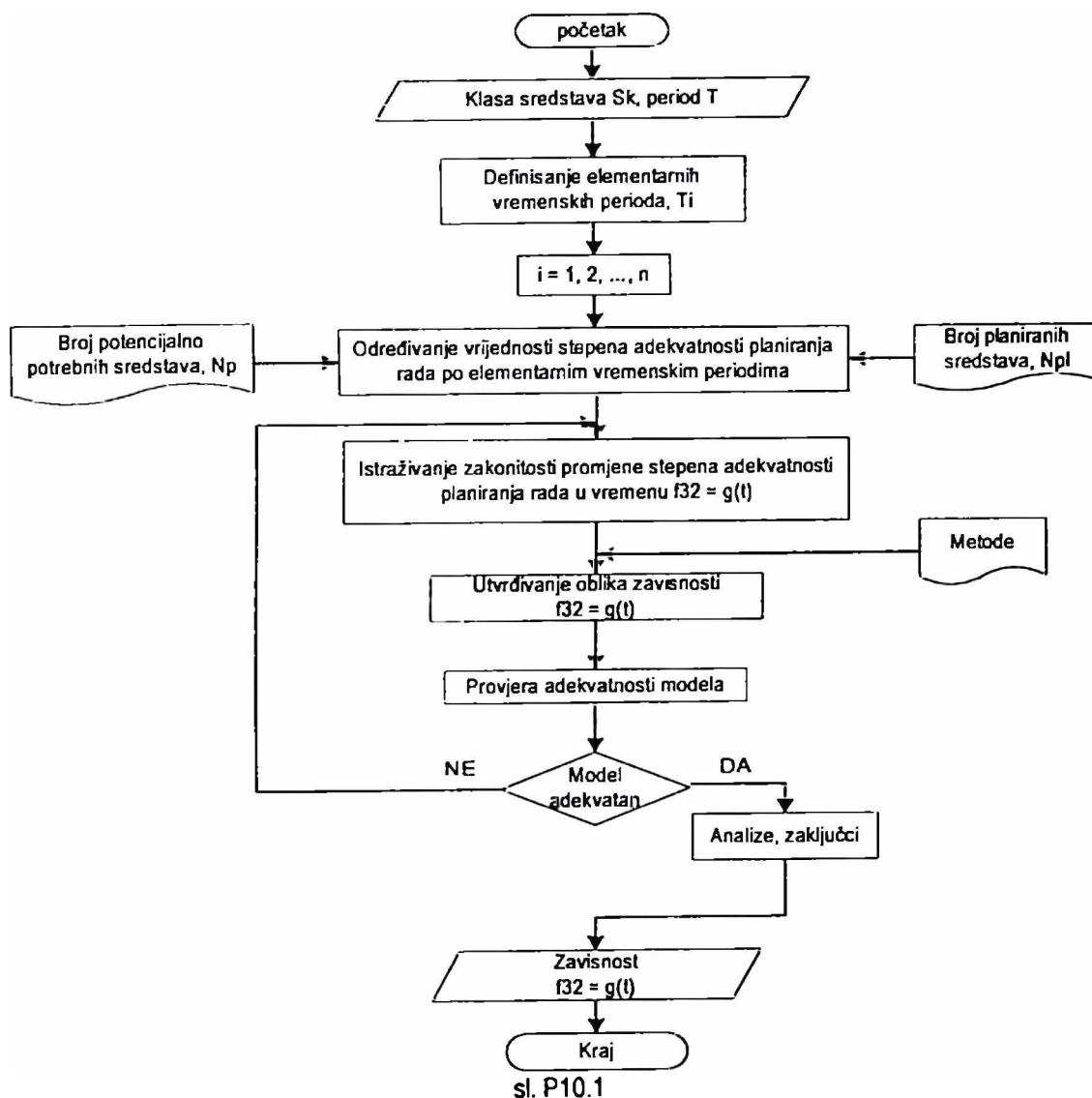
$$3 \cdot E = 3 \cdot 5,18 = 15,54$$

$$|e_{\max}| = 7,33 < 3 \cdot E = 15,54$$

Model je adekvatan.

PRILOG 10: PROMJENA STEPENA ADEKVATNOSTI PLANIRANJA RADA U VREMENU, a (f_{32}) = g(t)

Analize sprovedene u lučkom poslovnim sistemu potvrđuju da vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada variraju u vremenu. Zakonitost promjene analiziranog parametra u vremenu može se utvrditi primjenom procedure prikazane na slici sl. P10.1



Konkretizujući elemente procedure sa sl. P10.1, na primjeru populacije viljuškara nosivosti 3t, izvršena je identifikacija vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada u jednom od mjeseci iz analiziranog perioda. Navodeći samo slučajeve kada su vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada manji od 1, u narednim tabelama (T.P10.1 i T.P10.2) su prikazane vrijednosti parametra $a(f_{32})$ po smjenama i po danima.

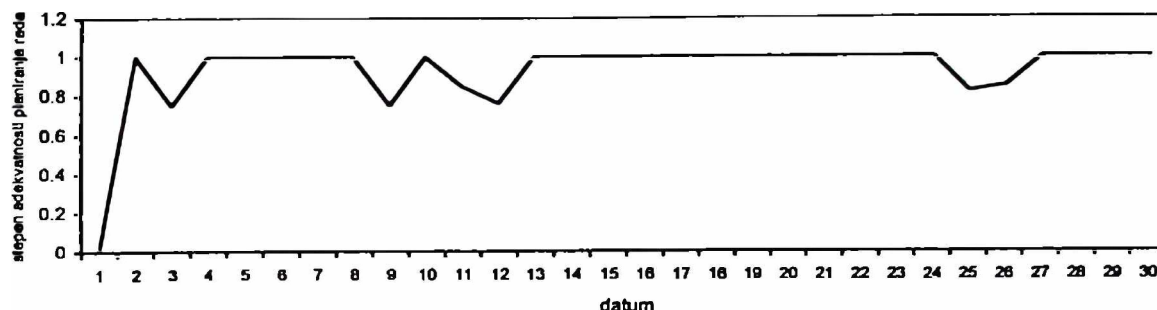
T.P10.1

datum	smjena	red. br. smjene	N_p	N_{pl}	$a(f_{32})$
3. 11.	II	5	5	3	0,6
9. 11.	II	17	3	1	0,33
11. 11.	II	21	9	7	0,77
12. 11.	I	22	13	5	0,38
12. 11.	II	23	12	10	0,83
25. 11. :	II	55	9	7	0,77
26. 11.	II	58	8	5	0,63

T.P10.2

datum	N_p	N_{pl}	$a(f_{32})$
3. 11.	8	6	0,75
9. 11.	8	6	0,75
11. 11.	13	11	0,85
12. 11.	33	25	0,76
25. 11.	11	9	0,82
26. 11.	20	17	0,85

Grafičkim predstavljanjem podataka iz tabele T.P10.2 dobija se (sl. P10.2):



sl. P10.2

Zakovitost promjene parametra $a(f_{32})$, u posmatranom vremenskom intervalu, definisana je primjenom metoda najmanjih kvadrata.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i a_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \cdot \sum_i t_i^2 = \sum_i a_i \cdot t_i$$

$$30 \cdot a_0 + a_1 \cdot (78 + 93 + \dots + 59) = (1 + 1 + 0,75 + \dots + 1)$$

$$a_0 \cdot (78 + 93 + \dots + 59) + a_1 \cdot (1^2 + 2^2 + \dots + 30^2) = (1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + \dots + 1 \cdot 30)$$

$$30 \cdot a_0 + 492 \cdot a_1 = 28,78$$

$$492 \cdot a_0 + 9455 \cdot a_1 = 432,07$$

$$a_1 = -0,03$$

$$a_0 = 1,452$$

$$a(f_{32}) = 1,452 - 0,03t$$

Provjera adekvatnosti modela:

datum (t)	1	2	3	...	30
a_i	1	1	0,75	...	1
a_m	1,422	1,392	1,362	...	0,552
e	-0,422	-0,392	-0,612	...	0,448
e^2	0,18	0,15	0,37	...	0,2

$$\sum e^2 = 2,465$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{2,465}{30}} = 0,286$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,286 = 0,858$$

$$|e_{\max}| = 0,612 < 3 \cdot E = 0,858$$

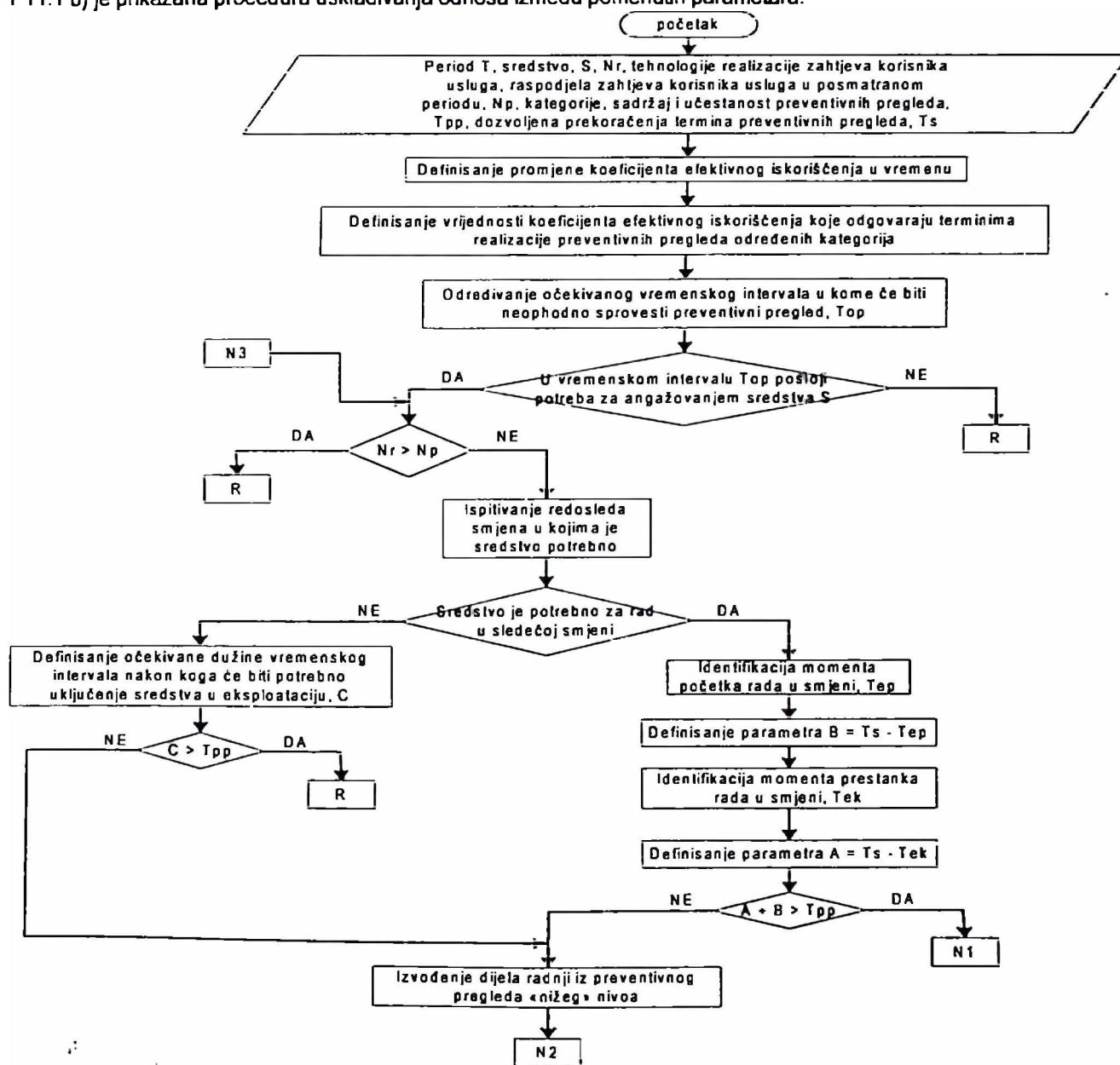
Model je adekvatan.

PRILOG 11: UPRAVLJANJE PREVENTIVNIM ODRŽAVANJEM POMOĆU KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA

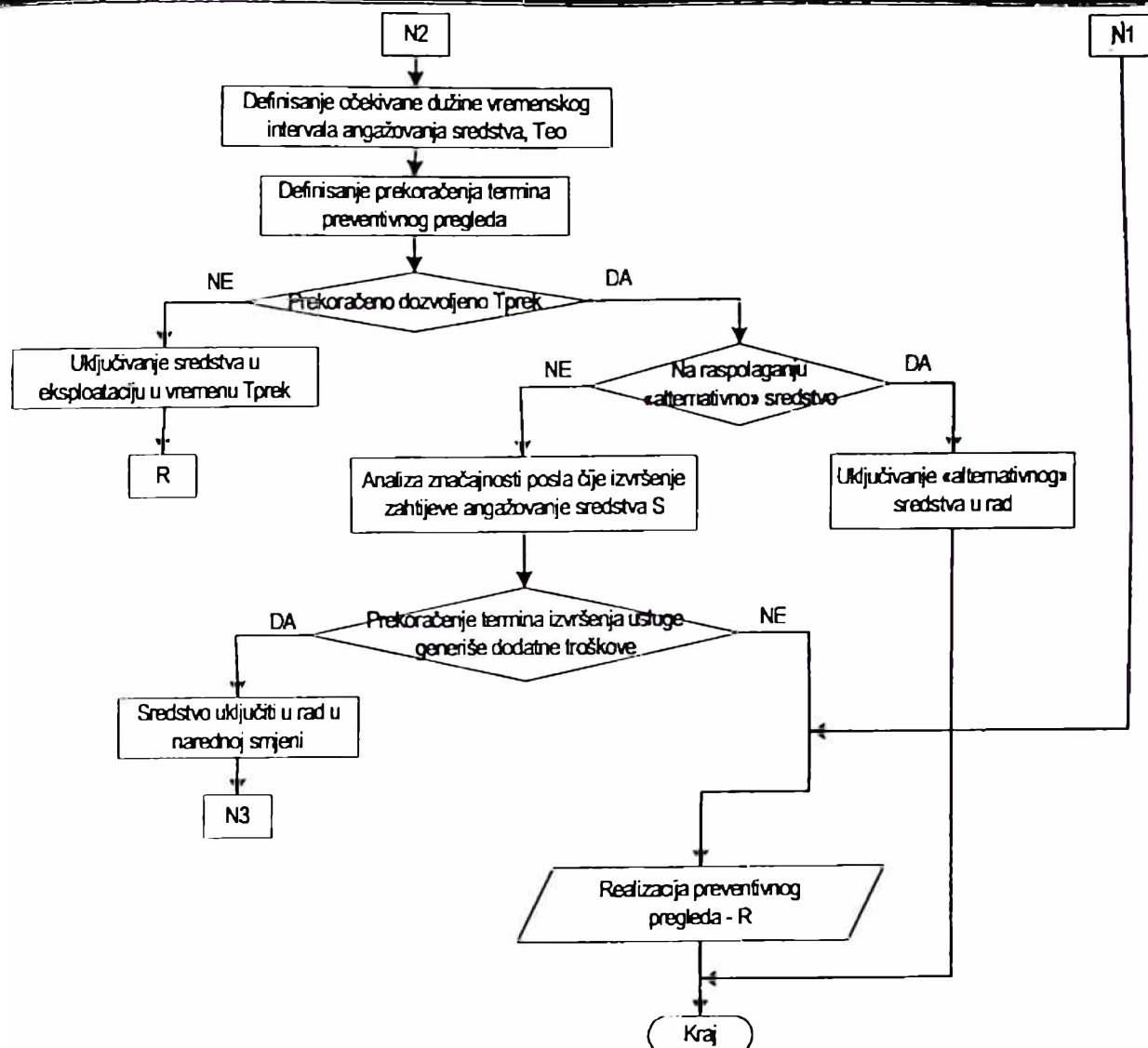
Primjenom koncepcije preventivnog održavanja, poznata je činjenica, vrši se minimizacija broja i dužina trajanja stanja "u otkazu" sredstava. Time se, posredstvom uticaja na povećanje vremena "u radu", djeluje na povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava.

Značajan upravljački zadatak u sistemu održavanja sredstava lučke mehanizacije predstavlja usklađivanje odnosa između termina preventivnog održavanja i zahtjeva za angažovanjem sredstava u procesu pružanja lučkih usluga. Naime, česte su situacije djelimičnog ili potpunog preklapanja vremenskih intervala u kojima je predviđena odgovarajuća aktivnost preventivnog održavanja i intervala u kojima postoji potreba za uključivanjem sredstva mehanizacije u rad. Pomenute situacije mogu, u slučaju neadekvatnog pristupa njihovom razrješavanju, imati negativne posljedice kako na efikasnost sprovođenja koncepcije preventivnog održavanja, tako i na parametre uspješnosti osnovnog procesa rada i samim tim i na vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava.

Nužno je, na početku razmatranja, istaći neophodnost postojanja odgovarajuće metodologije usklađivanja odnosa između zahtjeva za angažovanjem sredstava i definisanih termina izvođenja preventivnih aktivnosti. Prva faza u kreiranju pomenute metodologije je identifikacija podloga za njeno funkcionisanje. Na narednim slikama (sl. P11.1ai sl. P11.1 b) je prikazana procedura usklađivanja odnosa između pomenutih parametara.



sl. P11.1a



sl. P11. 1b

Oznake na slici predstavljaju:

N_r - raspoloživ broj sredstava određene kategorije (kojoj pripada sredstvo S);

N_p - potreban broj sredstava posmatrane kategorije na osnovu zahtjeva korisnika usluga i propisanih tehnologija rada;

T_{pp} - norma (dužina trajanja) izvođenja preventivnog pregleda;

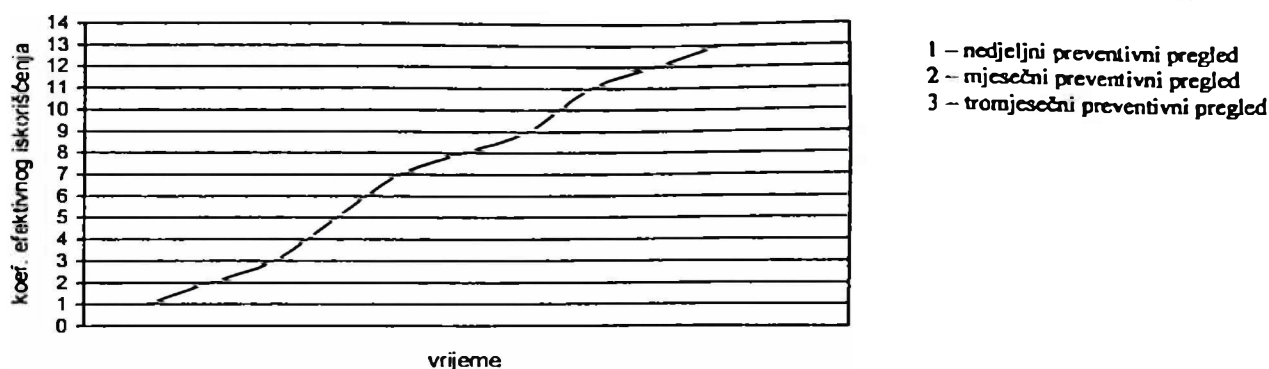
T_s - dužina trajanja radne smjene;

Pogodno je, u cilju stvaranja osnova daljih analiza, definisane termine izvođenja preventivnih aktivnosti izraziti pomoću koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, na način koji je predstavljen u narednoj tabeli (T.P11.1 – za viljuškare tipa DI 30 iz klase nosivosti 3t).

T.P11.1

kategorija preventivne aktivnosti	termin preventivne aktivnosti	ekvivalentni priraštaj koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva na godišnjem nivou (%)
nedjeljni pregled	nakon 50 sati rada	1
mjesečni pregled	nakon 150 sati rada	3
tromjesečni pregled	nakon 500 sati rada	10
godišnji pregled	nakon 2000 sati rada	40

Stvara se, na osnovu podataka iz tabele T.P11.1, podloga za, polazeći od priraštaja koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava, definisanje termina izvođenja odgovarajuće kategorije preventivnih aktivnosti. Može se, na početku, uočiti veza između vremena (termina preventivnog održavanja) i vrijednosti koeficijenta efektivnog održavanja (sl. P11.2).



sl. P11.2

Konkretizacija prethodno sprovedenih razmatranja će se izvršiti na primjeru slučajno izabranog sredstva iz populacije viljuškara klase nosivosti 3t - viljuškaru sa garažnim brojem 313. Posmatra se priraštaj vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja navedenog sredstva po mjesecima u 1987.g. (T.P11.2).

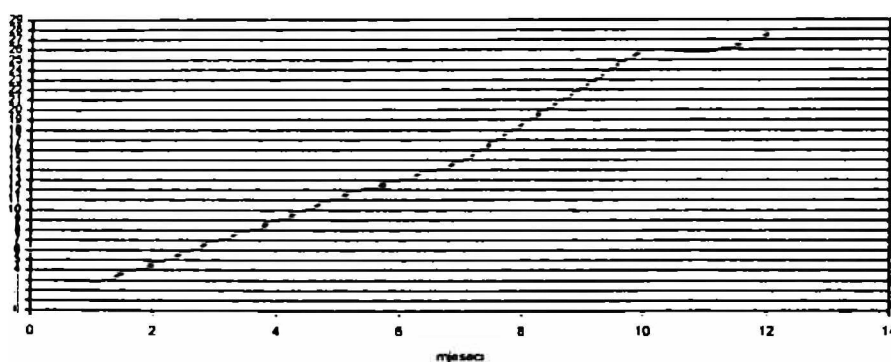
T.P11.2

mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
fond časova rada	132	97	118	96	123	83	97	179	183	179	2	83
vrijed. koef. ef. iskoriš. na godišnjem nivou (%)	2,6	4,6	6,9	8,9	11,3	13	14,9	18,5	22,2	25,8	25,82	27,5

Naredna faza analize obuhvata:

- grafičko predstavljanje vrijednosti iz tabele T.P11.2;
 - definisanje (na dijagramu) horizontalnih pravih $K = \Delta K$;
- gdje je ΔK - priraštaj koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva (T.P11.1) koji odgovara terminima preventivnih pregleda;
- označavanje kategorija preventivnih pregleda na dijagramu;

Presjek pravih $K = \Delta K$ sa krivom $K = f(t)$ (određenom na osnovu podataka iz T.P11.2) određuje trenutke u kojima treba sprovesti određenu preventivnu aktivnost (sl. P11.3).



sl. P11.3

PRILOG 12: USPOSTAVLJANJE KORELACIJE KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA – BROJ PREVENTIVNIH PREGLEDA ODREĐENE KATEGORIJE I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom odgovarajuće matematičke procedure, definisane su veze između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava (viljuškara sa garažnim brojevima 311, 312, 313, 314 i 315) iz klase nosivosti 3t i broja preventivnih pregleda.

1. Definisanje korelacije: broj mjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

za viljuškar 311

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum_i N_{mi}$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \cdot \sum_i K_i^2 = \sum_i K_i \cdot N_{mi}$$

$$5 \cdot a_0 + a_1 \cdot (8,9 + 8,9 + 34,9 + 36,7 + 38,9) = (2 + 2 + 11 + 12 + 12)$$

$$a_0 \cdot (8,9 + 8,9 + 34,9 + 36,7 + 38,9) + a_1 \cdot ((8,9)^2 + (8,9)^2 + \dots + (38,9)^2) = 8,9 \cdot 2 + 8,9 \cdot 2 + \dots + 12 \cdot 38,9$$

$$5 \cdot a_0 + 110,5 \cdot a_1 = 39$$

$$110,5 \cdot a_0 + 4236,53 \cdot a_1 = 1326,7$$

$$a_1 = 0,26$$

$$a_0 = 2,054$$

$$N_m = 2,054 + 0,26K$$

Provjera adekvatnosti modela:

	2	2	11	12	12
$(N_m)_k$					
$(N_m)_m$	3,368	3,368	11,12	11,59	12,16
e	-1,368	-1,368	-0,12	0,41	-0,16
e ²	1,87	1,87	0,014	0,17	0,025

$$\sum e^2 = 3,949$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,949}{5}} = 0,89$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,89 = 2,67$$

$$|e_{\max}| = 1,368 < 3 \cdot E = 2,67$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 312

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum_i N_{mi}$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \cdot \sum_i K_i^2 = \sum_i K_i \cdot N_{mi}$$

$$5 \cdot a_0 + 128,8 \cdot a_1 = 40$$

$$128,8 \cdot a_0 + 3879,74 \cdot a_1 = 1219,2$$

$$a_1 = 0,34$$

$$a_0 = -0,75$$

$$N_m = -0,75 + 0,34K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_m)_k$	4	4	8	12	12
$(N_m)_m$	3,87	4,18	8,5	11,69	12,1
e	0,43	-0,18	-0,5	0,31	-0,1
e^2	0,18	0,03	0,25	0,09	0,01

$$\sum e^2 = 0,56$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,56}{5}} = 0,33$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,33 = 0,99$$

$$|e_{\max}| = 0,5(3 \cdot E = 0,99$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 313

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \cdot \sum_i K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 131 \cdot a_1 = 41$$

$$131 \cdot a_0 + 3563,8 \cdot a_1 = 1117,7$$

$$a_1 = 0,33$$

$$a_0 = -0,45$$

$$N_m = -0,45 + 0,33K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_m)_k$	5	8	9	9	10
$(N_m)_m$	5,26	7,73	8,59	9,05	10,3
e	-0,26	0,27	0,41	-0,05	-0,3
e^2	0,07	0,07	0,17	0,0025	0,09

$$\sum e^2 = 0,4$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,4}{5}} = 0,28$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,28 = 0,84$$

$$|e_{\max}| = 0,41(3 \cdot E = 0,84$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 314

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \cdot \sum_i K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 86,56 a_1 = 26$$

$$86,56 \cdot a_0 + 1931,25 \cdot a_1 = 585,2$$

$$a_1 = 0,31$$

$$a_0 = -0,16$$

$$N_m = -0,16 + 0,31K$$

Provjera adekvatnosti modela:

	0	5	6	6	9
$(N_m)_h$	0	5	6	6	9
$(N_m)_m$	0	5,17	6,009	6,53	8,45
e	0	-0,17	-0,009	-0,53	0,55
e ²	0	0,03	0,00008	0,28	0,3

$$\sum e^2 = 0,61$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,61}{5}} = 0,35$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,35 = 1,05$$

$$|e_{\max}| = 0,55 < 3 \cdot E = 1,05$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 315

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum K_i + a_1 \cdot \sum K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 110,1 \cdot a_1 = 34$$

$$110,1 \cdot a_0 + 3183,1 \cdot a_1 = 996,1$$

$$a_1 = 0,33$$

$$a_0 = -0,46$$

$$N_m = -0,46 + 0,33K$$

Provjera adekvatnosti modela:

	1	5	6	9	13
$(N_m)_h$	1	5	6	9	13
$(N_m)_m$	0,83	5,28	5,87	9,01	13,03
e	0,17	-0,28	0,13	-0,01	-0,03
e ²	0,03	0,08	0,02	0,0001	0,009

$$\sum e^2 = 0,131$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,131}{5}} = 0,16$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,16 = 0,48$$

$$|e_{\max}| = 0,28 < 3 \cdot E = 0,48$$

Model je adekvatan.

Konačno, korelacija između broja mjesečnih preventivnih pregleda i koeficijenta efektivnog iskorišćenja se može predstaviti na sledeći način:

T.P14.1

r.b.	Identifikacija viljuškara	oblik zavisnosti
1.	br. 311	$N_m = 2,054 + 0,26K$
2.	br. 312	$N_m = -0,75 + 0,34K$
3.	br. 313	$N_m = -0,45 + 0,33K$
4.	br. 314	$N_m = -0,16 + 0,31K$
5.	br. 315	$N_m = -0,46 + 0,33K$

2. Definisanje korelacije: broj tromjesečnih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

za viljuškar 311

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum K_i + a_1 \sum K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 110,5 \cdot a_1 = 9$$

$$110,5 \cdot a_0 + 4236,51 \cdot a_1 = 367,1$$

$$a_1 = 0,07$$

$$a_0 = 0,65$$

$$N_i = 0,65 + 0,07K$$

Provjera adekvatnosti modela:

	0	0	3	3	3
$(N_i)_0$	0	0	3	3	3
$(N_i)_m$	1,27	1,27	3,09	3,21	3,37
e	-1,27	-1,27	-0,09	-0,21	-0,37
e^2	1,61	1,61	0,008	0,04	0,14

$$\sum e^2 = 3,408$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,408}{5}} = 0,83$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,83 = 2,49$$

$$|e_{\max}| = 1,27 < 3 \cdot E = 2,49$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 312

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum K_i + a_1 \sum K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 128,8 \cdot a_1 = 10$$

$$128,8 \cdot a_0 + 3879,74 \cdot a_1 = 304,8$$

$$a_1 = 0,08$$

$$a_0 = -0,06$$

$$N_i = -0,06 + 0,08K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_i)_s$	1	1	2	3	3
$(N_i)_m$	0,96	1,1	2,11	2,87	2,96
e	0,04	-0,1	-0,11	0,13	0,04
e^2	0,0016	0,01	0,012	0,016	0,0016

$$\sum e^2 = 0,041$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,041}{5}} = 0,09$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,09 = 0,27$$

$$|e_{\max}| = 0,13 < 3 \cdot E = 0,27$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 313

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \sum_i K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 131 \cdot a_1 = 10$$

$$131 \cdot a_0 + 3563,8 \cdot a_1 = 277,4$$

$$a_1 = 0,12$$

$$a_0 = -1,14$$

$$N_i = -1,14 + 0,12K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_i)_s$	1	2	2	2	3
$(N_i)_m$	0,94	1,84	2,15	2,32	2,78
e	0,06	0,16	-0,15	-0,32	0,22
e^2	0,0036	0,026	0,022	0,1	0,05

$$\sum e^2 = 0,2$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,2}{5}} = 0,2$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,2 = 0,6$$

$$|e_{\max}| = 0,32 < 3 \cdot E = 0,6$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 314

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum_i N_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \sum_i K_i^2 = \sum_i K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 86,56 \cdot a_1 = 6$$

$$86,56 \cdot a_0 + 1931,25 \cdot a_1 = 135,9$$

$$a_1 = 0,07$$

$$a_0 = -0,01$$

$$N_i = -0,01 + 0,07K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_i)_h$	0	1	1	2	2
$(N_i)_m$	0	1,19	1,38	1,5	1,94
e	0	-0,19	-0,38	0,5	0,06
e ²	0	0,036	0,14	0,25	0,0036

$$\sum e^2 = 0,43$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,43}{5}} = 0,29$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,29 = 0,81$$

$$|e_{\max}| = 0,5(3 \cdot E = 0,81$$

Model je adekvatan.

Viljuškar br. 315

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i K_i = \sum_i N_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i K_i + a_1 \sum_i K_i^2 = \sum_i K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 110,1 \cdot a_1 = 8$$

$$110,1 \cdot a_0 + 3183,1 \cdot a_1 = 257,6$$

$$a_1 = 0,1$$

$$a_0 = -0,602$$

$$N_i = -0,602 + 0,1K$$

Provjera adekvatnosti modela:

$(N_i)_h$	0	1	1	2	4
$(N_i)_m$	0	1,14	1,32	2,27	3,49
e	0	-0,14	-0,32	-0,27	0,51
e ²	0	0,019	0,1	0,07	0,26

$$\sum e^2 = 0,449$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,449}{5}} = 0,29$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,29 = 0,87$$

$$|e_{\max}| = 0,51 < 3 \cdot E = 0,87$$

Model je adekvatan.

Sistematizacijom preciziranih korelacija, dobija se sledeća tabela:

T.P14.2

r.b.	identifikacija viljuškara	oblik zavisnosti
1.	br. 311	$N_i = 0,65 + 0,07K$
2.	br. 312	$N_i = -0,06 + 0,08K$
3.	br. 313	$N_i = -1,14 + 0,12K$
4.	br. 314	$N_i = -0,01 + 0,07K$
5.	br. 315	$N_i = -0,6 + 0,1K$

3. Definisanje korelacije: broj godišnjih preventivnih pregleda – koeficijent efektivnog iskorišćenja

S obzirom da se samo u slučaju viljuškara sa garažnim brojem 315 pojavljuju vrijednosti broja godišnjih preventivnih pregleda koje su veće od 0, definisana je razmatrana korelacija samo za to sredstvo.

Viljuškar br. 315

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum K_i = \sum N_i$$

$$a_0 \cdot \sum K_i + a_1 \cdot \sum K_i^2 = \sum K_i \cdot N_i$$

$$5 \cdot a_0 + 110,1 \cdot a_1 = 1$$

$$110,1 \cdot a_0 + 3183,1 \cdot a_1 = 40,9$$

$$a_1 = 0,024$$

$$a_0 = -0,33$$

$$N_a = -0,33 + 0,024K$$

Provera adekvatnosti modela:

	0	0	0	0	1
$(N_a)_h$	0	0	0	0	1
$(N_a)_m$	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	0,65
e	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35
e ²	0,1	0,1	0,1	0,1	0,12

$$\sum e^2 = 0,52$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,52}{5}} = 0,32$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,32 = 0,96$$

$$|e_{\max}| = 0,35 < 3 \cdot E = 0,96$$

Model je adekvatan.

PRILOG 13: DEFINISANJE RASPONA VRIJEDNOSTI KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA KOJI ODGOVARA ODREĐENOM BROJU PREVENTIVNIH PREGLEDA

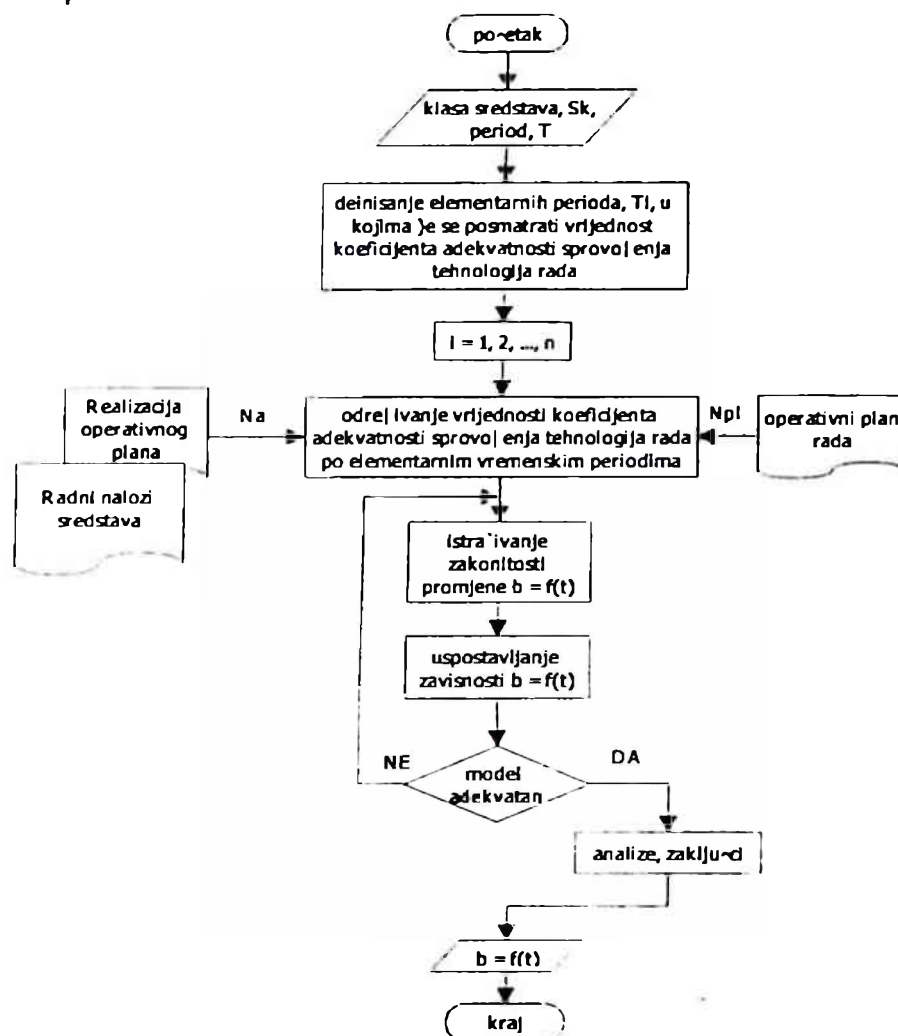
Na osnovu rezultata razmatranja sprovedenih u poglavlju 6.9.7, moguće je definisati intervale vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja koji odgovaraju određenom broju preventivnih pregleda konkretne kategorije (T.P13.1).

T.P13.1

kategorija preventivnog pregleda	broj preventivnih pregleda u godini	raspon vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja
mjesečni pregled	0	0 – 1,7
	1	3,9 – 5,9
	2	7,7 – 8,9
	3	9,01 – 10,6
	4	12,2 – 14,7
	5	15,8 – 17,8
	6	18,8 – 21,7
	7	22,6 – 23,3
	8	24,2 – 27,2
	9	27,2 – 29,6
	10	30,2 – 32,8
	11	33,5 – 35,9
	12	36,5 – 38,9
	13	39,2 – 40,9
	14	42,3 – 42,7
tromjesečni	0	0,04 – 9,01
	1	10,6 – 19,9
	2	21,6 – 29,6
	3	30,2 – 39,2
godišnji	4	40,2 – 47,7
	1	40,2 – 47,7

PRILOG 14: PROMJENA KOEFICIJENTA ADEKVATNOSTI SPROVOĐENJA TEHNOLOGIJA RADA U VREMENU, $f_{34}(b) = g(t)$

Utvrđivanje zakonitosti promjene koeficijenta adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada u vremenu, $b(f_{34}) = g(t)$, vrši se saglasno sa procedurom prikazanom na slici sl. P14.1.



sl. P14.1

Primjenom elemenata navedene procedure, na primjeru viljuškara nosivosti 3t, izvršena je identifikacija vrijednosti koeficijenta adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada. Navodeći samo slučajeve kada je $b < 1$, u narednim tabelama (T.P14.1 i T.P14.2) su prikazane vrijednosti koeficijenta adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada po smjenama i po danima u izabranom mjesecu iz posmatranog perioda.

T.P14.1

datum	smjena	red. br. smjene	N _{pl}	N _a	$f_{34}(b)$
2. 11.	I	2	7	3	0,43
	II	3	7	2	0,28
5. 11.	II	9	2	1	0,50
6. 11.	I	10	3	1	0,33
	II	11	3	0	0
7. 11.	I	12	9	1	0,11
	II	13	9	3	0,33
9. 11.	I	16	5	3	0,60
10. 11.	II	19	3	1	0,33
11. 11.	I	20	4	2	0,50
12. 11.	II	23	10	2	0,20
13. 11.	I	25	9	1	0,11
	II	26	10	6	0,60

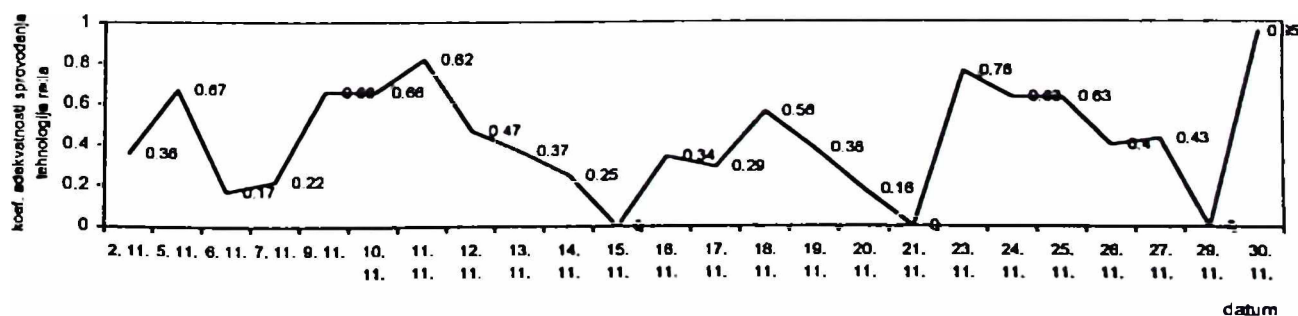
nastavak T. P14.1

14. 11.	I	28	13	3	0,23
	II	29	11	3	0,27
15. 11.	I	31	8	0	0
	II	32	8	0	0
16. 11.	I	33	20	6	0,30
	II	34	15	6	0,40
17. 11.	I	35	11	1	0,09
	II	36	10	5	0,50
18. 11.	I	37	10	4	0,40
	II	38	6	5	0,83
19. 11.	I	39	5	2	0,40
	II	40	8	3	0,37
20. 11.	I	42	3	1	0,33
	II	43	8	1	0,12
21. 11.	I	45	5	0	0
	II	46	4	0	0
23. 11.	I	50	4	0	0
24. 11.	II	53	10	4	0,40
25. 11.	I	54	7	1	0,14
26. 11.	I	57	11	2	0,18
27. 11.	I	58	5	2	0,40
	II	59	2	1	0,50
29. 11.	I	64	1	0	0
30. 11.	I	65	2	1	0,50

T.P14.2

datum	N _{el}	N _a	b
2. 11.	14	5	0,36
5. 11.	3	2	0,67
6. 11.	6	1	0,17
7. 11.	18	4	0,22
9. 11.	6	4	0,66
10. 11.	6	4	0,66
11. 11.	11	9	0,82
12. 11.	15	7	0,47
13. 11.	19	7	0,37
14. 11.	24	6	0,25
15. 11.	16	0	0
16. 11.	35	12	0,34
17. 11.	21	6	0,29
18. 11.	16	9	0,56
19. 11.	13	5	0,38
20. 11.	11	2	0,18
21. 11.	9	0	0
23. 11.	17	13	0,76
24. 11.	16	10	0,63
25. 11.	16	10	0,63
26. 11.	15	6	0,40
27. 11.	7	3	0,43
29. 11.	1	0	0
30. 11.	20	19	0,95

Grafičkim predstavljanjem podataka iz tabele T.P14.2 dobija se (sl. P14.2).



sl. P14.2

Zavisnost $b(f_M) = g(t)$ se može definisati primjenom odgovarajuće matematičke procedure.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i b_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 = \sum_i b_i \cdot t_i$$

$$30 \cdot a_0 + 492 \cdot a_1 = 16,02$$

$$492 \cdot a_0 + 9455 \cdot a_1 = 238,27$$

$$a_1 = -0,016$$

$$a_0 = 0,76$$

$$f_M(b) = 0,76 - 0,016t$$

Provjera adekvatnosti modela:

t	1	2	3	...	30
$f_M(b)_n$	1	0,36	1	...	0,95
$f_M(b)_m$	0,744	0,728	0,712	...	0,28
e	0,256	-0,368	0,288	...	0,67
e^2	0,065	0,135	0,082	...	0,448

$$\sum e^2 = 3,3537$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,3537}{30}} = 0,334$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,334 = 1,002$$

$$|e_{\max}| = 0,67 < 3 \cdot E = 1,002$$

Model je adekvatan.

PRILOG 15: DEFINISANJE KATEGORIJA TEHNOLOŠKE PRIMJERENOSTI SREDSTAVA

Primjenom procedure definisane u dijelu 6.10.1, precizirane su kategorije tehnološke primjerenosti sredstava unutar populacije viljuškara nosivosti 3t.

1. Identifikacija tipova i podtipova viljuškara unutar klase viljuškara nosivosti 3t

T. P15.1

klasa viljuškara	tipovi viljuškara	oznaka tipa	podtipovi viljuškara	oznaka podtipa
3t	H 60 H	A	SIMPLEX	A1
			DUPLEX	A2
	DIM 30 CD	B	SIMPLEX	B1
	DI 30 B	C	DUPLEX	C1

2. Identifikacija tehnoloških zahtjeva koji se pojavljuju u procesu eksploatacije sredstava

T. P15.2

r.b.	tehnološki zahtjev
1.	rad u brodskom skladištu
2.	rad u prostorima ograničene visine
3.	potreba slaganja tereta na određenu visinu
4.	manevrisanje u području rada
5.	rad sa pojavnim oblicima tereta različitih dimenzija i položaja težišta
6.	postizanje minimalne dužine trajanja radnog ciklusa

3. Karakteristike sredstava koje omogućavaju ispunjenje identifikovanih tehnoloških zahtjeva

T. P15.3

r.b.	karakteristika	tip/podtip sredstava			
		A - H 60 H		B - DIM 30 CD	C - DI 30 B
		A1 - SIMPLEX	A2 - DUPLEX	SIMLEX	DUPLEX
1.	ukupna masa (kg)	4670	4670	4820	4800
2.	minim. visina viljuškara (mm)	3000	1900	3030	1812
3.	max. visina viljuškara (mm)	5500	3600	5669	3272
4.	max. visina dizanja viljuš. (mm)	5000	3000	5027	2636
5.	slobodna visina diz. vilj. (mm)	-	-	379	1218
6.	dužina viljuškara (mm)	2605	2605	2600	2470
7.	dužina viljuški (mm)	910	910	900	1000
8.	max. širina viljuškara (mm)	1205	1205	1340	1170
9.	spoljni radijus okretanja (mm)	2345	2345	2360	2220
10.	brzina dizanja - neop/opt (m/s)	0,55/0,5	0,55/0,5	0,26/0,26	0,45/0,41
11.	brzina spuš. - neop/opt. (m/s)	0,46/0,56	0,46/0,56	0,21/0,3	0,3/0,3

4. Rangiranje (prema odgovarajućem kriterijumu) stepena usklađenosti između karakteristika sredstava određenog podtipa i identifikovanih tehnoloških zahtjeva

T. P15.4

r.b.	karakteristika	tehnološki zahtjev	kriterijum	rang			
				1	2	3	4
1.	ukupna masa (kg)	rad u brodskom skladištu	minimum	A1, A2	C1	B1	
2.	minim. visina viljuškara (mm)	rad u prostorima ogranič. visine	minimum	C1	A2	A1	B1
3.	max. visina viljuškara (mm)	rad u prostorima ogranič. visine	minimum	C1	A2	A1	B1
4.	max. visina dizanja viljuš. (mm)	potreba slag. ter. na odr. visinu	maksimum	B1	A1	A2	C1
5.	slobodna visina diz. vilj. (mm)	rad u prostorima ogranič. visine	maksimum	C1	B1		
6.	dužina viljuškara (mm)	manevrisanje u području rada	minimum	C1	B1	A1, A2	
7.	dužina viljuški (mm)	rad sa poj. oblic. tereta razl. kar	maksimum	C1	A1, A2	B1	
8.	max. širina viljuškara (mm)	manevrisanje u području rada	minimum	C1	A1, A2	B1	
9.	spoljni radijus okretanja (mm)	manevrisanje u području rada	minimum	C1	A1, A2	B1	
10.	brzina dizanja - neop/opt (m/s)	postiz. min. dužine radnog cikl.	maksimum	A1, A2	C1	B1	
11.	brzina spuš. - neop/opt. (m/s)	postiz. min. dužine radnog cikl.	maksimum	A1, A2	C1	B1	

5. Definisanje kategorija tehnološke primjerenosti podtipova sredstava

Polazeći od podataka iz tabele T. P15.4, mogu se definisati kategorije tehnološke primjerenosti podtipova sredstava (T. P15.5)

T. P15.5

podtip	rang po karakteristikama sredstava											pros. rang, R_s
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A1	1	3	3	2	3	3	2	2	2	1	1	2,09
A2	1	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1	2
B1	3	4	4	1	2	2	3	3	3	3	3	2,81
C1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	1,54

Kategorije tehnološke primjerenosti podtipova sredstava su (T. P15.6):

T. P15.6

podtip	prosječan rang, R_s	kategorija tehnološke primjerenosti, TP_s
A1	2,09	3
A2	2	2
B1	2,81	4
C1	1,54	1

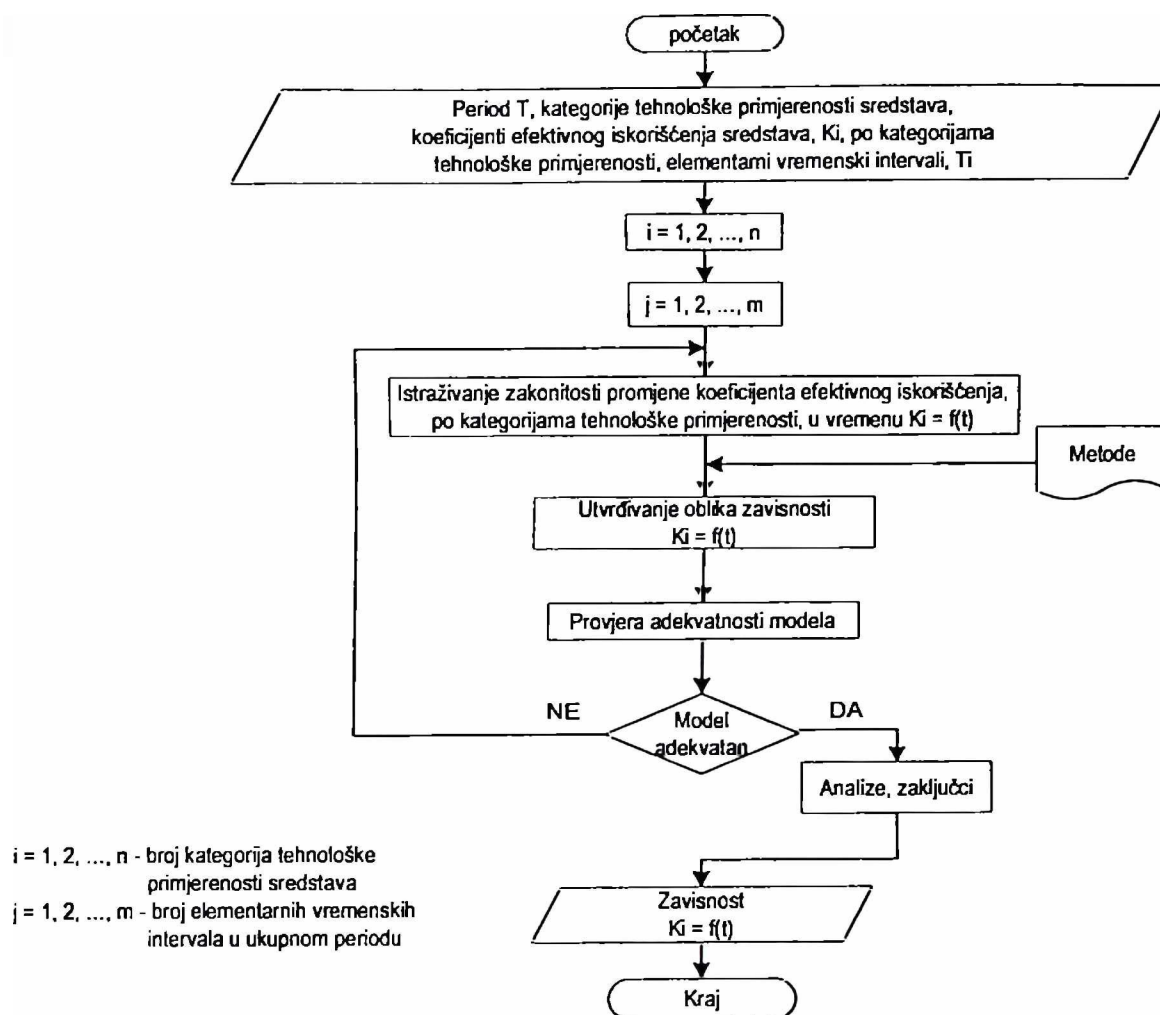
6. Definisanje kategorija tehnološke primjerenosti tipova sredstava

T. P15.7

tip	podtip	prosječan rang podtipa, R_s	prosječan rang tipa, R_t	kategorija tehnološke primjerenosti, TP_t
A	A1	2,09	2,045	2
	A2	2		
B	B1	2,81	2,81	3
C	C1	1,54	1,54	1

PRILOG 16: ZAKONITOST PROMJENE U VREMENU KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA RAZLIČITIH KATEGORIJA TEHNOLOŠKE PRIMJERENOSTI

Na sl. P16.1 su prikazani glavni elementi procedure definisanja zakonitosti promjene u vremenu koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava različitih kategorija tehnološke primjerenosti.



sl. P16.1

Faze navedene procedure su složene.

1. Zavisnost $K_1 = f(t)$ (za sredstva prve klase tehnološke primjerenosti)

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i K_{1i}$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \cdot \sum_i t_i^2 = \sum_i K_{1i} \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 114,6$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 385,8$$

$$a_1 = 4,2$$

$$a_0 = 10,32$$

$$K_1 = 10,32 + 4,2t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
$(K_1)_n$	14,8	16,1	25,9	27,9	29,9
$(K_1)_m$	14,52	18,72	22,92	27,12	31,32
e	0,28	-2,62	2,98	0,78	-1,42
e^2	0,078	6,86	8,88	0,6	2,01

$$\sum e^2 = 18,42$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{18,42}{5}} = 1,92$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,92 = 5,76$$

$$|e_{\max}| = 2,98 < 3 \cdot E = 5,76$$

Model je adekvatan.

2. Zavisnost $K_2 = f(t)$ (za sredstva druge klase tehnološke primjerenosti)

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i K_{2i}$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \cdot \sum_i t_i^2 = \sum_i K_{2i} \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 10,4$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 22,7$$

$$a_1 = -0,85$$

$$a_0 = 4,63$$

$$K_2 = 4,63 - 0,85t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
$(K_2)_n$	3,1	2,9	3,8	0,6	0
$(K_2)_m$	3,78	2,93	2,08	1,23	0,38
e	-0,68	-0,03	1,72	-0,63	-0,38
e^2	0,46	0,0009	2,96	0,39	0,14

$$\sum e^2 = 3,95$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,95}{5}} = 0,88$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,88 = 2,64$$

$$|e_{\max}| = 1,72 < 3 \cdot E = 2,64$$

Model je adekvatan.

3. Zavisnost $K_t = f(t)$ (za sredstva treće klase tehnološke primjerenosti)

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i K_{3i}$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 = \sum_i K_{3i} \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 6,9$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 11,6$$

$$a_1 = -0,84$$

$$a_0 = 3,9$$

$$K_3 = 3,9 - 0,84t$$

Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
$(K_3)_t$	3,9	1,7	0,9	0,4	0
$(K_3)_m$	3,06	2,22	1,38	0,54	0
e	0,84	-0,52	-0,48	-0,14	0
e^2	0,7	0,27	0,23	0,02	0

$$\sum e^2 = 1,22$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{1,22}{5}} = 0,49$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,49 = 1,47$$

$$|e_{\max}| = 0,84 < 3 \cdot E = 1,47$$

Model je adekvatan.

PRILOG 17: USPOSTAVLJANJE KORELACIJE $K = g(f_{41})$ I PROVJERA ADEKVATNOSTI MODELA

Primjenom metoda najmanjih kvadrata, definisana je korelacija $K = g(f_{41})$ po intervalima posmatranog perioda.

Napomena: U narednim jednačinama je $f_{41} = TP$;

Interval G1 - 1987.g.

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i TP_i &= \sum_i K_i \\ a_0 \cdot \sum_i TP_i + a_1 \cdot \sum_i TP_i^2 &= \sum_i K_i \cdot TP_i \end{aligned}$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 21,8$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 32,7$$

$$a_1 = -5,43$$

$$a_0 = 18,12$$

$$K = 18,12 - 5,43TP$$

Provjera adekvatnosti modela:

TP	1	2	3
K_a	14,8	3,1	3,9
K_m	12,69	7,26	1,83
e	2,11	-4,16	2,07
e^2	4,45	17,3	4,28

$$\sum e^2 = 26,03$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{26,03}{3}} = 2,9$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 2,9 = 8,7$$

$$|e_{\max}| = 4,16 < 3 \cdot E = 8,7$$

Model je adekvatan.

Interval G2 - 1988.g.

$$\begin{aligned} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i TP_i &= \sum_i K_i \\ a_0 \cdot \sum_i TP_i + a_1 \cdot \sum_i TP_i^2 &= \sum_i K_i \cdot TP_i \end{aligned}$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 20,7$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 27$$

$$a_1 = -7,2$$

$$a_0 = 21,3$$

$$K = 21,3 - 7,2TP$$

Provjera adekvatnosti modela:

TP	1	2	3
K_s	16,1	2,9	1,7
K_m	14,1	6,9	-0,3
e	2	-4	2
e^2	4	16	4

$$\sum e^2 = 24$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{24}{3}} = 2,8$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 2,8 = 8,4$$

$$|e_{\max}| = 4(3 \cdot E = 8,4$$

Model je adekvatan.

Interval G3 - 1989.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i TP_i = \sum_i K_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i TP_i + a_1 \sum_i TP_i^2 = \sum_i K_i \cdot TP_i$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 30,6$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 36,2$$

$$a_1 = -12,5$$

$$a_0 = 35,2$$

$$K = 35,2 - 12,5TP$$

Provjera adekvatnosti modela:

TP	1	2	3
K_s	25,9	3,8	0,9
K_m	22,7	10,2	-2,3
e	3,2	-64	3,2
e^2	10,24	40,96	10,24

$$\sum e^2 = 61,44$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{61,44}{3}} = 4,52$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 4,52 = 13,53$$

$$|e_{\max}| = 6,4(3 \cdot E = 13,53$$

Model je adekvatan.

Interval G4 - 1990.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i TP_i = \sum_i K_i$$

$$a_0 \cdot \sum_i TP_i + a_1 \sum_i TP_i^2 = \sum_i K_i \cdot TP_i$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 28,9$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 30,9$$

$$a_1 = -13,44$$

$$a_0 = 36,51$$

$$K = 36,51 - 13,44TP$$

Provjera adekvatnosti modela:

TP	1	2	3
K_a	27,9	0,6	0,4
K_m	23,07	9,63	-3,81
e	4,83	-9,03	4,21
e^2	23,32	81,54	17,72

$$\sum e^2 = 122,58$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{122,58}{3}} = 6,39$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 6,39 = 19,17$$

$$|e_{\max}| = 9,03 < 3 \cdot E = 19,17$$

Model je adekvatan.

Interval G5 - 1991.g.

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum TP_i = \sum K_i$$

$$a_0 \cdot \sum TP_i + a_1 \cdot \sum TP_i^2 = \sum K_i \cdot TP_i$$

$$3 \cdot a_0 + 6 \cdot a_1 = 29,9$$

$$6 \cdot a_0 + 14 \cdot a_1 = 29,9$$

$$a_1 = -14,93$$

$$a_0 = 39,82$$

$$K = 39,82 - 14,93TP$$

Provjera adekvatnosti modela:

TP	1	2	3
K_a	29,0	0	0
K_m	24,89	9,96	-4,97
e	5,01	-9,96	4,97
e^2	25,1	99,2	24,7

$$\sum e^2 = 149$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{149}{3}} = 7,04$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 7,04 = 21,12$$

$$|e_{\max}| = 9,96 < 3 \cdot E = 21,12$$

Model je adekvatan.

PRILOG 18: DEFINISANJE FAZE ŽIVOTNOG VIJEKA SREDSTVA U USLOVIMA NEPOSTOJANJA PODATAKA O INTENZITETU OTKAZA

Ključni parametar za definisanje faze životnog vijeka sredstva je karakter promjene intenziteta otkaza u vremenu. Međutim, u situacijama kada se ne raspolaže sa podacima o intenzitetu otkaza, neophodno je precizirati alternativne modele identifikacije faze životnog vijeka sredstva. Ovi se modeli zasnivaju na određenim usvojenim kriterijumima. U dijelu 6.12.1 je precizirana procedura za definisanja faze životnog vijeka sredstva u slučaju nepostojanja podataka o karakteru promjene intenziteta otkaza u vremenu. Primjenjujući elemente navedene procedure, definisane su faze životnog vijeka sredstava iz populacije viljuškara nosivosti 3t.

T. P18.1 Godine nabavke sredstava; Godine rada sredstava

grupa sredstava	tip sredstava	garažni brojevi	godina nabavke	godine rada sredstava
1	DIM 30	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1970.	21
2	DI 30	300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315	1982.	9
3	H 60 H	40, 41, 42, 43, 44, 45	1984.	7

T. P18.2 Kriterijumi definisanja faze životnog vijeka sredstava

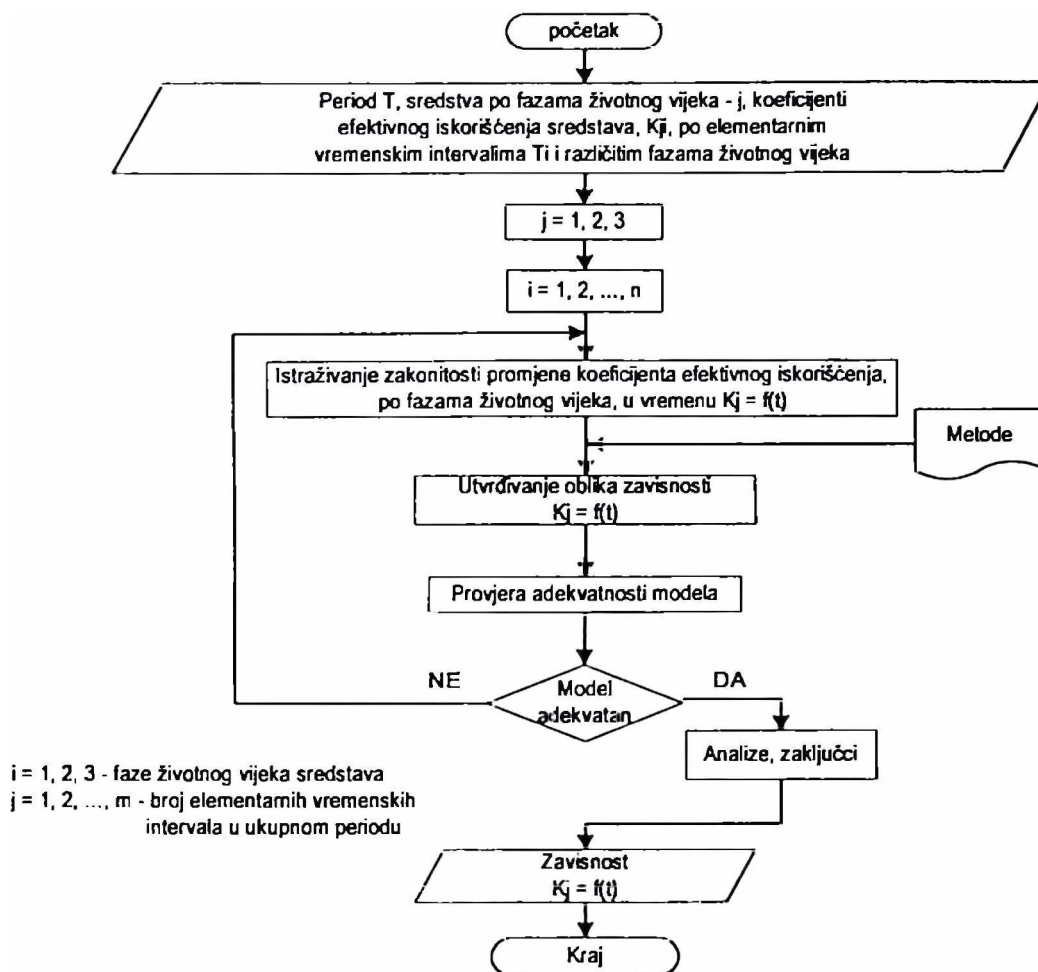
faza životnog vijeka	godine rada sredstva	
	T_{min}	T_{max}
I	0	2
II	3	9
III	10	> 10

T. P18.3 Definisanje faze životnog vijeka sredstava

faza životnog vijeka	grupa sredstava po godinama iz posmatranog perioda				
	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
I	-	-	-	-	-
II	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3
III	1	1	1	1	1

PRILOG 19: KARAKTER PROMJENE KOEFICIJENTA EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA U VREMENU, PO POJEDINIM FAZAMA ŽIVOTNOG VIJEKA SREDSTAVA

Glavne faze procedure utvrđivanja karaktera promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja, po pojedinim fazama životnog vijeka, u vremenu prikazane su na slici sl. P19.1.



sl. P19.1

Konkretizujući elemente prezentirane procedure, u daljem dijelu su definisani oblici zavisnosti $K_j = g(t)$, po fazama životnog vijeka sredstava - $j = 1, 2, 3$.

1. Zavisnost $K_2 = g(t) = a_0 + a_1 t$ (druga faza životnog vijeka)

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i K_{2i}$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 = \sum_i K_{2i} \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 86,8$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 289,9$$

$$a_1 = 3,01$$

$$a_0 = 8,29$$

$$K_2 = 8,29 + 3,01t$$



Provjera adekvatnosti modela:

godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
$(K_2)_n$	11,6	12,5	19,9	20,4	22,4
$(K_2)_{\text{m}}$	11,3	14,31	17,32	20,33	23,34
e	0,3	-1,81	2,58	0,07	-0,94
e^2	0,09	3,27	6,65	0,0049	0,88

$$\sum e^2 = 10,89$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{10,89}{5}} = 1,47$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 1,47 = 4,41$$

$$|e_{\text{max}}| = 2,58 < 3 \cdot E = 4,41$$

Model je adekvatan.

2. Zavisnost $K_1 = q(t) = a_0 + a_1 t$ (treća faza životnog vijeka)

$$n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_i t_i = \sum_i K_{1i}$$

$$a_0 \cdot \sum_i t_i + a_1 \sum_i t_i^2 = \sum_i K_{1i} \cdot t_i$$

$$5 \cdot a_0 + 15 \cdot a_1 = 6,9$$

$$15 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 = 11,6$$

$$a_1 = -0,91$$

$$a_0 = 4,11$$

$$K_1 = 4,11 - 0,91t$$

Provjera adekvatnosti modela:

Godina	1987. – G1	1988. – G2	1989. – G3	1990. – G4	1991. – G5
$(K_1)_n$	3,9	1,7	0,9	0,4	0
$(K_1)_{\text{m}}$	3,2	2,29	1,38	0,47	0
e	0,7	-0,59	-0,48	-0,07	0
e^2	0,49	0,35	0,23	0,0049	0

$$\sum e^2 = 1,07$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} = \sqrt{\frac{1,07}{5}} = 0,46$$

$$3 \cdot E = 3 \cdot 0,46 = 1,38$$

$$|e_{\text{max}}| = 0,59 < 3 \cdot E = 1,38$$



Model je adekvatan.

PODACI POTREBNI ZA DIGITALIZACIJU DOKTORSKE DISERTACIJE

Ime i prezime autora: **Deda Đelović**

Godina rođenja: **1967.**

E-mail: **djelovic.deda@gmail.com**

Organizaciona jedinica Univerziteta Crne Gore: **Mašinski fakultet**

Naslov doktorske disertacije:

“Istraživanje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije”

Prevod naslova na engleski jezik:

„A Research of Influential Factors on Coefficient of Port Machinery Effective Utilization“

Datum odbrane: **28.12.2005.g.**

Signatura u Univerzitetskoj biblioteci¹:

Naslov, sažeci, ključne riječi (priložiti dokument sa podacima potrebnim za unos doktorske disertacije u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore):

Izjavio korišćenju (priložiti potpisanu izjavu):

Napomena:

¹Podatak o signature (lokaciji) može ispuniti biblioteka organizacione jedinice/Univerzitetska biblioteka

**PODACI POTREBNI ZA UNOS DOKTORSKE DISERTACIJE U DIGITALNI ARHIV
UNIVERZITETA CRNE GORE**

Prevod naslova disertacije na engleski jezik:

„A Research of Influential Factors on Coefficient of Port Machinery Effective Utilization“

Mentor i članovi komisija (za ocjenu i odbranu):

Komisija za ocjenu disertacije:

1. Prof. dr Milan Perović, Univerzitet Crne Gore;
2. Prof. dr Dragutin Stanivuković, Univerzitet u Novom Sadu;
3. Prof. dr Zora Arsovski, Univerzitet u Kragujevcu;
4. Prof. dr Milorad Burić, Univerzitet Crne Gore;
5. Prof. dr Miodrag Bulatović – mentor, Univerzitet Crne Gore;

Komisija za odbranu disertacije:

1. Prof. dr Milan Perović, Univerzitet Crne Gore;
2. Prof. dr Dragutin Stanivuković, Univerzitet u Novom Sadu;
3. Prof. dr Zora Arsovski, Univerzitet u Kragujevcu;
4. Prof. dr Milorad Burić, Univerzitet Crne Gore;
5. Prof. dr Miodrag Bulatović – mentor, Univerzitet Crne Gore;

Sažetak²:

Sažetak je dat u prilogu 1.

Sažetak na engleskom (njemačkom ili francuskom) jeziku:

Sažetak na engleskom je dat u prilogu 2.

Ključne riječi:

Lučka mehanizacije, efektivno iskorišćenje, faktori uticaja.

Ključne riječi na engleskom jeziku:

Port machinery, effective utilization, influential factors.

Naučna oblast/uža naučna oblast:

Naučna oblast: Mašinstvo.

Uža naučna oblast: Efektivnost tehničkih sistema.

²Ukoliko je predviđeni prostor za polja Sažetak, Sažetak na engleskom jeziku, Ključne riječi i Ključne riječi na engleskom jeziku nedovoljan, priložiti ih u posebnom prilogu.

Naučna oblast/uža naučna oblast na engleskom jeziku:

Scientific field – general: **Mechanical Engineering;**

Scientific field – specific: **Technical Systems Effectiveness.**

Ostali podaci:

ISTRAŽIVANJE FAKTORA UTICAJA NA KOEFICIJENT EFEKTIVNOG ISKORIŠĆENJA SREDSTAVA LUČKE MEHANIZACIJE

Rezime:

Nivo kvaliteta lučke usluge je u velikoj mjeri uslovljen vrijednostima parametara upravljanja sredstvima lučke mehanizacije. Prethodna konstatacija se posebno odnosi na produktivnost u procesu pretovara kao jednu od ključnih komponenti kvaliteta lučke usluge (i mjere zadovoljstva korisnika usluga). Uvođenje produktivnosti rada u optimalno područje podrazumijeva, između ostalog, i studiozan pristup analizi parametara koji je determinišu. Navedena činjenica, uloga luka kao čvorišta transportnih lanaca roba i značaj koji sredstva lučke mehanizacije generalno imaju u lučkom sistemu, bile su osnovne podloge za odluku da se pokrene istraživanje parametara upravljanja sredstvima lučke mehanizacije (koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava), koje je predmet ovog Rada.

U POGLAVLJU 1. su detaljnije analizirani faktori koji su, u dominantnoj mjeri, »uslovi« izbor tematike Rada. Tri su glavne grupe tih faktora. Prva je proizašla iz rezultata autorovih razmatranja modela procesa pružanja lučkih usluga i utvrđene činjenice da produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga (jedna od glavnih karakteristika kvaliteta lučke usluge) zavisi i od vremena efektivnog angažovanja sredstva. Druga grupa faktora svoje ishodište ima u literaturnim izvorima, gdje se, pored precizne definicije samog pojma efektivan (efektivan = stvaran, istinski, koji je zaista ostvaren, izvršen), mogu pronaći i odrednice da koeficijent efektivnog iskorišćenja omogućava realno sagledavanje iskorišćenja sredstva lučke mehanizacije. Konačno, treća grupa faktora uticaja da sadržina Rada bude upravo onakva kakva slijedi proizilazi iz brojnosti očekivanih pozitivnih efekata primjene rezultata istraživanja, sa naučnog i stručnog aspekta, i potrebe provjere hipoteze da vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja ne predstavljaju samo prosti odnos komponenti vremena, već da su uslovljene određenim faktorima uticaja.

U ovom Poglavlju je, zatim, izvršena sistematizacija pristupa problematici istraživanja koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u dostupnim literaturnim izvorima. Korišćena je u tu svrhu: literatura iz oblasti upravljanja osnovnim procesom rada u lukama, literatura koja se odnosi na eksploataciju sredstva lučke mehanizacije i literatura koja se odnosi na iskorišćenje proizvodne opreme. Rezimirajući rezultate razmatranja koji su sadržani u dostupnoj literaturi, konstatovana je činjenica da je istraživanju koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije posvećena nedovoljna pažnja i da je očigledan izostanak pristupa koji koeficijent efektivnog iskorišćenja posmatra kao rezultat korelacije određenog skupa upravljačkih parametara (a ne samo kao prosti odnos između odgovarajućih komponenti vremena).

Primjenjujući pristup »od opšteg ka posebnom«, izvršena je identifikacija uloge i značaja sredstava lučke mehanizacije, polazeći od karakteristika transportnog lanca roba kao mreže procesa i uloge luka kao čvorišta transportnog lanca roba. Navedeno je da transportni lanac roba podrazumijeva niz uzastopnih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i drugih, međusobno povezanih i sinhronizovanih postupaka, u okviru kojih se vrši premještanje materijalnih dobara od izvora do cilja primjenom odgovarajućih tovarnih jedinica. On predstavlja skup objekata i veza, karakteriše se odgovarajućom dinamikom, tako da je moguća njegova definicija kao mreže procesa. Realizuje se u različitim varijantama (kombinacijom vidova transporta) u zavisnosti od vrste tovarne jedinice, pravca kretanja roba, udaljenosti premještanja roba itd. U brojnim varijantama transportnog lanca roba jedno od ključnih čvorišta je luka.

Luka je složen organizacioni, dinamički i materijalni sistem, definisan svojim osnovnim dimenzijama: ciljevima, procesima, komponentama i vezama. On predstavlja čvorište mreže procesa - transportnog lanca roba. Ostvarenje ciljeva lučkog sistema podrazumijeva postojanje određenih tehničkih, tehnoloških, organizacionih i ekonomskih preduslova. U glavne tehnološke elemente luke spada lučka mehanizacija.

Moguće je izdvojiti sledeće suštinske aspekte značajnosti lučke mehanizacije: povećanje efikasnosti realizacije odgovarajuće varijante transportnog lanca roba, redukcija troškova odgovarajuće varijante transportnog lanca roba putem smanjenja troškova pretovarnih operacija u luci, povećanje ukupnog kapaciteta luke, povećanje kvaliteta pruženih lučkih usluga, smanjenje zadržavanja sredstava transporta u luci po osnovu pretovarnih radnji, poboljšanje stepena iskorišćenja transportnih sredstava (brodova, vagona, kamiona), povećanje sigurnosti pri radu, smanjenje broja profesionalnih bolesti i nezgoda pri radu.

...

Razmatranja u okviru POGLAVLJA 2. su fokusirana na proces pružanja lučkih usluga. Polazeći od opšte strukture procesnog modela, strukturiran je model procesa pružanja lučkih usluga. Razmotreni su, potom, elementi faze modela

«upravljanje resursima»: interno preispitivanje upita korisnika usluga, tehnološka i operativna priprema procesa pružanja lučkih usluga. Dekompozicijom procesa pružanja lučkih usluga, utvrđeno je da eksploatacija sredstava lučke mehanizacije predstavlja jedan od potprocesa kome se može pripisati pokretačka uloga. Skup eksploatacionih parametara sredstava mehanizacije je brojani. Među njegovim elementima centralno mjesto pripada parametru - produktivnost rada. Produktivnost rada sredstava mehanizacije, respektujući značajnost sredstava u lučkom radnom procesu, ima odlučujući uticaj na nivo produktivnosti u procesu pružanja lučkih usluga.

Produktivnost rada u procesu pružanja lučkih usluga je, inače, parametar od koga u značajnoj mjeri zavisi kvalitet lučke usluge i ima dominantno dejstvo na trajanje procesa pružanja lučke usluge, odnosno na stepen zadovoljenja jednog iz skupa osnovnih zahtjeva na tržištu lučkih usluga: što kraće zadržavanje sredstava transporta i tereta u lukama.

Rezultati odgovarajućih analiza su potvrdili da je produktivnost rada sredstava mehanizacije određena sledećim glavnim parametrima: vremenom efektivnog angažovanja sredstva, T_e , u procesu pružanja usluge, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstva, K ; brojem radnih ciklusa u vremenu efektivnog angažovanja, N_c ; karakteristikama (masom) manipulativne jedinice, M , koje se mogu predstaviti vrijednošću koeficijenta iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstva mehanizacije u radnom ciklusu, q .

Polazeći od činjenice da je efektivno angažovanje sredstava osnovni preduslov "pojavljivanja" svih ostalih parametara koji karakterišu ulogu sredstava lučke mehanizacije u procesu pretovara, u POGGLAVLJU 3. je za predmet istraživanja izabran koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava kojim se adekvatno opisuje vrijeme njihovog efektivnog rada u procesu pružanja lučkih usluga. Analizirane su, nakon toga, promjenljive koje određuju koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava: vrijeme efektivnog rada i ukupno raspoloživo vrijeme i preciziran način njihovog definisanja za pojedinačno sredstvo, klasu sredstava i vrstu sredstava.

U okviru ovog Poglavlja su definisani i ciljevi istraživanja: identifikacija, sistematizacija i rangiranje faktora uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije; definisanje metodologije uspostavljanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; iznalaženje oblika zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava od identifikovanih uticajnih faktora; modeliranje analiziranih procesa i podataka na način koji će, u daljim istraživanjima u ovoj oblasti, omogućiti izradu adekvatnog software-a; Pozicioniranjem pobrojanih ciljeva u kontekst modela procesa pružanja lučkih usluga, može se prepoznati i cilj "višeg" nivoa ovog istraživanja: obezbjeđenje podloga za optimizacije produktivnosti rada, jednog od osnovnih parametara kvaliteta pružene lučke usluge i suštinski značajne mjere stepena zadovoljstva korisnika usluga.

Nakon identifikacije ciljeva istraživanja, postavljene su hipoteze na kojima se zasniva istraživanje: Hipoteza 1 - Koeficijent efektivnog iskorišćenja spada u grupu parametara koji determinišu produktivnost sredstava lučke mehanizacije u procesu njihove eksploatacije; Hipoteza 2 - Vrijednosti i karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva; Hipoteza 3 - Faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava se generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge;

U POGGLAVLJU 4. su opisane metode koje su korišćene u istraživanju uticajnih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije. Naglašeno je da se istraživanje zasniva na primjeni četiri grupe metoda: metoda utvrđivanja stepena korišćenja kapaciteta sredstava za rad (Išikavina metoda i metoda trenutnih zapažanja), metoda utvrđivanja činjenica (anketa), metoda teorije korelacije (metoda najmanjih kvadrata) i posebne metode prilagođene objektu istraživanja.

Izbor objekta istraživanja izvršen je u POGGLAVLJU 5. Na osnovu rezultata analize strukture i obima pretovara u Luci Bar u prethodnim periodima, sa stanovišta stabilnosti transportnih tokova i mogućnosti uspostavljanja adekvatnih korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije i karakterističnih uticajnih faktora, izabran je period od pet godina koji ima najveći stepen prilagođenosti potrebama istraživanja. Razmotreni su, zatim, struktura i obim pretovara po glavnim grupama tereta u tom periodu. Vodeći se činjenicom da je proces pretovara generalnih tereta, sa tehnološkog aspekta, najsloženiji, procedura izbora objekta istraživanja nastavljena je analizom strukture pretovara generalnih tereta po pojavnim oblicima. Nakon identifikacije «prioritetnih pojava oblika tereta» (sa najvećim

procentualnim učešćem u pretovaru generalnih tereta u periodu koji je predmet analize), definisane su kategorije sredstava lučke mehanizacije sa najvišim rangom značajnosti u procesu izvršenja manipulacija sa tim teretima i utvrđeno je da klasa viljuškara nosivosti 3 t ima najveći značaj. Zbog toga je za objekt istraživanja izabrana upravo klasa viljuškara nosivosti 3t (u Luci Bar). Sistematizovane su, potom, vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja klase viljuškara nosivosti 3 t po elementima posmatranog perioda (po mjesecima i po godinama), kao i koeficijenti efektivnog iskorišćenja pojedinačnih sredstava iz klase (viljuškara sa garažnim brojevima 311, 312, 313, 314 i 315).

...

U POGLAVLJU 6. su prikazani rezultati istraživanja. Slijedeći logiku odvijanja procesa pružanja lučkih usluga, identifikovani su faktori uticaja na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije. Definisane su, pri tome, sledeće četiri grupe faktora: faktori uticaja koji se odnose na zahtjeve korisnika usluge, faktori uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga, faktori koji se generišu u procesu uključivanja sredstva u eksploataciju i faktori koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava;

Klasa faktora uticaja koja se odnosi na zahtjeve korisnika usluga obuhvata sledeće elemente: strukturu i obim pretovara, raspodelu vrsta (i varijanti) manipulacija sa teretima, raspodelu broja paralelnih manipulacija sa teretima. Rezultati istraživanja uticaja navedenih faktora na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava ukazuju na sledeće:

- sa porastom obima pretovara tereta raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su elementi tehnologije izvršenja manipulacija sa njima;
- pojavljuju se slučajevi neusklađenosti trendova promjene ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po intervalima određenog perioda;
- postoji potpuna usklađenost trendova promjene «normiranog» koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara po segmentima posmatranog perioda. To je posledica neutralizacije dejstva faktora koji produkuju neusklađenosti između trendova promjene vrijednosti ostvarenog koeficijenta efektivnog iskorišćenja i obima pretovara;
- sa porastom obima pretovara tereta pri čijim su manipulacijama definisane norme rada, raste i «normirani» koeficijent efektivnog iskorišćenja;
- porast učešća broja manipulacija određene vrste u ukupnom broju manipulacija sa određenim teretom, u datom vremenskom periodu, praćen je rastom koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koja su definisana kao element tehnologije izvršenja tih manipulacija;
- sa porastom broja paralelnih manipulacija, povećava se i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava koja su tehnološki elementi izvršenja tih manipulacija;

Klasa faktora uticaja koji se generišu u fazi pripreme procesa pružanja lučkih usluga ima sledeće elemente: stepen adekvatnosti propisanih tehnologija rada sa aspekta sredstava mehanizacije i značajnost sredstava mehanizacije u procesu pružanja lučkih usluga.

Polazeći od činjenice da tehnologija rada predstavlja jednu od suštinskih osnova uključivanja sredstva u proces rada, izvodi se zaključak o direktnoj korelaciji između stepena adekvatnosti tehnologije rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, i koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstva. Naime, u osnovu «mehanizma» dejstva stepena adekvatnosti tehnologija rada, sa aspekta sredstava mehanizacije, je činjenica da odgovarajućoj vrijednosti stepena adekvatnosti tehnologije rada odgovara konkretna kategorija sredstava kao element tehnologije rada. Time se obezbjeđuju osnovni preduslovi da ta sredstva, nakon uključivanja u proces eksploatacije, ostvare određenu vrijednost koeficijenta efektivnog iskorišćenja;

Sprovedena istraživanja zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od klase značajnosti sredstava u procesu pružanja lučkih usluga potvrđuju da ne postoji «očekivana» korelacija između pomenutih parametara, po elementima analiziranog perioda. Naime, nije identifikovana veza iz koje proizilazi da se sa povećanjem klase značajnosti sredstava povećava i koeficijent njihovog efektivnog iskorišćenja;

Faktori uticaja koji se generišu u procesu uključivanja sredstava mehanizacije u eksploataciju su: broj raspoloživih sredstava određene kategorije, stepen adekvatnost planiranja rada, operativna gotovost sredstava i adekvatnost sprovođenja tehnologija rada. Sveobuhvatno razmatranje zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od faktora uticaja iz ove klase može se sublimirati sledećim konstatacijama:

- broj raspoloživih sredstava mehanizacije određene kategorije ispoljava dejstvo na povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja «alternativne» kategorije sredstava (sredstava koja se u nedostatku tehnološki adekvatnih sredstava uključuju u proces rada);

- kumulativno dejstvo slučajeva u kojima su vrijednosti stepena adekvatnosti planiranja rada manje od 1, za konkretan vremenski period, odražava se u smanjenju koeficijenta efektivnog iskorišćenja odgovarajućih kategorija sredstava;
- analiza kompleksne korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i njihove operativne gotovosti omogućila je izvođenje sledećih zaključaka:
 - osnovni faktori uticaja, unutar sistema održavanja, koji determinišu vrijednosti operativne gotovosti sredstava su: organizacija održavanja, koncepcija održavanja, resursi održavanja (kadrovi u održavanju, materijali za održavanje, rezervni djelovi, mašine, alati i oprema i radionice održavanja);
 - sa porastom «koeficijenta adekvatnosti izvršilaca» u sistemu održavanja raste i koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i adekvatnosti modela upravljanja zalihama rezervnih djelova. Zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava treba da bude jedna od ključnih osnova za formiranje modela upravljanja rezervnim djelovima.
 - dejstvo parametara koji se odnose na mašine, alate i opremu na koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava dolazi do izražaja u slučajevima kada se usled nedostatka ili otkaza nekog od pomenutih elemenata ne može izvršiti zahtijevana aktivnost održavanja. Time se utiče na povećanje vremena «u otkazu» sredstava, odnosno na smanjenje njihovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - stepen raspoloživosti odgovarajućeg radioničkog prostora za izvršenje aktivnosti održavanja, u odgovarajućim upravljačkim okolnostima, može da ispolji direktan uticaj na povećanje dužine vremena «u otkazu» sredstava, a samim tim i na smanjenje koeficijenta njihovog efektivnog iskorišćenja;
 - primjenom koncepcije preventivnog održavanja vrši se minimizacija broja i dužina trajanja stanja «u otkazu» sredstava. Time se, posredstvom uticaja na povećanje vremena «u radu» sredstva, djeluje na povećanje njegovog koeficijenta efektivnog iskorišćenja;
 - postoji direktna korelacija između broja preventivnih pregleda odgovarajuće kategorije i vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u određenom vremenskom intervalu;
 - mogu se identifikovati rasponi vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava koji odgovaraju određenom broju preventivnih pregleda različitih kategorija (u konkretnom vremenskom periodu);
 - postoji direktna veza između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i vremena prekida zaliha rezervnih djelova. Sa povećanjem vremena prekida zaliha rezervnih djelova smanjuje se koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Kumulativni efekat slučajeva kada je stepen adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada, u određenom vremenskom intervalu, manji od 1 je smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;

Konačno, skupu faktora koji se generišu u procesu eksploatacije sredstava pripadaju: tehnološka primjerenost sredstva, faza životnog vijeka sredstva, dužina prekida procesa rada, karakteristike transportnog sredstva, karakteristike rukovaoca sredstvom, karakteristike ostalih izvršilaca iz sastava «radne ruke» i karakteristike lučkih alata. Istraživanje zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja od faktora uticaja koji karakterišu proces eksploatacije sredstava ukazuje na sledeće:

- Ne postoji «očekivana» zakonitost promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava pojedinih klasa tehnološke primjerenosti u vremenu. Tačnije, ne važi pravilo da sredstvo više kategorije tehnološke primjerenosti «po automatizmu» ima veći koeficijent efektivnog iskorišćenja po svim intervalima posmatranog perioda;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava opada sa «porastom» faze životnog vijeka sredstava;
- Prekidi procesa pružanja lučkih usluga utiču na smanjenje vrijednosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava. Smanjenje koeficijenta efektivnog iskorišćenja, nastalo kao posledica prekida procesa rada, direktno je proporcionalno dužini trajanja prekida;
- Porast «koeficijenta karakteristika broda» praćen je povećanjem koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;
- Koeficijent efektivnog iskorišćenja sredstava direktno je proporcionalan «koeficijentu rukovaoca sredstvom»;
- Postoji, takođe, direktna proporcionalnost između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i «koeficijenta ostalih izvršilaca iz sastava *radne ruke*»;
- Porast «koeficijenta karakteristika lučkog alata» ima za posledicu povećanje koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava;

U procesu pružanja lučkih usluga pojavljuju se ograničenja upravljanja koja utiču na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog iskorišćenja sredstava (stepena efektivnog iskorišćenja koji bi sredstvo ostvarilo na osnovu zahtjeva korisnika usluga i propisanih tehnologija njihove realizacije). Glavni faktori uticaja na smanjenje potencijalnog stepena efektivnog

iskorišćenja sredstava su: nedovoljan broj sredstava određene kategorije, neispravnost sredstava, neadekvatno planiranje rada, neadekvatno sprovođenje tehnologija rada.

Detaljnijom analizom rezultata u POGLAVLJU 7., pri čemu su suštinski aspekti značajnosti sprovedenih razmatranja povezani sa konkretnim rezultatima, ustanovljeno je da su potvrđene postavljene hipoteze i adekvatno ispunjeni svi ciljevi istraživanja. Konstatovano je da su rezultati istraživanja pokazali da vrijeme efektivnog angažovanja sredstava mehanizacije, koje se adekvatno opisuje koeficijentom efektivnog iskorišćenja sredstava, predstavlja jedan od parametara koji determinišu produktivnost rada u procesu pretovara, čime je potvrđena Hipoteza 1. Isto tako, rezultati istraživanja ukazuju na činjenicu da vrijednosti i karakter promjene koeficijenta efektivnog iskorišćenja u vremenu zavise od uticajnih faktora različite prirode i stepena dejstva (što predstavlja potvrdu Hipoteze 2) i da se pomenuti faktori uticaja generišu po karakterističnim fazama procesa pružanja lučke usluge (potvrda Hipoteze 3). Pošto su, isto tako, razrađene procedure analize zavisnosti koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava lučke mehanizacije od identifikovanih uticajnih faktora (i stvoreni preduslovi za automatizaciju tih analiza) i utvrđene korelacije između koeficijenta efektivnog iskorišćenja i faktora uticaja, izveden je zaključak o ispunjenju definisanih ciljeva istraživanja.

Analizama u ovom Poglavlju je ukazano i na činjenicu da su iz sprovedenih istraživanja proizašli određeni «izvedeni» rezultati: razrađen je model analize adekvatnosti tehnologija rada sa stanovišta sredstava mehanizacije, uspostavljene su podloge za unapređenje operativnog planiranja procesa pružanja lučkih usluga, modelirana je analiza utvrđivanja adekvatnosti sprovođenja tehnologija rada sa aspekta sredstava lučke mehanizacije, definisane su podloge unapređenja ključnih parametara preventivnog održavanja sredstava lučke mehanizacije i identifikovane su podloge za unapređenje parametara modela upravljanja zalihama rezervnih dijelova za održavanje sredstava lučke mehanizacije.

Ukazano je, u POGLAVLJU 8., na ključne pravce daljih istraživanja u ovoj oblasti: razvoj software-a za analizu korelacija između koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava i identifikovanih uticajnih faktora; kreiranje modela optimizacije procesa pružanja lučkih usluga; istraživanje faktora uticaja na broj radnih ciklusa sredstava lučke mehanizacije u vremenu efektivnog rada; istraživanje uticajnih faktora na koeficijent iskorišćenja kapaciteta nosivosti sredstava mehanizacije; modeliranje zavisnosti produktivnosti rada od karakterističnih parametara; istraživanje značaja optimizacije koeficijenta efektivnog iskorišćenja sredstava u redukciji troškova realizacije lučke usluge.

U POGLAVLJU 9. su dati zaključci izvedeni na osnovu rezultata istraživanja.

Na kraju Rada je sistematizovana korišćena literatura.

Nakon osnovnog dijela Rada, dati su prilozi (Prilog 1 – Prilog 19).

A RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS ON COEFFICIENT OF PORT MACHINERY EFFECTIVE UTILIZATION

Abstract:

Level of port services quality is, in a very large scale, determined and by values of parameters characteristic for port machinery management system. Previously mentioned can be especially implemented on productivity in the cargo handling process as one of the key components of a port service quality (and measure of customers satisfaction). Introducing productivity in the domain of optimal values considers, among other things, and a studious approach to analysis of parameters which is productivity based on. Previous fact, as well as role of the ports as nodes of goods transport chains and general importance which port machinery has in the port system were the most important bases for decision to initiate a research of characteristic parameters (with special attention to coefficient of effective utilization) of port machinery management system, which is the object of this Paper.

In the CHAPTER 1, in a more detailed way, are analyzed most influential factors on Paper theme definition. There are three main groups of those factors. The first group is result of author's considerations of cargo handling process management model and the fact that productivity in the cargo handling process depends and on port machinery effective engagement in the working process. The second group of factors is based on considerations done in the relevant literature, where besides precise definition of the term »effective« (effective = real, which is realized) can be found and conclusions that coefficient of effective utilization enables real overview on port machinery utilization in general. Finally, the third group of factors is determined by a large number of research results expected positive effects, from different points of views, and by necessity to check in practice the hypothesis that values of coefficient of effective utilization are not only a simple relation between referred time components.

A systematization of approaches to research of coefficient of port machinery effective utilization, in available literature, is also done in this Chapter. In that purpose are used: literature referred on cargo handling system management, literature referred on port machinery exploitation process as well as literature referred on utilization of production equipment. Summarizing results of considerations done in mentioned literature, some facts are pointed out: there is a very low degree of attention which is focused on coefficient of port machinery effective utilization and there is a obvious absence of approaches which coefficient of port machinery effective utilization take into consideration as a result of correlations between different managerial factors.

Than a identification of port machinery importance is done, starting from characteristics of goods transport chains as a network of processes and the role of ports in that network of processes. It is pointed out that goods transport chain is a group of technical, technological, organizational and others connected and synchronized procedures directed on shifting products form producer to consumer by implementing different transport units. At the same time, transport goods chain represent a group of objects and links and it is characterized with appropriate dynamics so it can be defined as a network of processes. It is realized through different variants (combining different transport modes during the process of goods shifting) depending on transport unit type. In some variants of transport goods chain realization one of key node is port.

Port is a complex, organizational, dynamic and material system, defined with its basic dimensions: objectives, processes, components and connections. It is a node of processes network – of transport goods chain. Fulfilling of port system objectives considers that certain technical, technological, organizational and economical prerequisites are fulfilled. In the group of port main technological elements belongs port machinery.

Following aspects of port machinery importance can be pointed out: increasing efficiency of goods transport chain realization, reduction costs of goods transport chain realization, increasing overall port capacity, improving quality of port services, reduction of period of transport means and cargoes staying in port because of reloading activities, improving coefficient of transport means (ships, trucks, wagons) utilization, increasing safety during the working process in a port, reduction of professional diseases rate and number of workers injuries.

* * *

Considerations in the CHAPTER 2 are focused on cargo handling process. Starting from the general structure of process model, a model of cargo handling process is structured. Following elements of model phase "resources management" are analyzed than: internal reviewing of customers inquires, technological and operative preparation of

cargo handling process. By decomposition of cargo handling process, it is identified that port machinery exploitation is a subprocess with decisive importance.

Group of port machinery exploitation parameters has numerous elements. Among mentioned elements, central position belongs to productivity. Port machinery productivity, having on mind port machinery importance in the port working process, is the most important element of cargo handling process overall productivity.

Cargo handling process productivity is a parameter with very intensive influence on port service quality and have dominant influence on working process duration and, at the same time, degree of satisfying one of the main requirements at port services market: minimization of transport means and cargo staying in port because of reloading operations.

Based on appropriate analyses results, it can be concluded that port machinery productivity is determined by following parameters: period of port machinery effective utilization, T_e , which is adequately represented by coefficient of effective utilization, K ; number of working cycles during the period of effective utilization, N_e ; characteristics of manipulation unit, M , which is adequately represent by coefficient of port machinery capacity utilization, q .

Because port machinery effective utilization is basic prerequisite of "appearing" of all other elements which characterize port machinery role in the port working process, in CHAPTER 3 coefficient of effective utilization is defined as a research problem. At the same time, variables which coefficient of effective utilization is based on are analyzed and manner of their definition for different level of classification (port machinery kind, port machinery class, etc.) is precised.

In this Chapter and following principal objectives of research are identified: identification, systematization and ranking parameters of influence on coefficient of port machinery effective utilization, defining methodology of establishing correlations between coefficient of effective utilization and influential parameters, defining correlations between coefficient of port machinery effective utilization and identified influential factors, modeling analyzed processes and data in a form which will make possible creating of an adequate software. If identified research objectives are focused from the aspect of cargo handling process model, than a research objective of a "higher level" can be recognized: establishing bases for optimization productivity in the cargo handling process.

After identification of research objectives, key hypotheses of the research in question are established: Hypothesis 1 – Coefficient of effective utilization belongs to group of parameters which determine productivity in the cargo handling process; Hypothesis 2 – Values and character of variations in time of coefficient of port machinery effective utilization depend on influential factors of very different nature and influence degree; Hypothesis 3 – Influential factors on coefficient of port machinery effective utilization are generated by characteristic phases of cargo handling process;

In the CHAPTER 4 are described methods used in the process of research realization. It is pointed out that four groups of methods are implemented: methods for registering degree of port machinery capacity utilization, methods for data collecting, methods of theory of correlation and "special" methods which are completely adjusted to object of research.

Definition of research object is done in the CHAPTER 5. Based on analyses of throughput structure in The Port of Bar for previous periods, from the aspect of customers demands stability and possibilities for establishing adequate correlations between coefficient of port machinery effective utilization and characteristic influential factors, it is chosen a period of five years which is in the biggest scale adjusted to the research demands. Throughput structure for chosen period, by main cargo groups, is analyzed than. Starting from the fact that process of general cargoes handling is the most complex from the technological point of view, procedure of research object identification is continued with analysis of general cargoes throughput structure by cargo packages. After identification of "priority packages" (with the biggest percentage share in overall general cargoes throughput in the analyzed period), port machinery categories with the highest rank of importance in process of handling with those packages are defined and it is identified that forklifts class of 3 t capacity has the greatest importance. Because of that as a research object is chosen forklift class of 3 t capacity (in The Port of Bar). Values of coefficient of forklifts class of 3 t capacity effective utilization, by elements of analyzed period (by years and by months), as well as values of coefficient of effective utilization of forklifts with internal numbers 311, 312, 313, 314 and 315 are systematized.

In the CHAPTER 6 are shown result of research. Following the logic of cargo handling process realization, influential parameters on coefficient of effective utilization are identified. Four groups of influential parameters are defined: influential parameters referred on customer requirements, influential parameters generated during the process of cargo handling process preparing, influential parameters generated during the inclusion of port machinery in the exploitation process and influential parameters generated during the process of port machinery exploitation.

Class of influential parameters referred on customer requirement involves following elements: structure and volume of throughput, distribution of manipulation types (and variants), distribution of number of parallel manipulation with cargoes. Results of research of correlation between coefficient of port machinery effective utilization and influential factors referred on customer requirements indicate that:

- increasing of throughput is followed by increasing of coefficient of port machinery (which are elements of cargo handling technologies) effective utilization;
- there are cases of trends inconsistency between coefficient of effective utilization and throughput by intervals of certain period;
- trends of variations, by intervals of analyzed period, of "rated" coefficient of effective utilization and throughput are in harmony;
- increasing of throughput of cargoes for whose manipulation are defined norms is followed by increasing of "rated" coefficient of effective utilization;
- increasing of certain manipulation type number share in overall number of manipulations with cargoes for a certain period is followed by increasing of coefficient of port machinery (which are elements of cargo handling technologies) effective utilization;
- increasing of parallel manipulation number is also followed by increasing of port machinery coefficient of effective utilization.

Class of influential factors which are generated during the cargo handling process preparing includes following elements: adequacy degree of cargo handling technologies from the aspect of port machinery, port machinery importance in the cargo handling process.

Starting from the fact that cargo handling technology is one of the substantial bases for including port machinery in the working process, it is possible to make conclusion about direct correlation between adequacy degree of a cargo handling technology, from the aspect of port machinery, and coefficient of port machinery effective utilization. Namely, in basis of "mechanism" of cargo handling technology adequacy degree influence is the elementary fact that to certain value of cargo handling technology adequacy degree corresponds a concrete port machinery category as an element of cargo handling technology. In that way prerequisites which means achieving a certain values of coefficient of effective utilization for concrete port machinery category, after their inclusion in the working process, are established.

There is not a general rule according which coefficient of port machinery effective utilization is changed depending on port machinery category importance class, by elements of analyzed period. Namely, it is not identified correlation which means that increasing of port machinery importance class is followed by increasing of coefficient of its effective utilization.

Influential parameters which are generated during the process of inclusion of port machinery in the exploitation are: number of available port machinery of concrete category, planning process adequacy degree, port machinery operative readiness, adequacy degree of cargo handling technology implementation. An overall consideration of previously counted factors of influence on coefficient of effective utilization can be summarized as follow:

- number of available port machinery of concrete category has influence on coefficient of "alternative" port machinery category effective utilization (port machinery which are included in exploitation in cases when the number of technologically adequate port machinery is less than necessary one);
- cumulative effect of cases in which planning adequacy degree is less than 1, for concrete period of time, is followed by coefficient of concrete port machinery categories decreasing;
- consideration of correlations between coefficient of port machinery effective utilization and its operative readiness make possible following conclusions:
 - basic influential factors, from the maintenance system, which determine port machinery operative readiness values are: maintenance system organization, implemented maintenance conception, maintenance system resources (workers, spare parts, machines, tools, workshops, ...);
 - increasing of "maintenance workers adequacy degree" is followed by increasing of coefficient of port machinery effective utilization;

- there is a direct correlation between coefficient of effective utilization and spare part management model adequacy degree. Regularity of coefficient of effective utilization variations should be one of key bases for spare parts management model defining;
- influence of parameters referred on machines, tools and equipment on coefficient of effective utilization appeared in cases when required maintenance activity can not be realized because of lack or failure some of mentioned elements. In that way, "downtime" increase and that is followed by coefficient of effective utilization reduction;
- availability degree of adequate working space for maintenance activity realization, in concrete managerial circumstances, can have direct influence on port machinery "downtime" interval duration, what, at the same time, means and direct influence on coefficient of its utilization;
- preventive maintenance implementation enable minimization of number of appearance and duration of port machinery "downtime" status what directly means that it has influence on coefficient of effective utilization increasing;
- there is a direct correlation between number of preventive maintenance activities of concrete category and values of coefficient of effective utilization;
- ranges of coefficient of effective utilization values which correspond to number of preventive activities groups (in a certain period) can be identified;
- there is a direct correlation between coefficient of effective utilization and duration of spare parts stocks interruptions. Increasing of spare parts stocks interruption duration is followed by decreasing of port machinery coefficient of effective utilization;
- Cumulative effect of cases when degree of cargo handling technology implementation adequacy is less than 1 is decreasing of coefficient of port machinery effective utilization.

Finally, group of influential parameters on coefficient of effective utilization, which is generated during the port machinery exploitation process, consists of following elements: port machinery technological adequacy, port machinery life cycle phase, duration of working process interruptions, transport means characteristics, port machinery operators characteristics, characteristics of other participants in a "working gang", lifting accessories characteristics. Research of correlation between coefficient of effective utilization and influential factors from this group enables following statements:

- there is no general regularity according which port machinery with higher category of technological adequacy has, at the same time, and higher coefficient of effective utilization by all intervals of analyzed period;
- port machinery in later phases of life cycle has lower values of coefficient of effective utilization;
- working process interruptions have influence on decreasing values of coefficient of port machinery effective utilization. Decreasing of coefficient of effective utilization, produced by working process interruptions, is directly proportional with duration of working process interruption;
- increasing of "coefficient of ships characteristics" is followed by increasing of coefficient of port machinery effective utilization;
- coefficient of port machinery effective utilization is directly proportional to "coefficient of port machinery operator";
- there is, also, direct proportionality between coefficient of port machinery effective utilization and "coefficient of other members of a *working gang*";
- increasing of "coefficient of lifting accessories" has as a consequence increasing of coefficient of port machinery effective utilization;

During the cargo handling process appear limitations of very different nature which have influence on reduction of potential coefficient of effective utilization (coefficient of effective utilization which port machinery would achieve if it were engaged in accordance with customer requirements and defined technologies of requirements realization). The principal factors on potential coefficient of effective utilization reduction are: insufficient number of available port machinery (of concrete categories), port machinery defects, inadequacies in working process planning, inadequacies in cargo handling technologies implementation.

By a detailed analysis of research results, in the CHAPTER 7, is pointed out that hypotheses which research was based on are confirmed and that defined research objectives are fulfilled. Results of research show that time of port machinery effective utilization, which is adequately described with coefficient of port machinery effective utilization, is one from the group of productivity in the cargo handling process determining parameters, what is the confirmation of Hypothesis 1. As well, research results indicate the fact that values and character of coefficient of effective utilization variation in time depend on influential factors with very different nature and influence degree (confirmation of Hypothesis 2) and that

mentioned influential factors are generated by characteristic phases of the cargo handling process (confirmation of Hypothesis 3). Because, procedures of establishing correlations between coefficient of port machinery effective utilization and identified influential factors are created and that correlations between coefficient of port machinery effective utilization and influential factors are defined, too, it is concluded, in this Chapter, that principal research objectives are fulfilled.

In this Chapter is pointed out that done research generated and some "additional" results: it is defined a model of cargo handling technology adequacy degree (from the aspect of port machinery) analysis, bases for improving operative planning of the cargo handling process are defined, bases for improving implementation of port machinery preventive maintenance are defined as well as bases for improving parameters of spare parts management model.

...

In the CHAPTER 8 key directions of further researches in this domain are identified: developing software for analyzing correlations between coefficient of port machinery coefficient of effective utilization and identified influential factors; creation of a model for cargo handling process optimization; research of influential factors on number of port machinery working cycles in period of effective engagement in the working process; modeling correlations between productivity and characteristic parameters; research of influential factors on port machinery capacity utilization;

...

In the CHAPTER 9 are given conclusions which are based on research results.

...

At the end of Paper is systematized used literature.

...

After the basic part of Paper attachments are given (Attachment 1 – Attachment 19).

...

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore unese doktorsku disertaciju pod naslovom

"Istraživanje faktora uticaja na koeficijent efektnog iskorisćenja sredstava lučke mehanizacije"

koja je moj autorski rad.

Doktorska disertacija, pohranjena u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore, može se koristiti pod uslovima definisanim licencom Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio/la¹.

Autorstvo

Autorstvo—bez prerada

Autorstvo—dijeliti pod istim uslovima

Autorstvo—nekomercijalno

Autorstvo—nekomercijalno—bez prerada

Autorstvo—nekomercijalno—dijeliti pod istim uslovima

Potpis autora:

Deda Đelović



U Baru, 14.02.2022.g.

Autorstvo

Licenca sa najširim obimom prava korišćenja. Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Djelo se može koristiti i u komercijalne svrhe.

Autorstvo— bez prerada

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

Autorstvo— dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerade se moraju distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.

Autorstvo—nekomercijalno

Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo— nekomercijalno—bez prerada

Licenca kojom se u najvećoj mjeri ograničavaju prava korišćenja djela. Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo— nekomercijalno—dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija, javno saopštavanje i prerada djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerada se mora distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Djelo i prerade se ne mogu koristiti u komercijalne svrhe.