

Mr Milić Milićević,
major, dipl. inž.

Vladimir Bukvić,
major, dipl. inž.

Dr Vasilije Mišković,
pukovnik, dipl. inž.

Vojna akademija, Odsek logistike,
Beograd

FORMIRANJE UPRAVLJAČKIH ODLUKA U VIŠEEŠELONSKIM SISTEMIMA ZALIHA POPRAVLJIVIH SKLOPOVA

UDC: 621-772 : 658.785] : 65.01 : 519.673

Rezime:

U radu je razmatran mogući način formiranja upravljačkih odluka u višeešelonskom sistemu zaliha popravljivih sklopova. Predloženi postupak sastoji se od: određivanja vrednosti karakteristika funkcionisanja sistema zaliha popravljivih sklopova, formiranja tabele odlučivanja, formiranja modela višeatributnog odlučivanja i rangiranja varijanti slanja opravljenih sklopova. Postupak formiranja upravljačkih odluka zasnovan je na primeni metoda modelovanja i simulacije i odabranih metoda višekriterijumske analize. Na taj način se u proces upravljanja u složenom višeešelonskom sistemu zaliha uvodi naučno zasnovano odlučivanje.

Ključne reči: modelovanje, simulacija, višekriterijumska analiza.

EXAMPLE OF A MODE OF FORMING CONTROL DECISIONS IN MULTIECHELON INVENTORY SYSTEMS OF MAINTAINABLE PARTS

Summary:

This article considers one possible mode of forming control decisions in multiechelon inventory systems of maintainable parts. The suggested procedure consists of: determining the values of the characteristics of inventory system functioning, forming decision tables, forming a model of multiattribute decision making and ranking variants of repaired parts distribution. The control decision forming procedure is based on the modelling and simulation methods as well as on the chosen methods of multicriteria analysis, thus introducing science – based decision – making into the process of complex multiechelon inventory system control.

Key words: modelling, simulation, multicriteria analysis.

Uvod

Višeešelonski sistemi zaliha popravljivih sklopova spadaju u dinamičke, složene organizacione sisteme koji egzistiraju u uslovima vrlo čestih promena u okruženju. Ostvarivanje egzistencije si-

stema, njegovo funkcionisanje, pa i njegovo kontinualno buduće funkcionisanje i njegov razvoj, ne mogu se racionalno odvijati bez stalnog dejstva upravljačkih akcija na sistem, radi promene njegovog stanja i stalnog prilagođavanja promenljivoj okolini. Skup izabranih dejstava, iz

mnoštva mogućih, na sistem, kojima se menja njegovo ponašanje, funkcionisanje ili razvoj, naziva se upravljanje, a ono se manifestuje kroz odlučivanje [4]. Ono predstavlja izuzetno složen proces i može biti dvojako: racionalno ili naučno odlučivanje i intuitivno odlučivanje.

Složenost procesa odlučivanja obrnuto je proporcionalna broju varijanti između kojih se vrši izbor i količina informacija o svakoj postojećoj varijanti. Izbor mogućih oblika delovanja vrši se na osnovu dobijenih informacija. Odluka se donosi tek kada se dostigne potreban nivo informacija. Podacima, kao sirovim informacijama, nije potrebno raspolagati u neograničenim količinama, već u onim koje povećavaju kvalitet odlučivanja. U osnovi potrebno je raspolagati informacijama o promenama vrednosti osnovnih pokazatelja (karakteristika) funkcionisanja sistema u zavisnosti od promene vrednosti faktora iz okruženja sistema koji ispoljavaju bitan uticaj na funkcionisanje sistema.

Uzimajući u obzir složenost procesa donošenja odluke u višeešelonskom sistemu zaliha popravljivih sklopova, u radu je prikazan jedan način formiranja upravljačkih odluka zasnovan na naučnom pristupu odlučivanju, uz neophodno respektovanje iskustva iz prakse. Osnovni cilj koji se pri tome želi postići jeste prikaz mogućnosti primene naučnih metoda u procesu donošenja odluke u višeešelonskom sistemu zaliha popravljivih sklopova. Osnovna pretpostavka od koje se polazi jeste da je primena naučnih metoda u procesu donošenja odluke u složenim sistemima opravdana.

Način funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova

Višeešelonski sistem zaliha popravljivih sklopova koji se razmatra u radu sastoji se od dva nivoa snabdevanja u okviru kojih je izvršeno ešeloniranje popravljivih sklopova. Na prvom nivou snabdevanja popravljivi sklopovi su smešteni u perifernim skladištima, dok su na drugom nivou delovi smešteni u centralnom skladištu. Pored skladišta, kao element sistema, pojavljuje se i radionica za opravku neispravnih popravljivih sklopova. Periferna skladišta su oslonjena na centralno skladište koje se popunjava iz neiscrpnog izvora snabdevanja. Ona nisu međusobno povezana i mogu se popunjavati jedino iz centralnog skladišta. Zahtevi korisnika za popravljivim sklopovima dolaze samo na periferna skladišta, koja ih izdaju na utrošak uz zamenu. Ako neispravan popravljivi sklop ne zadovoljava uslove opravke, rashoduje se. Neispravni popravljivi sklopovi koji zadovoljavaju uslove opravke šalju se u radionicu na opravku. Ako na zalihama u perifernom skladištu ne postoji traženi sklop, evidentira se nezadovoljena potražnja i formira red čekanja. Centralno skladište popunjava periferna skladišta traženim količinama sklopova, uz mogućnost delimične isporuke. Nezadovoljena potražnja u centralnom skladištu evidentira se i formira red čekanja. Centralno skladište se popunjava iz neiscrpnog izvora snabdevanja u potpunosti.

Opravljeni sklopovi se iz radionice vraćaju u sistem, pri čemu, u odnosu na mesto i način njihovog vraćanja u sistem ešeloniranja, postoji više mogućih varijanti povratka. Opravljeni sklopovi mogu

se uputiti u periferno skladište, u centralno skladište ili se može izvršiti njihova raspodela između perifernog i centralnog skladišta. Postavlja se pitanje: na koji način se dolazi do valjane odluke o toku opravljenih sklopova? To znači da je potrebno upravnim organima u sistemu omogućiti da donose valjane odluke, odnosno stvoriti im alat za pomoć u odlučivanju. Da bi se došlo do odgovora na postavljeno pitanje neophodno je prvo ispitati karakteristike funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova. Poznavanje tog sistema omogućava definisanje upravljačkih akcija koje je neophodno preduzeti pri nastupanju određene kombinacije vrednosti karakteristika funkcionisanja sistema. Međusobna uslovljenost određenih kombinacija vrednosti karakteristika funkcionisanja sistema i upravljačkih akcija može se prikazati u formi tabele odlučivanja. S obzirom na to da upravnom organu, pri donošenju odluke o upućivanju opravljenih sklopova iz radionice, stoji na raspolaganju više varijanti toka opravljenih sklopova, neophodno je izvršiti izbor najbolje, pri čemu je potrebno prethodno definisati kriterijume po kojima će varijante biti ocenjivane. Na osnovu toga može se definisati jedan način formiranja upravljačkih odluka koji se sastoji od četiri koraka.

Korak 1. Određivanje vrednosti odabranih karakteristika funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova.

Korak 2. Definisanje upravljačkih akcija za određene uslove funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha, odnosno formiranje tabele odlučivanja.

Korak 3. Priprema za izbor najbolje varijante slanja popravljenih sklopova, tj. formiranje modela višeatributnog odlučivanja.

Korak 4. Rangiranje varijanti slanja popravljenih sklopova i izbor najbolje varijante.

Određivanje karakteristika funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova

Poznavanje promena karakteristika funkcionisanja sistema, u zavisnosti od promena uslova funkcionisanja, omogućava upravnim organima da preduzimaju upravljačke akcije pre nego što stvarno dođe do promena karakteristika funkcionisanja sistema. Od svih uslova u kojima sistem funkcionise najčešće su od presudnog uticaja poremećaji mogućnosti popune i poremećaji potražnje. Pored poremećaja u okruženju sistema, na karakteristike funkcionisanja sistema svakako znatno utiču i vrednosti pojedinih parametara višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova, kao što su nominalni nivoi zaliha u skladištima na različitim stepenima ešeloniranja. Kao relevantne karakteristike funkcionisanja sistema zaliha mogu se izdvojiti: koeficijent popunjenosti skladišta, broj zahteva i vreme čekanja u redu čekanja, troškovi u sistemu i verovatnoća čekanja u redu do određenog vremena. Iz skupa nabrojanih, s obzirom na značaj za upravne organe u sistemu, izdvajaju se sledeće karakteristike:

– *koeficijent popunjenosti perifernih skladišta (K_p)* predstavlja odnos broja zahteva koji se zadovoljavaju bez čekanja prema ukupnom broju zahteva. Po

svom značenju to je verovatnoća zadovoljenja zahteva bez čekanja;

– srednje vreme čekanja zahteva u redu čekanja (W) predstavlja odnos ukupnog vremena čekanja i broja zahteva koji se nalaze u redu čekanja;

– ukupni troškovi u sistemu (L_g) predstavljaju zbir troškova nabavke sklopova iz neiscrpnog izvora, troškova transporta, troškova skladištenja i troškova popravke. Troškove je pogodno prikazivati na godišnjem nivou, a mogu se računati po strukturi za svaki elemenat sistema.

Određivanje zavisnosti relevantnih karakteristika sistema od promene intenziteta potražnje popravljivog sklopa i promene nivoa zaliha u skladištima veoma je teško analitički opisati i rešiti. Kao jedan od mogućih načina rešavanja ove vrste problema nameće se modelovanje i simulacija, odnosno simulacije u kombinaciji sa drugim metodama, najčešće statističkim, i operacionih istraživanja. Za određivanje karakteristika funkcionisanja višeešelenskog sistema zaliha popravljivih sklopova, primenom simulacije, neophodno je razviti model sistema.

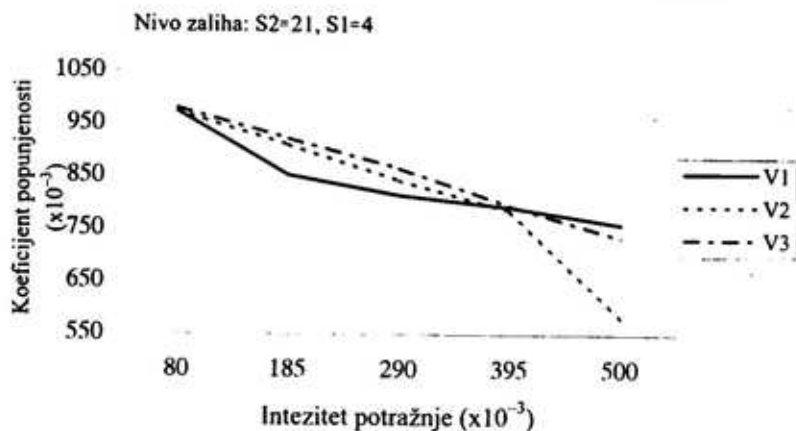
Model se sastoji od jednog centralnog i četiri periferna skladišta u kojima se drže popravljivi sklopovi određenog tipa i radionice u kojoj se vrši opravka neispravnih popravljivih sklopova (slika 1). Periferna skladišta funkcionišu po modelu (s, Q) upravljanja zalihama. Vreme ispostavljanja zahteva centralnom skladištu je slučajno promenljiva veličina opisana raspodelom verovatnoća. Tražnja za sklopovima na perifernim skladištima predstavlja prost Poasonov proces. Na osnovu zahteva korisnika periferno skladište izdaje sklopove na utrošak,



Sl. 1 – Model višeešelenskog sistema zaliha popravljivih sklopova

ukoliko se oni nalaze na zalihama. Nezadovoljena potražnja stavlja se u red čekanja, koji se prazni po principu FIFO. Istovremeno sa izdavanjem ispravnih sklopova vrši se prijem neispravnih sklopova. Neispravni sklopovi koji, sa određenom verovatnoćom zadovoljavaju uslove opravke, šalju se u radionicu na opravku, a u protivnom se rashoduju. Vreme slanja neispravnog sklopa u radionicu je slučajno promenljiva veličina, opisana raspodelom verovatnoća. Po prijemu sklopova iz centralnog skladišta ili sa opravke, ako postoji red, obavlja se njegovo potpuno ili delimično pražnjenje.

Centralno skladište funkcionišu po modelu (S, T) upravljanja zalihama. Popuna centralnog skladišta iz neiscrpnog izvora je potpuna, a vreme popune je slučajna veličina opisana raspodelom verovatnoća. Po prijemu sklopova iz neiscrpnog izvora red se prazni u potpunosti ili



Sl. 2 – Dijagram promene K_p pri visokom nivou zaliha u centralnom skladištu i niskom nivou zaliha u perifernom skladištu

delimično. Centralno skladište, na osnovu zahteva, isporučuje sklopove perifernim skladištima, pri čemu postoji mogućnost delimične isporuke. Nezadovoljena potražnja stavlja se u red čekanja. Red se prazni po principu FIFO. Vreme slanja sklopova perifernim skladištima je slučajno promenljiva veličina opisana raspodelom verovatnoća. Centralno skladište može primati sklopove i iz radionice, pri čemu je postupak isti kao i pri primanju delova iz neiscrpnog izvora.

Radionica za opravku sklopova obavlja defekciju i, sa određenom verovatnoćom, opravku neispravnih sklopova dobijenih od perifernih skladišta. Vreme opravke sklopova je slučajno promenljiva veličina opisana raspodelom verovatnoća. Opravljeni sklopovi vraćaju se u centralno ili periferno skladište, u zavisnosti od definisane varijante slanja opravljenih sklopova. Vreme povratka opravljenog sklopa iz radionice u sistem je slučajno promenljiva veličina opisana raspodelom verovatnoća.

Nakon izvršene opravke sklopovi se vraćaju u sistem po jednoj od sledećih varijanti:¹

V1 – svi opravljeni sklopovi se vraćaju u periferno skladište iz kojeg su poslani na opravku;

V2 – svi opravljeni sklopovi se usmeravaju u centralno skladište;

V3 – polovina opravljenih sklopova se vraća u periferno skladište iz kojeg je poslata na opravku, a druga polovina se usmerava u centralno skladište.

Pre izvođenja eksperimenata na modelu izvršene su određene pripreme, odnosno izračunate su i određene vrednosti pojedinih parametara modela. Eksperimenti na modelu su vršeni u uslovima promene intenziteta potražnje na perifernim skladištima i promene nivoa zaliha u perifernim i u centralnom skladištu. Za određenu kombinaciju vrednosti nivoa

¹ Varijante date u modelu predstavljaju jednu od mogućih kombinacija varijanti povratka opravljenih sklopova u sistem. Razlika između pojedinih kombinacija varijanti javlja se kod varijante V3, gde procenti sklopova koji se šalju u pojedina skladišta mogu biti različiti.

zaliha u centralnom i perifernom skladištu i za izabranu varijantu slanja opravljenih sklopova vršene su promene intenziteta potražnje na perifernom skladištu. Rezultati eksperimenata grupisani su prema definisanim karakteristikama i dati tabelarno, a zatim je grafički prikazana zavisnost karakteristika funkcionisanja od promene intenziteta potražnje za sve kombinacije nivoa zaliha u perifernom i centralnom skladištu pri svim varijantama tokova opravljenih sklopova. Na slici 2 dat je primer promene koeficijenta popunjenosti perifernog skladišta u zavisnosti od promene intenziteta potražnje pri visokom nivou zaliha u centralnom i niskom nivou zaliha u perifernim skladištima, za sve tri varijante slanja opravljenih sklopova.

Formiranje tabele odlučivanja

Vrednosti karakteristika funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova pružaju mogućnost formiranja tabele odlučivanja kao svojevrsnog alata za pomoć upravnim organima pri donošenju odluka. Tabelom odlučivanja se, za određenu kombinaciju vrednosti nivoa zaliha u perifernom i centralnom skladištu i vrednosti intenziteta potražnje u perifernom skladištu, daje varijanta slanja popravljenih sklopova iz radionice.

Pri formiranju tabele odlučivanja karakteristike funkcionisanja, čije su vrednosti dobijene simulacijom, posmatraju se kao hijerarhijski strukturirani kriterijumi. Koeficijent popunjenosti perifernog skladišta posmatra se kao kriterijum prvog nivoa značajnosti. Drugi nivo značajnosti dodeljuje se srednjem vreme-

nu čekanja u redu, dok se ukupni troškovi u sistemu posmatraju kao kriterijum trećeg nivoa važnosti. Troškovi su na poslednjem nivou po važnosti, u konkretnom slučaju, upravo zbog karakteristika njihovih vrednosti dobijenih simulacijom. Zbog relativno malih razlika između troškova po varijantama toka popravljenih sklopova, troškove je vrlo teško primeniti kao kriterijum za formiranje tabele odlučivanja. Kao osnova za formiranje tabele odlučivanja služi grafički prikaz rezultata simulacije. Prvo se za određenu kombinaciju uslova (vrednosti nivoa zaliha i vrednosti intenziteta potražnje) posmatraju vrednosti kriterijuma koeficijenta popunjenosti za definisane varijante. Ukoliko je po tom kriterijumu, za određenu kombinaciju uslova, dominacija jedne od varijanti nad ostalima u potpunosti izražena, popunjava se odgovarajuće polje u tabeli odlučivanja. Za nejasne situacije po kriterijumu koeficijenta popunjenosti posmatra se vrednost kriterijuma srednjeg vremena čekanja u redu i, na osnovu njega, donosi se odluka o izboru varijante za datu kombinaciju uslova. Kao dodatni kriterijum, ukupni troškovi se koriste samo u situaciji niskog nivoa zaliha u centralnom, visokog u perifernom i malog intenziteta zahteva. Formirana tabela odlučivanja data je u tabeli 1.

Formiranje modela za višeatributno odlučivanje

Pri određivanju karakteristika funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova za izvođenje eksperimenata na modelu, definisane su tri varijante njihovog slanja. Formiranjem

Tabela 1

Tabela odlučivanja za varijante slanja popravljenih sklopova

Nivo zaliha u centralnom skladištu	Nivo zaliha u perifernom skladištu	Intenzitet potražnje		
		Mali	Srednji	Veliki
Nizak	Nizak	V2	V2	V1
	Srednji	V1	V1	V1
	Visok	V3	V1	V1
Srednji	Nizak	V2	V3	V1
	Srednji	V1	V1	V1
	Visok	V3	V3	V1
Visok	Nizak	V3	V3	V1
	Srednji	V1	V1	V1
	Visok	V3	V1	V3

tabele odlučivanja stvaraju se uslovi za generisanje još jedne varijante slanja popravljenih sklopova i to:

V4 – varijanta po kojoj se odluka o slanju popravljenih sklopova donosi na osnovu pravila iz tabele odlučivanja.

S obzirom na to da upravnom organu stoje na raspolaganju četiri varijante slanja popravljenih sklopova, potrebno je odabrati varijantu koja, za date uslove funkcionisanja sistema, daje najbolje vrednosti karakteristika funkcionisanja sistema. To znači da se, kao kriterijumi za ocenu i rangiranje varijanti, mogu iskoristiti već ranije definisane karakteristike višeešelonskog sistema zaliha opravljivih sklopova: koeficijent popunjenosti, ukupni godišnji troškovi i srednje vreme čekanja u redu. Kada su definisane varijante i određeni kriterijumi potrebno je, na neki način, dobiti vrednost svakog kriterijuma za svaku varijantu. Problem određivanja kriterijumskih vrednosti može da se reši simulacijom na već definisanom modelu višeešelonskog sistema zaliha opravljivih sklopova.

U eksperimentima određivanja kriterijumskih vrednosti varijanti zahtevi za

sklopovima imaju sezonske promene. U toku godine, u jednakim vremenskim intervalima, naizmenično se smenjuju mali, veliki i srednji intenzitet zahteva za sklopovima. Pri tome se svaka od navedenih vrednosti intenziteta zahteva ponaša po normalnom zakonu raspodele verovatnoća. Za dobijanje kriterijumskih vrednosti definisanih varijanti potrebno je izvršiti četiri eksperimenta, a u svakom od njih, pored vrednosti definisanih kriterijuma, kao izlazi dobijaju se i vrednosti srednjeg nivoa zaliha u centralnom skladištu (Y_c) i srednjeg nivoa zaliha u sistemu (Y_s). Eksperimenti se ponavljaju dva puta, i to:

– u prvom ponavljanju eksperimenta sva periferna skladišta startuju sa istim nivoom intenziteta potražnje;

– u drugom prolazu periferna skladišta startuju sa međusobno različitim nivoom intenziteta potražnje.

Rezultati simulacije u prvom prolazu prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2

Rezultati simulacije u prvom prolazu

Kriterijumi	Varijante slanja popravljenih sklopova				
	V1	V2	V3	V4	
K_p	0,9658	0,8899	0,9262	0,9664	
L_w	3783727	3889245	3834639	3804817	
W	2,654	2,895	3,464	1,840	
Y_c	19	19	20	21	
Y_s	59	39	48	56	
Periferna skladišta					
1.	Y	10	5	7	9
	W	2,654	2,895	3,464	1,840
2.	Y	9	5	7	9
	W	3,111	3,396	3,026	2,625
3.	Y	11	5	7	8
	W	2,828	2,942	3,377	3,616
4.	Y	10	5	7	9
	W	3,219	3,633	3,336	2,475

Rezultati simulacije u drugom prolazu

Kriterijumi	Varijante slanja popravljenih sklopova				
	V1	V2	V3	V4	
K_p	0,9787	0,9038	0,9408	0,9663	
L_x	3788012	3876886	3843318	3812500	
W	2,5998	2,535	3,027	2,493	
Y_c	14	15	15	18	
Y_s	51	35	42	51	
Periferna skladišta					
1.	Y	8	5	7	9
	W	2,598	2,535	3,027	2,493
2.	Y	9	5	7	8
	W	2,769	2,653	2,548	2,855
3.	Y	10	5	6	8
	W	2,876	2,390	2,406	3,636
4.	Y	10	5	7	8
	W	2,749	2,401	1,924	2,585

U tabeli 2 su, pored vrednosti kriterijuma za definisane varijante i srednjih nivoa zaliha u sistemu i u centralnom skladištu, date i vrednosti srednjeg vremena čekanja u redu (W) i srednjeg nivoa zaliha (Y) za sva četiri periferna skladišta. Navedene vrednosti daju se radi ocene stabilnosti funkcionisanja modela višeešelonskog sistema zaliha opravljivih sklopova, a upoređivaće se sa rezultatima eksperimenta u drugom prolazu, kada periferna skladišta startuju sa međusobno različitim nivoima intenziteta potražnje. Rezultati simulacije, kada periferna skladišta startuju sa različitim nivoima intenziteta potražnje, prikazani su u tabeli 3.

Upoređivanjem rezultata prvog i drugog prolaza i izračunavanjem procentualnih razlika dobijaju se vrednosti u tabeli 4.

Analizirajući podatke iz tabele 4 zaključuje se da su najmanja odstupanja kriterijumskih vrednosti, izuzev za srednje vreme čekanja u redu, kod četvrte varijante slanja popravljenih sklopova. Može se pretpostaviti da četvrta varijanta poseduje najveći stepen stabilnosti pri promeni uslova funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljenih sklopova. Provera stabilnosti sistema bio je osnovni razlog za ponavljanje simulacije sa promenjenim početnim uslovima, pa su zbog toga dalje korišćeni rezultati simulacije dobijeni u prvom prolazu.

Iz analize dobijenih rezultata simulacije vidi se da su za varijantu slanja sklopova u centralno skladište srednji nivoi zaliha u centralnom skladištu i sistemu najmanji, ali su, istovremeno, troškovi najveći. Nizak srednji nivo zaliha u sistemu posledica je niskih srednjih nivoa

Tabela 4

Procentualne razlike između kriterijumskih vrednosti dobijenih u dva ponavljanja eksperimenta

Kriterijumi	Varijante			
	V1	V2	V3	V4
K_p	1,318075	1,537951	1,551871	0,010348
L_x	0,11312	0,317774	0,225821	0,201521
W	2,0422	12,43523	12,61547	26,19334
Y_c	26,31579	21,05263	25	14,28571
Y_s	13,55932	10,25641	12,5	8,928571

zaliha u perifernim skladištima, što je i očekivano pošto se popravljeni sklopovi šalju u centralno skladište. Takođe, za ovu varijantu karakterističan je najmanji koeficijent popunjenosti perifernog skladišta. Kada se popravljeni sklopovi upućuju na osnovu pravila iz tabele odlučivanja, dobija se najveća vrednost koeficijenta popunjenosti i minimalna vrednost srednjeg vremena čekanja u redu, uz relativno niske ukupne godišnje troškove u sistemu. Srednji nivo zaliha u centralnom skladištu najveći je u odnosu na ostale varijante, pa je i srednji nivo zaliha u si-

Tabela 5

Početna matrica modela višeatributnog odlučivanja

		Kriterijumi		
		K_p	L_g	W
Varijante	V1	0,9658	3783727	2,654
	V2	0,8899	3889245	2,895
	V3	0,9262	3834639	3,464
	V4	0,9664	3804817	1,840
W_i		3	2	1,5
maks./min		maks.	min	min

stemu takođe visok. Analizirajući vrednosti srednjih nivoa zaliha u centralnom i perifernim skladištima, kao i u celom sistemu, zaključuje se da su dobijene vrednosti približne zadatim početnim vrednostima. Može se zaključiti da procesni model daje rezultate koji se slažu sa očekivanim vrednostima, odnosno da postoji slaganje procesnog modela i modela.

Pored određivanja kriterijumskih vrednosti neophodno je odrediti i vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma. Vrednosti težinskih koeficijenata određene su u skladu sa značajem pojedinih kriterijuma koji im se pridaje u višeešelonskom sistemu zaliha popravljivih sklopova. Određivanjem težinskih koeficijenata kriterijuma kompletiran je model višeatributnog odlučivanja čija je početna matrica prikazana u tabeli 5.

Rangiranje varijanti slanja popravljenih sklopova

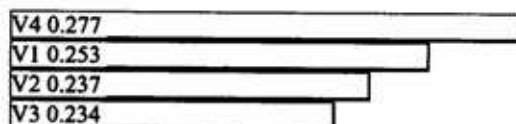
Za rešavanje problema višeatributnog odlučivanja, u kojima se vrši rangiranje i izbor najbolje varijante, razvijeno je više metoda, među kojima su najpoznatije: ELECTRE, PROMETHEE, VI-KOR, MENOR, AHP i dr. Pored osnovnih obeležja, svaka metoda ima svoje

specifičnosti i određene zahteve u pogledu definisanja parametara modela. Za rangiranje varijanti u definisanom modelu višeatributnog odlučivanja iskorišćene su metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP) i metode PROMETHEE I do III.

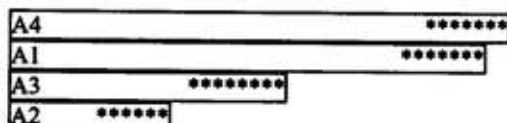
Kao rezultat sprovođenja metode AHP dobija se konačan redosled varijanti slanja opravljenih sklopova (slika 3).

Poredak varijanti po metodi PROMETHEE prikazan je na slici 4.

Može se uočiti da varijanta V4, po kojoj se odluka o slanju popravljenih sklopova donosi na osnovu pravila iz tabele odlučivanja, zauzima prvi rang i po metodi AHP i po metodi PROMETHEE III. Varijanta V1 zauzima drugi rang po obe navedene metode, dok se poredak varijanti V2 i V3 razlikuje u zavisnosti od primenjene metode višekriterijumskog rangiranja. Postavlja se pitanje da li je ovaj poredak varijanti važeći samo za definisane vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma ili sa promenom vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma dolazi i do promene poretka varijanti. Nakon sprovođenja metode AHP sa izmenjenim težinskim koeficijentima kriterijuma može se izvesti sledeći zaključak:



Sl. 3 – Poredak varijanti po metodi AHP



Sl. 4 – Poredak varijanti po metodi PROMETHEE III

– ako težinski koeficijenti kriterijuma imaju iste vrednosti poredak varijanti je nepromenjen;

– pri povećavanju vrednosti težinskog koeficijenta ukupnih troškova u odnosu na ostale kriterijume poredak varijanti V4 i V1 ostaje nepromenjen, ali dolazi do promene redosleda varijanti V2 i V3;

– ako se povećava vrednost težinskog koeficijenta kriterijuma srednjeg vremena čekanja u redu, poredak varijanti se ne menja.

Na osnovu analize osetljivosti poretka varijanti na promenu vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma zaključuje se da dobijeno rešenje nije osetljivo na promene vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma, pa je dobijeni poredak varijanti potpuno upotrebljiv za dalju analizu.

Činjenica da varijanta slanja popravljanih delova po pravilima iz tabele odlučivanja zauzima najviši rang mogla se i očekivati. Varijanta V4 reaguje na promene uslova funkcionisanja sistema, pa je logično da takva varijanta daje i najbolje rezultate. Primenom varijante V4 dobija se najbolji koeficijent popunjenosti, a korisnici provedu minimalno vreme u redu čekanja uz relativno niske troškove.

Zaključak

Za razliku od prve tri varijante slanja popravljivih sklopova, koje se generi-

šu vrlo jednostavno, generisanje varijante V4 zahteva primenu određenih naučnih metoda, dosta znanja i vremena i može rezultirati znatnim troškovima. U tom smislu postavlja se pitanje opravdanosti sprovođenja procedure generisanja pravila odlučivanja za slanje popravljivih sklopova. Činjenica da ova procedura daje najbolje rezultate ide u prilog opravdanosti ovakvog postupka. U svakom slučaju, ovakve složene analize treba sprovođiti u slučajevima kada se radi o veoma skupim sklopovima, o velikom broju sklopova ili o veoma značajnim sredstvima na koja se ti sklopovi ugrađuju. Pored toga, ovakve analize potrebno je raditi kada je u pitanju neizvesna popuna novim sklopovima.

Prikazani način samo je jedan od mogućih načina formiranja upravljačkih odluka. Dobijeni rezultati moraju se shvatiti uslovno, jer oni važe za definisane uslove funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha opravljivih sklopova.

Literatura:

- [1] Mišković, V.; Stanojević, P.: Analiza nekih karakteristika funkcionisanja višeešelonskog sistema zaliha popravljivih sklopova, VTG 1/98, 7–14, Beograd, 1998.
- [2] Miličević, M.: Upravljanje snabdevanjem rezervnim delovima u hijerarhijskim organizacijama, magistarski rad, VTA VJ, Beograd, 2000.
- [3] Nikolić, I.; Borović S.: Višekriterijumska optimizacija, CVŠ CVJ, Beograd 1996.
- [4] Stanojević, P.; Mišković, V.: Teoretski pristup projektovanju varijantnih rešenja organizacije sistema održavanja materijalnih sredstava na logističkim osnovama, studija, VTA VJ, Beograd, 1998.