Mr Vidoje Pantelić,
general-major, dipl. inž.

MOGUĆNOST PRIMENE MODELA UPRAVLJANJA ZALIHAMA U VOJSCI

Uvod

U vojsci kao specijalnoj organizaciji, naglašena je potreba za obezbeđenjem zaliha svih vrsta materijalnih sredstava, kao i ostalih resursa neophodnih za njen nesmetan život i rad u miru, a posebno u ratu. Zalihe su značajne i u drugim neuobičajenim uslovima u kojima se može naći neka zemlja i njena vojska, na primer, u slučaju recesije proizvodnje, vanrednog stanja ili nepovoljnog uticaja međunarodnog okruženja do zavođenja zabrane uvoza i nametanja sankcija, kao što je trenutno slučaj sa našom zemljom.

Zalihe su problem sa kojim se susreću sve vojske u bilo kom periodu ljudske delatnosti. Tako je u zapisima starih Egipćana, koji datiraju od 2000. godine pre nove ere, zapisano da vojska vozi komoru sa 1000 kola, a Sun Cu Vu (V i IV vek pre nove ere) snabdevanje (a sa njim i komoru) tretira kao jedan od pet osnovnih faktora rata [1]. Čitaocu je nepotrebno obrazlagati kasnije ili današnje potrebe u obezbeđenju jedne savremene vojske. Zalihe (engleski: *inventory*, ruski: *znanacz*) jesu sve količine materijala i proizvoda, energije i informacija koje su obezbeđene i čuvaju se sa ciljem da se u određenom trenutku mogu upotrebiti za zadovoljenje nastalih potreba [7]. U našoj praksi često se koristi i

pojam rezerve, koji je sinonim sa pojmom zalihe, s tim što možemo reći da su rezerve širi pojam od pojma zaliha (rezerve osposobljenog ljudskog potencijala za vojsku, rezerve u borbi, rezerve stočnog fonda i sl.), mada neki autori [4] i rezerve tretiraju kao zalihe.

Prvi matematički model upravljanja zalihami definisao je 1915. godine Ford Harris kroz formulu veličine partije, a na problem upravljanja zalihami konkretno ju je primenio Wilson 1934. godine, pa se ovaj model često naziva Wilsonov model [2]. Do pedesetih godina u ovoj oblasti nije bilo većeg napretka, ali je otpočeto sa stohastičkim pristupom u razrešavanju matematičkih modela, uglavnom na osnovi teorije masovnog opsluživanja. Prvi izveštaj o upravljanju zalihami i hijerarhijskom stohastičkom sistemu, primenjeno na konkretan problem, objavljen je 1968. godine [6]. Tretirao je upravljanje zalihami u modelu razvijenom za opravljiva sredstva u ratnom vazduhoplovstvu SAD. Posle toga došlo je do masovnog bavljenja istraživanjima u oblasti operacionih istraživanja sa ovom problematikom, pa je u časopisima i knjigama do danas objavljeno mnoštvo matematičkih modela upravljanja zalihami.

U ovom članku uglavnom će se razmatrati mogućnosti primene teorije na zalihe materijalnih sredstava, podrazu-

mevajući i energente za vođenje borbe. Cilj je da se podstaknu ljudi u vojsci, koji se bave problemima pozadinskog obezbeđenja, da naučno pristupe upravljanju zalihama. U praksi JNA zaliham se upravljalo tako što su na osnovu empirije ili heuristički vršene određene procene, iz kojih je rezultiralo propisivanje normi u vidu operativno-proračunskih jedinica — dana rata, borbenog kompleta, dnevnog obroka, dnevnog utroška, norme sledovanja i sl. Prema njima su formirane i zalihe, a dalje su uglavnom tekle radnje znavljanja i povremenog obnavljanja u zavisnosti od raspoloživih novčanih sredstava i drugih ograničenja.

Metode, načini i postupci određivanja nivoa i strukture zaliha različito su utvrđivani ne samo po pozadinskim službama, već i u okviru same službe, a često ni zahtevi taktičkih nosilaca nisu bili precizni, pa je time i sama realnost (dovoljnost) formiranih zaliha dovedena u sumnju. U praksi, tokom izvršavanja zadatka jedinica, neke zalihe su veoma brzo utrošene, a za nekima čak nije bilo nikakve potrebe.

Savremena naučna misao uz masovnu i jednostavnu primenu računarske i druge informatičke tehnike i opreme dala je veoma moćnu i primenjivu teoriju upravljanja zaliham. To nam daje mogućnost da se u novom pristupu transformacije i oblikovanja organizacijsko-formacijske strukture Vojske Jugoslavije (VJ) i ovom problemu priđe na nov i stvaralački način u svim službama pozadine gde se formiraju zalihe, bilo u VJ bilo u drugim strukturama za potrebe VJ, kako za mir tako i za rat.

Uloga zaliha u snabdevanju

Zalihe materijalnih sredstava su otkosnica i temelj svakog sistema snabdevanja. Na pojednostavljenom shematskom prikazu izolovanog jednostepenog

nog sistema snabdevanja (slika 1) [3] vidi se mesto i uloga zaliha, koje su neka vrsta amortizera između isporučioča ili dobavljača, odnosno izvora popune i korisnika, odnosno potrošača. Njima se osigurava zadovoljenje potreba krajnjeg korisnika — potrošača u slučajevima bilo kakvog kolebanja ili smetnji u nabavkama potrebnih sredstava u sistemu.

Sl. 1 — Model jednostepenog izolovanog sistema snabdevanja

Ako su jednom dobro procenjene i proračunate, i ako se ubuduće želi zadržavanje zaliha (Z) na tom nivou, onda je jasno da se nabavke i utrošak moraju dovesti u stacionarno stanje, odnosno da mora biti zadovoljen uslov

$$Q=U, \text{ odnosno } Q=\sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

gde je:

q_i — potrebe i -tog potrošača,
 $i=1, \dots, n$ — redni broj potrošača.

Očito je da se, ukoliko je u nekom sistemu konstrukciono ili organizacijom eksploatacije u svakom trenutku moguće obezbediti da važi prethodni izraz, postavlja pitanje potrebe postojanja zaliha. One se tada mogu eliminisati, čime se postiže ekonomičnost u sistemu, jer svako ulaganje u zalihe predstavlja zamrzavanje sredstava, a u proizvodnji, koja živi od profita, umanjuje obrt kapitala. To je stalna težnja profitabilnih preduzeća i danas se u svetu razvijaju modeli proizvodnje bez zaliha (Kanban sistem u Tojoti) [5].

Ukoliko se unapred zna da je stacionarnost sa bilo koje strane u pret-

hodnom izrazu neizvesna, moraju se formirati zalihe iz kojih se upravo zadovoljavaju potrebe sistema snabdevanja u uslovima nestacionarnosti, pa se onda može postaviti sledeći odnos:

$$Q + Z - \sum_{i=1}^n q_i = 1 \quad (2)$$

To je granični slučaj kada zalihe mogu obezbediti zadovoljenje potreba u sistemu. Njegovim održavanjem obezbeđuje se nužan uslov da sistem funkcioniše na optimalan način, uz data ograničenja u nekom vremenu.

Odavde se vidi da se zalihe mogu proceniti, odnosno egzaktno odrediti uvek, kada se zna kakva će biti priroda dopune zaliha nabavkom od izvora snabdevanja, izraženo kroz količinu (Q), kao i potrebe utroška (U), a sve u određenom periodu za koji se razmatra sigurnost rada sistema snabdevanja.

U svakom racionalnom sistemu deluju ekonomski razlozi za čuvanjem minimalnih zaliha, ali tolikih da uz poznate uslove nabavke zadovolje potražnju. Normalno je da njihovo postojanje izaziva značajne troškove, koji su, u osnovi, uslovljeni sledećim:

- gubitkom dohotka zbog umrtvljenih novčanih sredstava koja su izdvojena za kupovinu sredstava na zaliham. U budžetskim organizacijama pogrešno uložena sredstva na zalihe značiće manje ulaganja u neke druge značajne poslove ili sisteme;

- troškovima za fizičko čuvanje, objekte za smeštaj, kontrolu, održavanje zaliha pri čuvanju, znavljanje i druge poslove njihovog uskladištenja;

- gubicima u količini zaliha tokom vremena zbog fizičko-hemijskih svojstava, a ponekad i uz smanjenje pouzdanosti čuvanog sredstva ili gubitke ako se zaliha ne može utrošiti ili prodati;

- direktnim gubitkom zbog neadekvatne politike nabavke i planiranja perspektivnosti ili mogućnosti pravovremenog plasiranja zaliha.

Da bi se pronašao racionalan odnos između stalne želje za povećanjem zaliha kod odgovornih za snabdevanje i želje za smanjenjem troškova koje inicira princip ekonomičnosti, pristupa se upravljanju zaliham. iznalaženjem rešenja u odgovoru na sledeća pitanja:

- koliki nivo zaliha u sistemu treba da bude;

- kolika treba da bude narudžba prema dobavljaču radi obnavljanja zaliha da bi se postigli minimalni troškovi;

- kada (u kom vremenskom trenutku) treba ispostaviti narudžbu (trebovanje) za obnavljanje zaliha?

Ova pitanja rešavaju se putem pogodnih modela upravljanja zaliham. koji treba da omoguće minimalne troškove čuvanja zaliha, uz maksimalno zadovoljenje zahteva potrošača.

Modeli upravljanja zaliham

U teoriji upravljanja zaliham. s obzirom na raznovrsnost izučavanih problema, nema univerzalnih jedinstvenih modela. Za svaki poseban slučaj upravljanja zaliham. moraju se razviti odgovarajući matematički modeli, koji treba da omoguće funkcionisanje sistema.

Da bi se došlo do odgovarajućeg modela koji se može primeniti na određeni problem upravljanja zaliham. za neko sredstvo, potrebno je, na osnovu stvarnih iskustava, uraditi sledeće:

- formirati odgovarajući istraživački tim, sastavljen od ekonomista, inženjera, matematičara, sistemanalitičara, psihologa, specijalista u istraživanoj oblasti (oficira pozadinskih službi za pozadinske probleme), programera i drugog pratećeg osoblja;

- svestrano analizirati, formalizovati i opisati sistem upravljanja zaliham. koji se želi modelirati i defini-

sati željene strategije upravljanja zalihama;

— izraditi matematičke modele i pripremiti ih za praktičnu realizaciju, uključujući programiranja, simulacije, uputstva za korisnike, i sl.;

— proveriti i po potrebi, otkloniti greške i doraditi model, obučiti personal i proveriti pogodnost metodike analize rezultata;

— eksperimentisati primenu modela u praksi, uz potrebne popravke i dorade;

— analizirati rezultate modela i pripremiti uputstva radi predaje modela na praktično korišćenje naručiocu.

Da bi se moglo pristupiti izradi odgovarajućeg modela za konkretan problem upravljanja zalihama nekog sredstva treba posebno i detaljno istražiti uslove i ograničenja u sistemu snabdevanja koja se odnose na:

— prirodu, osobine i operative zahteve u sistemu snabdevanja (da li je ešeloniran na više nivoa i hijerarhijski ili je decentralizovan, koja efektivnost se zahteva, kakva je otpornost zaštite zaliha, itd.);

— prirodu i karakteristike sredstava na zalihama;

— zahtev da li se formiranje zaliha rešava jednokratno ili se pojavljuje periodično ili je, pak, kontinuirano u vremenu, odnosno da li je priroda istraživanog procesa statična ili dinamična;

— ponašanje i osobine utroška ili potražnje, a time i da li je potražnja prema zalihama deterministička, odnosno poznata u svakom trenutku, ili stohastička, slučajna veličina;

— osobine pouzdanosti dobavljača i mogućnosti realizacije nabavki sredstava u zalihe u željenom trenutku, odnosno da li je vreme nabavke (popune zaliha) deterministička ili stohastička veličina, a u odnosu na kvantitet jednovremena ili kontinuirana isporuka;

— vrste i veličinu troškova čuvanja, rukovanja i manipulacije zalihama, odnosno u celini troškove vezane za zalihe;

— željeni sistem uslužnosti, odnosno da li je u procesu snabdevanja dozvoljen deficit (nedostatak sredstava) ili se on evidentira da bi se kasnije zadovoljio, odnosno, koja strategija upravljanja zalihama bi najviše odgovarala;

— moguća ograničenja koja se pojavljuju u sistemu (novčana sredstva — budžet, skladišni prostor, masa, itd.);

— utvrđivanje asortimana sredstava koja treba čuvati na zalihama, jer se razlikuju jednokomponentni sistemi kada se čuva samo jedna vrsta sredstava i višekomponentni sistemi, što je najčešći slučaj u vojsci. U slučaju višekomponentnog sistema potrebno je izvršiti svođenje ili grupisanje sredstava po klasama kako bi se dobio manji broj jednokomponentnih sistema. Za to postoji više mogućnosti, a kao prvo potrebno je, na primer, primenom metoda Pareto analize (ABC), odabrati sredstva od interesa za optimalizaciju zaliha, a onda ta sredstva, utvrđivanjem zajedničkih osobina, međuzavisnosti i korelativnosti razvrstati u i jednokomponentnih problema, koji se nezavisno rešavaju (konkretni primeri dati su u [3]).

Kada se istraže ili definišu ove karakteristike, u fazi matematičkog modeliranja treba prvo istražiti da li se neki problem može rešiti primenom već razrađenih modela, kojih je do sada mnogo urađeno za različite uslove i različite strategije upravljanja zalihama. Ako to nije moguće, model se u celini iznova razrađuje prema stvarnim uslovima.

Za opštu ilustraciju problema upravljanja zalihama objasniće se prvi deterministički dinamički Wilsonov model [2].

Matematička postavka modela zasniva se na optimizaciji troškova u

sistemu upravljanja zaliham u odnosu na prosečan nivo zaliha u vremenu T.

Optimalna veličina za naručivanje dobija se iz sledećeg izraza:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot q}{i \cdot c}} \text{ [j m]} \quad (3)$$

gde je:

- Q — optimalna narudžba koju treba obezbediti u jednom periodu uz minimalne troškove,
- K — fiksni troškovi naručivanja [din/narudžba],
- q — potražnja [j m/vreme],
- i — koeficijent troškova upravljanja zaliham,
- c — vrednost (cena) jedinice sredstva [din/j m],
- [j m] — jedinica mere.

Grafički prikaz ponašanja zaliha u ovom modelu prikazan je na slici 2.

Sl. 2 — Ilustracija strategije $\langle s, S \rangle$ upravljanja zaliham

U najprostijem slučaju zalihe se tokom vremena ravnomerno troše (deterministička potražnja) i u momentu kada je preostali nivo Y_n dovoljan da se obezbedi potražnja u sistemu do stizanja naredne isporuke za vreme λ , ispostavlja se narudžba prema dobavljaču (izvoru snabdevanja) u optimalnom iznosu Q. Te zalihe treba da stignu upravo u trenutku kada prethodne padnu na nulu, ali tako da u sistemu nema deficita.

Prosečan (srednji) nivo zaliha Z u sistemu u vremenskom periodu T je, kao i u modelu, u celini:

$$Z = \frac{Q}{2} \text{ [j m]} \quad (4)$$

Nivo Y_n je kontrolna tačka ili tačka naručivanja i bira se u zavisnosti od opšte politike upravljanja zaliham koja je odabrana u skladu sa uslovima konkretnog problema. Za determinisanu potražnju veličine q i vreme isporuke λ :

$$Y_n = q \cdot \lambda \text{ [j m]} \quad (5)$$

U skladu sa razvojem matematičkih modela upravljanja zaliham razvijeni su i modeli politike upravljanja zaliham, često u literaturi nazvane strategijama upravljanja zaliham. Definišu se maksimalnim nivoom zaliha i nivoom zaliha u tački naručivanja. Tako, na primer, u strategiji $\langle s, S \rangle$, simbolom s označava se nivo zaliha kod koga se vrši naručivanje, a simbolom S maksimalni nivo zaliha. Ova strategija se u literaturi javlja i kao $\langle r, Q \rangle$ strategija.

Na lici 2. prikazan je slučaj strategije $\langle s, S \rangle$, a modeli se međusobno razlikuju prema dužini vremena nabavke.

Iz ove strategije izvedene su razne varijante, kao što su $\langle s, Q \rangle$, $\langle S, S \rangle$, $\langle S-1, S \rangle$ i tako dalje. [3]

Takođe, postoji čitava lepeza modela koji uzimaju u obzir stohastičnost procesa upravljanja zaliham. Pri razradi ovih modela široko su korišćena razna područja matematike, od primene teorije verovatnoće, preko aplikacije procesa Markova, uz korišćenje dinamičkog programiranja, teorije masovnog opsluživanja (repova), itd.

Prikazani Vilsonov model je primenjiv na deterministički sistem snabdevanja prikazan na slici 1. Međutim, u praksi se, najčešće, sreću složeni stohastički sistemi snabdevanja sa hijerar-

hijskom strukturom za koje je razrada matematičkog aparata složena i gde se simulacionim tehnikama može obezbediti skup podataka za optimizaciju sistema upravljanja zalihama ili, pak, približnu optimizaciju.

U modelu Sherbrooka [6] razrađena je metodologija određivanja optimalnog nivoa zaliha za dvoešelonski sistem snabdevanja i održavanja, prikazan načelno na slici 3. Svaka lokacija u tom sistemu može imati zalihe ispravnih sredstava, ali i mogućnost opravke neispravnih sredstava.

Sl. 3 — Ilustracija modela dvoešelonskog sistema upravljanja zalihama za opravljive delove

U modelu je pretpostavljeno da trebovanja potrošača slede složenu Puasonovu (Poisson) raspodelu sa poznatim srednjim intenzitetom dolaska zahteva korisnika.

U ovom sistemu može biti više baza. Pri dolasku u bazu radi trebovanja dela (podsklopa, modula, sklopa) za zamenu, korisnik uvek donosi neispravan deo. Ovaj deo se popravlja u pogonima baze, a ako ne može šalje se u radionicu glavnog skladišta na remont. Popravljeni delovi po nivoima vraćaju se u sistem snabdevanja.

Takođe je utvrđeno da će se slanje sredstava na remont u radionicu skladišta pokoravati složenoj Puasonovoj raspodeli. Raspodela (pristizanje) zahteva u skladištu od više baza takođe je složen (logaritamski) Puasonov proces. Primenjena je $\langle S-1, S \rangle$ strategija upravljanja zalihama, odnosno na-

čelo zamene jedan za jedan ili ispravno za neispravno.

U samom modelu polazi se od unapred određenog ili zadatog nivoa rezerve skladišta S_0 , i zaliha baza S_i , a onda se utvrđuje očekivani nivo ispunjenih narudžbi pridruženih datom skupu nivoa rezervi sistema $S = (S_0, S_1, S_2 \dots S_j)$.

Neispunjena trebovanja u slučajnom vremenskom trenutku u bazi j dobijaju se iz izraza

$$B_j(S_j) = \sum_{x=S_j+1} (x - S_j) p(x/\lambda_j T_j) \quad [6]$$

gde je:

$p(x/\lambda_j T_j)$ — složena Puasonova verovatnoća sa srednjim intenzitetom zahteva korisnika ($\lambda_j T_j$),

x — broj zahteva korisnika.

Očekivani broj sredstava za koje neće biti ispunjena trebovanja baza u glavnom skladištu određuje se slično iz izraza:

$$B_0(S_0/\lambda_D) = \sum_{x=S_0+1} (x - S_0) p(x/\lambda_D) \quad [7]$$

gde je:

S_0 — zadati nivo zaliha skladišta,

λ_D — srednji intenzitet zahteva korisnika u vremenu D ,

x — broj zahteva korisnika.

Očekivano kašnjenje skladišta po jedinačnom zahtevu baze, odnosno očekivano trajanje deficita (nedostatka potrebnog dela) određuje se iz odnosa:

$$\delta(S_0) D = \frac{B_0(S_0/\lambda_D)}{\Theta} \quad [8]$$

gde je:

$\Theta = \lambda_j D_j f_j$,

f_j — broj zahteva korisnika prema skladištu,

$\delta(S_0)$ — srednje vreme kašnjenja skladišta.

Na osnovu ovog matematičkog aparata sam model je, u vreme kada je urađen, u upravljanju zalihama omogućavao sledeće akcije:

— ocenu efikasnosti snabdevanja u odnosu na pridruženi nivo rezervi u sistemu ili zatečene rezerve u skladištima;

— distribuciju datog broja sredstava (sklopova) na mesta čuvanja u sistemu;

— proračun optimalnih nivoa rezervi po mestima čuvanja u odnosu na ograničena investicijska (budžetska) sredstva.

Kasnije, na bazi ovog modela, razvijeno je mnogo drugih modela za različite uslove i ograničenja i uz različite matematičke pristupe, što se u objavljenoj literaturi koja je dostupna može pronaći.

U VJ do sada je, uglavnom, za potrebe tehničke službe, rađeno nekoliko istraživačkih zadataka na konkretnim primerima, gde su korišćeni postojeći modeli i razvijeni neki novi matematički modeli upravljanja zalihama. U nastavne programe Vojnotehničke akademije uključena je i oblast upravljanja zalihama. Na stranicama VTG povremeno se pojavljuju radovi iz ove oblasti [10]. Zapaženi su radovi u kojima se skupovi parametara potrebnih za optimalizaciju sistema određuju simulacijama na računaru.

Zaključak

Problem upravljanja zalihama savremene armije pridaju izuzetan značaj, što se može zaključiti po broju objavljenih članaka u stručnim časopisima.

U ovom članku učinjen je pokušaj da se kratkim prikazom mogućnosti i tendencija u području upravljanja zalihama ukaže na put kojim moraju ići i naše pozadinske službe u transformaciji VJ ukoliko žele da svoje odluke o

čuvanju rezervi donose ekonomično, u skladu sa potrebama i raspoloživim budžetskim sredstvima.

Prikazana su, načelno, samo dva istražena i testirana modela objavljena u dostupnoj literaturi. Prvi, pokazan preko formule Wilsona koji zadovoljava prost deterministički odnos u sistemu snabdevanja, kada je potražnja sredstava u vremenu kontinuirana i u svakom trenutku konstantna (npr. utrošak goriva u kotlarnici ili skladišnih artikala hrane za poznati broj abonentata, i sl.).

Preko delimičnog prikaza, drugog modela »METRIC«, koji je krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih godina razrađen i uveden u ratno vazduhoplovstvo SAD, želelo se ukazati na mogućnost, ali i složenost istraživanja hijerarhijskih snabdevačkih sistema jer su upravo ovakvi sistemi karakteristični za vojnu organizaciju.

U domaćoj literaturi ([10], [11], [12], itd.) mogu se naći i radovi pripadnika VJ, koji specifične probleme optimizacije sistema rešavaju simulacijom primene modela upravljanja zalihama. U tu svrhu koriste već razvijene matematičke modele, kreiraju simulacione modele za određivanje potrebnih parametara i razvijaju originalne modele u skladu sa prirodom problema.

Očito je da inventivni pojedinci iz svih pozadinskih službi VJ mogu već sada, parcijalno u granicama svoje nadležnosti, prilagoditi neke od razrađenih modela upravljanja zalihama na praksu i olakšati sebi planiranje i sve drugo vezano za raspolaganje bilo mirnodopskim zalihama bilo ratnim rezervama. Za svaki dalji i ozbiljniji pomak u ovoj oblasti potrebno je angažovanje stručnih timova kroz realizaciju naučnoistraživačkih zadataka, koje definišu nadležne institucije vojske, kao i želja i entuzijazam svih zaposlenih u pozadinskim strukturama na što bržem uvođenju ekonomskih faktora u ovu

oblast. Za to već sada postoje osnovni preduslovi: školovani kadar, informatička baza, statističke analize ponašanja

u proteklom periodu, kao i iskustva u izradi projekata naučnoistraživačkog rada.

Literatura:

- [1] Grupa autora: Rasprave o ratnoj veštini, VINC, Beograd, 1991. god.
- [2] Hadley, G. and Whitin, T. M.: Analysis of inventory systems, prevod na ruski, Nauka, Moskva, 1969.
- [3] Pantelić, V.: Snabdevanje tehničkim materijalnim sredstvima, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1986.
- [4] Stojiljković, M., Vukadinović, S.: Operaciona istraživanja, VIZ, Beograd, 1984.
- [5] Shigeo, Sh.: Nova japanska proizvodna filozofija, PIS, Beograd, 1986.
- [6] Sherbrooke, C. C.: METRIC: A multi-echelon technique of recoverable item control, Operations Research, 16, 1968.
- [7] Vukićević, S.: Upravljanje zalihama u uslovima stohastičke potrošnje i stohastičkog snabdevanja sa aplikacijom u oblasti održavanja i opravki motornih vozila, doktorska disertacija, Beograd, 1975.
- [8] Negovetić, E. i M.: Minimiziranje zaliha rezervnih delova primenom metoda ABC, OMO VI, 1977.
- [9] Christian Albrisht, S. and Soni, A.: Markovian Multiechelon Repairable inventory system, Naval Research Logistics, vol. 35, 1988.
- [10] Mišković, V., Kerec, Z., Lukić, D.: Primena simulacija računarom za analize u sistemu sa više nivoa, VTF 5/89.
- [11] Maksić, R.: Simulacioni model za određivanje resursa kod upravljanja zalihama sa tekućim odlukama o naručivanju, zbornik radova, XXI SYMOPIS, 1994.
- [12] Mišković, V.: Određivanje karakteristika funkcionisanja višeešalonskog nesimetričnog sistema zaliha, zbornik radova, XXI SYMOPIS, 1994.