

## UNAPREĐENJE PRAĆENJA KVANTITATIVNOG STANJA MIRNODOPSKIH ZALIHA POGONSKOG GORIVA NA PUMPNIM STANICAMA

Ilić M. *Slaviša*, Vojska Srbije, Komanda za obuku,  
Odeljenje za logistiku, Beograd,  
Radosavljević R. *Vladan*, Vojni zavod za preventivnu  
medicinu, Beograd

UDK: 355.651:662.75

### Sažetak:

*U radu je rešavan problem optimizacije postojećeg sistema praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na pumpnim stanicama u Vojski Srbije. Istraživani su postojeći organizacioni oblici, na pumpnim stanicama u Vojsci i na civilnim pumpnim stanicama, kako bi se na bazi stečenih saznanja i primenom naučno zasnovanih postupaka pripremila teorijska podloga za izbor modela i organizaciono-tehnoloških rešenja koja najviše odgovaraju Vojski Srbije, odnosno sistemu odbrane. Na osnovu anketiranja kompetentnih lica u Vojsci, primenom metode ekspertskog ocenjivanja i dobijenih kvantitativnih pokazatelja o ispitivanim modelima izvršena je višekriterijumska optimizacija, radi izbora optimalnog modela. Optimizacija postojećih modela, sa aspekta efikasnosti i ekonomičnosti, ogledala bi se u racionalizaciji, modernizaciji i automatizaciji dela postojećih vojnih kapaciteta i većim oslanjanjem na automatizovane civilne pumpne stanice.*

*Ključne reči: praćenje kvantitativnog stanja goriva, pumpna stanica, optimizacija, racionalizacija, automatizacija.*

### Uvod

Aktuelne organizacijske promene u Vojski Srbije i logistici odbrane poslednjih godina zasnivaju se na logističkom pristupu [1] i opredeljenju da je vojna logistika deo odnosno nastavak nacionalne (državne) logistike Republike Srbije, odnosno u primeni je princip „minimum vojne logistike – maksimum nacionalne logistike u sistemu odbrane“. Osnovno načelo u razvoju logistike sistema odbrane, pogotovo u uslovima nedovoljne ekonomske snage države, jeste povećanje efikasnosti i efektivnosti logističke podrške, zasnovano na povećanju informacione vidljivosti stanja resursa [2] i uz postepeno smanjenje procenta učešća vojne u odnosu na državnu logistiku.

Radi smanjenja ukupnih troškova, s obzirom na reformu Vojske Srbije koja je u toku, potrebno je izvršiti optimizaciju postojećeg sistema snabdevanja sa pogonskim sredstvima, kao podsistema logistike, primenom savremenih metoda, tehnika, softvera i opreme [3]. Racionalizacija i razvoj sistema za snabdevanje pogonskim gorivom (u daljem tekstu: gorivo) u Vojsci Srbije, kao dominantnom vrstom pogonskih sredstava, treba da ide u sledećim pravcima – fazama:

- smanjenje angažovanih kapaciteta za manipulaciju, skladištenje i distribuciju goriva (objekata, tehničke opreme i osoblja) a time i smanjenje troškova održavanja vezanih za rad nepotrebnih i neperspektivnih pumpnih stanica i skladišta;
- manje mirnodopske zalihe u sistemu ešaloniranja;
- smanjenje broja etapa u realizaciji snabdevanja sa gorivom od proizvođača do potrošača na pumpnim stanicama;

modernizacija tehničke opreme, sa težištem na kvalitetnoj informatičkoj podršci za praćenje stanja i tokova goriva.

Problem istraživanja u ovom radu svodi se na izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskog goriva na pumpnim stanicama u Vojsci Srbije, kako bi se obezbedilo ekonomičnije poslovanje i efikasnije praćenje imajućih i izdatih količina, s ciljem kvalitetnijeg odlučivanja i upravljanja u sistemu snabdevanja pogonskim sredstvima i postizanja bržeg odziva sistema.

Optimizacija praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na pumpnim stanicama (u daljem tekstu: PSt), kao najnižem hijerarhijskom nivou – podsistemu sistema snabdevanja mirnodopskim zalihama goriva u Vojsci Srbije, predstavlja realni problem. Realni problemi su najčešće slabo strukturirani problemi, ali naučna saznanja omogućavaju izvesnu formalizaciju i slabo strukturiranih problema. Prilikom priprema i razrada odluka, neophodno je razumno povezivati heuristički, logički i matematički aparat, koristiti sredstva mehanografije i automatizacije i sređeno iskustvo prilikom razrade odluke. Takođe, neophodno je uspostavljanje razumnog odnosa između odluka kompetentnih planera, njihovog iskustva, intuicije i talenta sa matematičkim metodama i tehničkim (računarskim) sredstvima [4].

## Organizacija rada i praćenja kvantitativnog stanja goriva na pumpnim stanicama

U razvijenim zemljama zapada, prilikom odlučivanja o rešenjima u vojsci, teži se da se problemi razmatraju i rešavaju globalno, poštujući interes društva u celini, a prioritet u odlučivanju je zadovoljavajući kvalitet robe ili usluge (održivo) i manji troškovi. Uvek se teži poboljšanju – optimizaciji sistema, sa težištem na njegovoj modernizaciji i smanjenju troš-

kova opsluživanja sistema kao i racionalizaciji utroška novčanih sredstava. Kvalitet odluke zavisiće i od korišćenih metoda u odlučivanju, ali prvenstveno od kvaliteta raspoloživih informacija tj. organizacije praćenja i prikupljanja podataka na izvoru informacija.

**Na pumpnim stanicama u VS**, s ciljem kvalitetnog sagledavanja problema i tokova podataka u procesu praćenja kvantitativnog stanja goriva, neophodno je izvršiti strukturnu sistemsku analizu realnog sistema u realnom okruženju, prema modelu funkcija. Nakon toga treba sprovesti hijerarhijsku dekompoziciju (rašćlanjivanje) procesa i formiranje dijagrama toka podataka, kao polazne osnove za dalji rad na unapređenju postojećeg informacionog sistema [5]. Osnovne funkcije, u sistemu praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt u VS, vezane za osnovne namenske aktivnosti na PSt, su: prijem goriva, čuvanje goriva, izdavanje, znavljanje i održavanje pogonske opreme.

Dostignuti stepen automatizacije funkcija, procesa i informacionog sistema na PSt u VS, ne zadovoljava savremene potrebe sistema snabdevanja gorivom i ne prati trend modernizacije i automatizacije u civilstvu. Sprovedeno istraživanje u praksi [5] pokazalo je da postojeći sistem praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt u VS ima sledeće nedostatke:

- dobijanje nepouzdatih podataka, usled zastarele opreme za manipulaciju sa gorivom i merne opreme, te manualnog prikupljanja podataka,
- nastajanje nedozvoljenih manjkova (usled subjektivne ljudske greške ili obmane),
- bespotrebni troškovi (rastur goriva, transportni troškovi, održavanje opreme, plate, neiskorišćenost kapaciteta, ...), što za posledicu ima necelishodno angažovanje respektivnih materijalnih i ljudskih resursa.

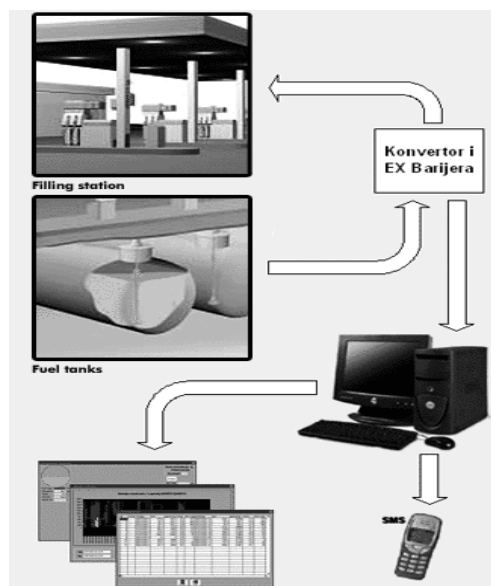
Uvažavajući uočene slabosti, može se zaključiti da postoji potreba za projektovanjem optimalnog organizaciono-tehnološkog i informacionog sistema za praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva, s ciljem povećanja efikasnosti sistema snabdevanja i smanjenja ljudske greške i obmane, prilikom manipulacije i praćenja kvantitativnog stanja goriva. Tokom istraživanja zaključeno je da optimizacija praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt treba da ide ka smanjenju uticaja ljudskog faktora, odnosno uvođenju automatizovanog praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt, sa modernim uređajima za opsluživanje kao i primeni tehnologija za brzo očitavanje i prenošenje informacija i izveštaja.

Intenzivan razvoj računarske i komunikacione tehnologije uslovio je globalizaciju i integraciju poslovnih procesa i tržišta, odnosno, uslovio je veliku potrebu za automatizacijom poslovnih procesa uopšte, pa u skladu sa time i na PSt u VS. Primenom osnovnih postavki sistemskog pristupa istraživanju i razvoju organizacionih sistema i naučnih dostignuća teorije masovnog opsluživanja, odlučivanja i višekriterijumske optimizacije, moguće je vršiti kvalitetnu analizu i rešavanje realnih problema odlučivanja u

vojnim organizacionim sistemima. S obzirom na to da se ne može projektovati sistem koji će u isto vreme imati najvišu moguću efikasnost i najniže troškove, cilj kome treba težiti jeste postizanje takvog sistema u kome je odnos između efikasnosti i troškova najprihvatljiviji.

**Pumpne stanice u civilnom sektoru društva** poslednjih godina postepeno se modernizuju novim digitalnim pumpnim automatima, sistemima za automatizovano izdavanje i sistemima za automatizovano merenje nivoa goriva u ukopanim cisternama. Ciljevi njihovog tehnološkog unapređenja su:

- potpuna automatizacija rada primenom računarskog upravljanja i nadzora;
- bolja kontrola izdavanja i praćenja stanja goriva (automatsko merenje nivoa goriva, temperature i indikacije vode u cisternama);
- sprečavanja mogućnosti nastajanja ljudske greške, obmane ili namernog otuđenja goriva;
- omogućeno samousluživanje korisnika na PSt u bilo kom delu dana (24 sata) bez obaveze prisustva manipulanta (korporativne ili platne kartice);
- stalna težnja za povećanjem ekonomičnosti funkcionisanja, profita i kvaliteta usluga;
- stalna težnja za povećanjem poštovanja zakonskih propisa koji se odnose na bezbednost i zdravlje na radu, zaštitu od požara i zaštitu životne sredine (odvođenje otpadnih voda, prosutog goriva ...), radi dobijanja upotrebne dozvole.



Slika 1 – Automatizovani sistem za merenje stanja goriva u rezervoarima PSt

Moderni sistemi za merenje stanja goriva u cisternama na civilnim pumpnim stanicama, sastoje od sledećih elemenata (slika br. 1):

- 1) monitoring računara,
- 2) sonde sa interfejsnim jedinicama za merenje u cisternama (nivo goriva i vode u cisterni, gustina i temperatura goriva) i
- 3) softvera na monitoring računarima.

Sistem za automatizovano merenje stanja goriva u cisternama na PSt (Tank Management System – TMS) omogućava sledeće funkcije [6]:

- merenje nivoa goriva i nivoa vode, preračunavanje u litre (sa tačnošću od 0,1 mm) i izračunavanje stvarne zapremine u cisterni prema Konverzionoj (baždarenoj) tabeli;
- merenje temperature goriva (sa tačnošću za temperaturu od 0,01°C);
- preračunavanje stvarne zapremine goriva u cisterni na zapreminu koja odgovara referentnoj temperaturi od 15°C;
- generisanje alarma, u sledećim slučajevima:
  - voda u cisterni,
  - voda u isporuci,
  - minimum količine goriva u cisterni,
  - maksimum količine goriva u cisterni,
  - oticanje goriva – statičko i dinamičko.
- Sistem automatizovanog izdavanja goriva na PSt bez prisustva manipulanta (samousluživanje korisnika) sa magnetnom karticom, omogućava sledeće prednosti:
- dostupnost izdavanja goriva na PSt 24 sata, bez obaveze prisustva manipulanta na PSt (omogućuje princip samousluživanja);
- dobijanje automatizovanih adekvatnih izveštaja o izdavanju goriva na PSt (vreme izdavanja, količina goriva, registarski broj m/v, ...);
- mogućnost uvezivanja programa o izdatim količinama goriva i programa za praćenje troškova transporta.

Radi unapređenja postojećeg sistema praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt, neophodno je pratiti dostignuća i trendove u okruženju, u civilnom sektoru, gde su modernizovani i primenjuju se sistemi sa automatizovanim praćenjem stanja goriva. Na osnovu analize postojećih modela praćenja stanja goriva na PSt u VS i napred prikazanog automatizovanog modela praćenja na civilnim PSt [5], dat je uporedni pregled karakteristika predloženih modela praćenja na PSt u tabeli 1.

Tabela 1

Uporedni pregled karakteristika predloženih modela praćenja na PSt

Postojeći model na PSt u VS (A <sub>1</sub> )	Postojeći perspektivni model na PSt u VS (A <sub>2</sub> )	Model zastupljen na PSt u civilstvu (A <sub>3</sub> )
<b>NEDOSTACI</b>		
zastarela tehnička oprema	troškovi za znavljanje i modernizaciju zastarele opreme	mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda prilikom tankiranja vojnih m/v, izlaskom u grad radi tankiranja na civilnim PSt
manuelni postupci prilikom manipulacije sa gorivom, praćenju stanja, vođenju evidencija i izveštavanju	troškovi za uvođenje automatizovanog praćenja stanja goriva	otežan dolazak – tankiranja borbenih vozila i inženjerskih mašina na civilnim PSt
velika mogućnost nastajanja subjektivne (ljudske) greške (namerne ili nenamerne)	smanjena mogućnost nastajanja subjektivne greške, modernizacijom opreme	/
neiskorišćeni kapaciteti i veliki nepotrebni troškovi (za plate, rastur, transport...)	potrebno je ispuniti propisane obaveze u skladu sa ZNR, ZŽS i ZOP radi dobijanja upotrebne dozvole	/
nemaju upotrebnu dozvolu PSt jer nisu obezbeđene sve propisane obaveze u skladu sa zahtevima ZNR, ZŽS i ZOP	/	/
<b>PREDNOSTI – POZITIVNO</b>		
samostalnost jedinice za snabdevanje gorivom u miru	samostalnost jedinice za snabdevanje gorivom u miru	nema troškova za plate zaposlenih manipulanata, za tehničko održavanje opreme i za transport od Sk do PSt.
vrši se ujedno obuka lica za rad u ratnim uslovima	vrši se ujedno obuka lica za rad u ratnim uslovima	svode se na minimum moguće greške usled ljudskog faktora
manja mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda	manja mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda prilikom tankiranja vojnih m/v u kasarni	oslonac na nacionalnu logistiku
/	modernizacijom je obezbeđeno automatizovano praćenje stanja goriva i izveštavanje, dobijanje brzih i pouzdanih podataka	automatizovano upravljanje zalihama goriva na PSt i plaćanjem utrošenih količina
/	prolazna PSt za garnizon, velika izdavanja goriva, tankiranje borbenih vozila	dobijanje adekvatnih preciznih izveštaja o stanju i izdavanju goriva na PSt

## Ciljevi i kriterijumi optimizacije modela praćenja stanja

Ciljevi optimizacije modela predstavljaju viziju njegove budućnosti, ono čemu on teži i što želi da se ostvari. Oni čine oznaku krajnjih stremljenja i dostignuća u određenom periodu i ukazuju na glavne odluke i pravce delovanja. Kod određivanja cilja optimizacije, osnovna pažnja usmerena je na otklanjanje uočenih nedostataka u postojećim modelima.

Za definisanje ciljeva optimizacije modela praćenja stanja goriva na PSt postoje dva prilaza:

1) reorganizacija i modernizacija postojećeg modela praćenja stanja mirnodopskih zaliha goriva na perspektivnim PSt u VS (automatizacija sopstvenih kapaciteta);

2) formiranje novog modela automatizovanog praćenja stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt, osloncem na kapacitete društva (civilne PSt);

S ciljem rešavanja problema višekriterijumske prirode, koji se odnosi na izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt, primenom metoda operacionih istraživanja [7], neophodno je formalizovati rešavanje problema, identifikovati alternative (modele), definisati kriterijume i potkriterijume, odrediti pripadajuće vrednosti kriterijuma i potkriterijuma i težinskih koeficijenata za izabrane varijante i rangirati varijante – modele. Problem se u realnom sistemu javlja kada kriterijumske vrednosti i težinski koeficijenti nisu izraženi kvantitativno, pa je kvalitativne vrednosti i konstatacije neophodno prevesti u kvantitativne. U tim situacijama pribegava se ekspertskom ocenjivanju (izboru eksperata, određivanju njihove kompetentnosti, provođenju ekspertize, obrada rezultata ekspertize).

Na osnovu definisanih ciljeva i prilaza optimizacije, zadatak optimizacije koji treba rešiti je **izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt**, između tri varijante ili alternativna modela (alternative) i to:

**A<sub>1</sub>** (model br. 1) – postojeći model rada i praćenja stanja goriva, zastupljen na PSt sa manjim intenzitetom izdavanja i malom iskorišćenošću kapaciteta;

**A<sub>2</sub>** (model br. 2) – postojeći model rada i praćenja stanja goriva, zastupljen na perspektivnim PSt u velikim garnizonima, uz pretpostavku da su pumpni uređaji modernizovani i da je automatizovano praćenje stanja;

**A<sub>3</sub>** (model br. 3) – model rada i praćenja kvantitativnog stanja goriva, zastupljen na civilnoj PSt, namenjenoj za opsluživanje civilnih i vojnih vozila, sa modernim pumpnim automatima i sistemom za automatizovano merenje stanja goriva.

Karakter rešavanog problema zahteva primenu kriterijuma – potkriterijuma, kako sa kvantitativnim pokazateljima, tako i sa kvalitativnim opisom (atributima), s ciljem da se što bolje definiše pouzdanost, efikasnosti i ekonomičnost predloženih varijanti – modela, radi njihovog rangiranja i izbora optimalnog modela [9]. Što se definicije kriterijuma tiče, od velikog broja parametara značajnih za izbor modela praćenja stanja goriva na PSt, odabran je skup od tri osnovna kriterijuma sa potkriterijumima, **kao osnovnih atributa poželjnih osobina za realizaciju izbora optimalnog modela i odlučivanje o rešenju problema.**

Realizaciju rangiranja alternativa, kao mogućih rešenja izučavanog problema, izvešćemo u dva nivoa (nulti  $K^0$  – na tri kriterijuma i prvi  $K^1$  – na potkriterijume), na osnovu sledećih osnovnih kriterijuma i potkriterijuma (atributa):

**$K^0_1$  – Efikasnost praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt** (kvalitativni iskaz);

$K^1_{1,1}$  – tačnost podataka o kvantitativnom stanju (nivo – zapremina goriva, temperatura goriva, nivo vode) i izdavanju goriva;

$K^1_{1,2}$  – brzina prikupljanja podataka (manuelno ili automatizovano);

$K^1_{1,3}$  – mogućnost sprečavanja otuđenja goriva;

**$K^0_2$  – Efikasnost opsluživanja korisnika na PSt (kvantitativni podaci);**

$K^1_{2,1}$  – očekivana iskorišćenost kapaciteta, (%);

$K^1_{2,2}$  – očekivano vreme zadržavanja m/v na PSt,  $W$  (min);

**$K^0_3$  – Troškovi praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt (kvantitativni podaci, stvarna vrednost izražena u dinarima);**

$K^1_{3,1}$  – troškovi za primanja zaposlenih na PSt;

$K^1_{3,2}$  – troškovi nabavke tehničkih sredstava za rad (nabavka moderne pogonske opreme sa automatizovanim praćenjem stanja);

$K^1_{3,3}$  – troškovi održavanje pogonske opreme, instalacija i objekata;

$K^1_{3,4}$  – troškovi gubitaka goriva na PSt usled rastura (transportni, manipulativni i evaporativni gubici goriva);

$K^1_{3,5}$  – troškovi transporta – distribucije goriva iz skladišta do PSt.

Cilj višekriterijumske optimizacije jeste donošenje konkretne odluke, koja je dobra za najveći broj zadatah kriterijuma. U matematičkom smislu, optimizacija se svodi na traženje ekstrema funkcije kriterijuma, a vrši se primenom različitih metoda, u zavisnosti od tipa relacija u matematičkom modelu, kriterijumske funkcije i ograničenja. Problem višekriterijumske optimizacije se gotovo po pravilu rešava primenom računara i odgovarajućeg softvera.



## Primena ekspertskog ocenjivanja i metode analitičkog hijerarhijskog procesa

Metoda *analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP)* je metoda višekriterijumske optimizacije koja se sve više primenjuje kao podrška odlučivanju pri rešavanju mnogih tipova problema. Algoritam metode AHP prikazan je na primeru izbora optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt za potrebe VS [8].

Problem je rešavan najpre „ručno“, korišćenjem programa *MS Excel*, a posle toga „kompjuterski“, uz upotrebu programskog paketa *Expert Choice*. Programski paket *Expert Choice* zasnovan je na primeni metode AHP i kombinuje pogodnosti koje ova metoda nudi sa brzinom i preglednošću kompjuterizovanog izračunavanja i prikazivanja rezultata proračuna. Smisao AHP metode je rangiranje varijanti po važnosti i izbor najprihvatljivije, na osnovu definisanog skupa kriterijuma.

Problem određivanja težina kriterijuma moguće je uspešno rešiti primenom metoda ekspertskog ocenjivanja, tj. uključenjem grupe eksperata na pripremi dokumentacije odnosno naučno zasnovane podloge za donošenje odluke, uz uvažavanje njihove ekspertске kompetencije [9]. S obzirom na to što nema eksperata koji su se bavili ovim problemom, odnosno teško ih je sakupiti na jednom mestu i angažovati u analizi i rešavanju problema, u radu je korišćena metoda anketiranja, radi prikupljanja mišljenja i ocena najstručnijih lica koja se bave upravljanjem i planiranjem snabdevanja sa gorivom u VS, iz Uprave za logistiku (J-4) GŠ VS, Komande Kopnene vojske i iz jedinica Komande za obuku. Uzorak je obuhvatio ukupno 18 merodavnih ispitanika, donosilaca odluke, koji su bili raspoloživi i saglasni, što daje neophodnu objektivnost [5].

Na osnovu anketiranja i posle provere saglasnosti individualnih ocena ispitanika datih u anketi, individualne ocene statistički su obrađene. Za svakog eksperta izračunat je koeficijent kompetencije, a njihova aritmetička sredina predstavlja koeficijent kompetencije ekspertne grupe (tabela 2). Težine relativnih važnosti parcijalnih koeficijenata kompetencije ( $\gamma_i$ ) određene su na osnovu prosečnog mišljenja ispitanika u anketi [9], tako da je koeficijent kompetencije za svakog eksperta određen prema formuli

$$K_i = 0,16 \cdot K_s + 0,2 \cdot K_u + 0,37 \cdot K_t + 0,27 \cdot K_o \quad (1)$$

Težine koje određuju relativnu važnost  $i$ -te individualne crte eksperta ( $t_i$ ) određene su na osnovu prosečnog mišljenja ispitanika u anketi, tako da se koeficijent objektivne procene eksperata izračunava prema sledećoj formuli:

$$K_o = \frac{1}{9} (0,22 \cdot c_1 + 0,17 \cdot c_2 + 0,2 \cdot c_3 + 0,22 \cdot c_4 + 0,02 \cdot c_5 + 0,08 \cdot c_6 + 0,08 \cdot c_7) \quad (2)$$

Tabela 2

Koeficijenti kompetencije grupe eksperata

Ekspert	Aspekti procene				Koeficijent kompetencije	Isključiti
	$K_s$	$K_u$	$K_t$	$K_o$		
1.	0,9	0,90	0,87	0,81	0,86	
2.	0,9	0,91	0,80	0,86	0,85	
3.	0,7	0,83	0,53	0,76	0,68	
4.	0,7	0,80	0,67	0,63	0,69	
5.	0,6	0,71	0,73	0,63	0,68	
6.	0,6	0,63	0,57	0,61	0,60	
7.	0,5	0,52	0,50	0,45	0,49	H
8.	0,6	0,60	0,60	0,55	0,59	
9.	0,5	0,64	0,57	0,54	0,56	
10.	0,7	0,64	0,53	0,53	0,58	
11.	0,4	0,62	0,40	0,52	0,48	H
12.	0,7	0,58	0,47	0,54	0,55	H
13.	0,5	0,60	0,60	0,54	0,57	
14.	0,7	0,59	0,60	0,56	0,60	
15.	0,5	0,51	0,47	0,40	0,46	H
16.	0,6	0,60	0,50	0,54	0,53	H
17.	0,7	0,68	0,53	0,61	0,61	
18.	0,6	0,59	0,50	0,68	0,58	
Koeficijent kompetencije grupne ocene posle isključenja pet ispitanika					<b>0,65</b>	

Posle statističke obrade anketnih listova, usaglašavanja ocena i diskusije sa ispitanicima, iz grupe je isključeno pet ispitanika, čiji su koeficijenti kompetencije bili najmanji (manji od 0,56), tako da je ostalo 13 merodavnih ispitanika. Prosečni koeficijent kompetencije grupe eksperata je  $K=0,65$ , što znači da je grupa od 13 ispitanika kompetentna za ocenu predloženih varijanti modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt. Prilikom dalje statističke obrade podataka iz anketnih listova, obrađivani su podaci od 13 kompetentnih ispitanika i dobijene su prosečne grupne ocene vrednosti potkriterijuma – kriterijuma, kao i njihovih težinskih koeficijenata po predloženim varijantama, za izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt (tabela 3)

Tabela 3

Matrica odlučivanja, sa kriterijumskim vrednostima varijanti za problem izbora modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt

$i$	$K^0_1$			$K^0_2$		$K^0_3$				
$j$	$K^{1,1,1}$	$K^{1,1,2}$	$K^{1,2,2}$	$K^{1,2,1}$	$K^{1,2,2}$	$K^{1,3,1}$	$K^{1,3,2}$	$K^{1,3,3}$	$K^{1,3,4}$	$K^{1,3,5}$
$A_1$	3,46	2,92	3,46	7,87	4,34	840.000	0	30.000	38.300	216.000
$A_2$	6,23	5,77	5,38	18,81	4,93	1.200.000	1.000.000	30.000	125.750	720.000
$A_3$	8,54	8,61	8,85	48,13	3,19	0	1.000.000	0	0	0
$W_{ji}$	9,08	6,77	7,46	8,46	5,85	6,15	7,77	7,15	6,38	7,08
	max	max	max	max	min	min	min	min	min	min
$W_j$	8,00			7,31		7,31				
	max			max		min				

Prethodnim istraživanjima definisane su pripadajuće vrednosti potkriterijuma – kriterijuma i težinskih koeficijenata za sve tri predložene alternative i kriterijume, koje su prikazane u tabeli vrednosti kriterijumskih funkcija (tabela 3). Na osnovu njih, u istraživanju je strukturiran problem, a primenom odgovarajuće metode (AHP i programski paket Expert Choice) izabrane su optimalne metode.

Algoritam metode AHP se realizuje kroz četiri faze [1]:

- 1) strukturiranje problema;
- 2) prikupljanje podataka;
- 3) procena relativnih težina kriterijuma – potkriterijuma,  $W_{ji}$  i  $W_j$ ;
- 4) određivanje rešenja problema nalaženje (tzv. *kompozitnog normalizovanog vektora*).

Numeričke vrednosti kvantitativnih podataka za  $K^{1,2,1}$  i  $K^{1,2,2}$  za sve tri alternative dobijene su pomoću matematičkog aparata Teorije masovnog opsluživanja (TMO), rešavajući predložene modele praćenja kao sisteme masovnog opsluživanja neograničenog kapaciteta ( $\infty$ ) sa čekanjem, polazeći od pretpostavki da su osnovni parametri (broj pristiglih vozila u jedinici vremena i vreme trajanja između dolazaka dva vozila) pod velikim uticajem faktora slučajnosti.

Numerički podaci za potkriterijume  $K^{1,1,1}$ ,  $K^{1,1,2}$  i  $K^{1,1,3}$ , koji su kvalitativni, opisne prirode, „dobijeni“ su iz ocenjivanja u anketi, na osnovu **skale za ocenu kriterijumskih vrednosti** [4].

Numerički podaci za potkriterijume  $K^{1,3,1}$ ,  $K^{1,3,2}$ ,  $K^{1,3,3}$ ,  $K^{1,3,4}$  i  $K^{1,3,5}$  dobijeni su ispitivanjem tržišta i realnog stanja problema (troškova) u praksi, uz ograničenja:

- period od jedne godine,
- odobreni utrošak za ispitivane PSt: za model  $A_1$  je 80.000 l dizel goriva D-2 i 15.000 l motornog benzina, za model  $A_2$  je 300.000 l dizel goriva D-2 i 50.000 l motornog benzina.

- za model **A<sub>3</sub>**, izdavanjem goriva vojnim m/v samo do ugovorene – odobrene kvote goriva (na osnovu korporativnih kartica za evidenciju svih tankiranja goriva u granicama ranije utvrđenog limita), pretpostavlja se smanjenje potrošnje goriva.

Vrednosti **težinskih koeficijenata (težina)** potkriterijuma i kriterijuma ( $W_{j,i}$  i  $W_j$ ) dobijeni su nakon procene stepena značajnosti potkriterijuma – kriterijuma<sup>1</sup> u odnosu na kriterijum na neposredno višem nivou rangiranja, primenom skale koju je predložilo anketirano lice.

Dobijeni podaci za rešavanje ispitivanog problema, prikazani u tabeli 3, pripremljeni su za realizaciju daljeg ispitivanja važnosti i rangiranja alternativa, u skladu sa primenom algoritma AHP metode, a proračunati su i korištenjem programa MS Excell. Rezultati proračuna i rang varijanti dati su u tabeli 4. Na osnovu vrednosti ukupnih težina, varijante se rangiraju, pri čemu najviši rang ima ona sa najvećom ukupnom težinom. Uočava se da je **optimalna treća alternativa A<sub>3</sub> (Model praćenja br. 3)** sa najvećom težinom u vrednosti od 0,53 ili 53%, A<sub>2</sub> je druga sa težinom od 0,38 ili 38%, a najnepovoljnija je A<sub>1</sub> koja se primenjuje u praksi sa težinom od 0,14 ili 14%.

Tabela 4

Završna tabela proračuna sa rangom alternativa

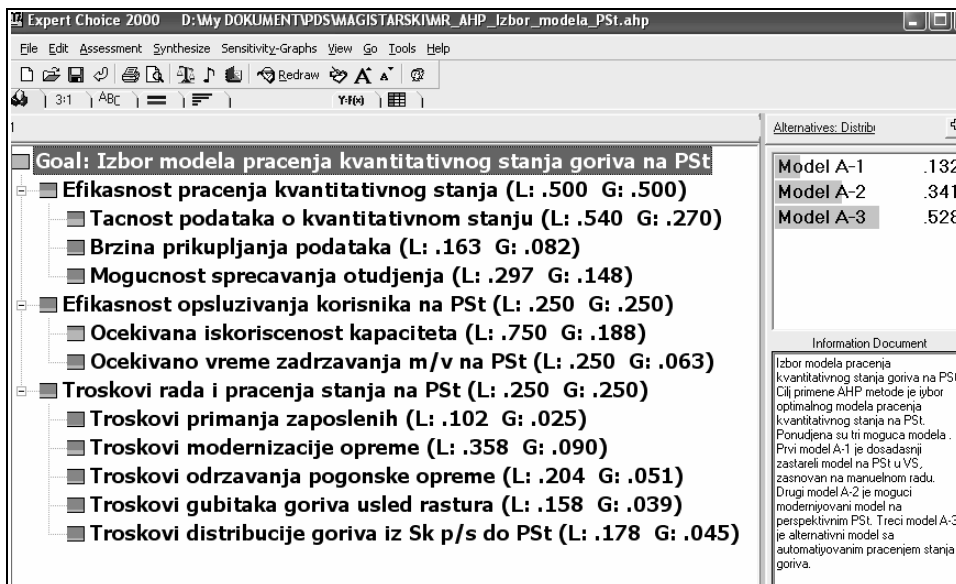
	K1			K2		K3					Сума	Ранг
	K1,1	K1,2	K1,3	K2,1	K2,2	K3,1	K3,2	K3,3	K3,4	K3,5		
A1	0.024	0.007	0.015	0.016	0.019	0.008	0.010	0.025	0.008	0.012	<b>0.145</b>	<b>3</b>
A2	0.074	0.022	0.034	0.045	0.034	0.021	0.051	0.025	0.037	0.040	<b>0.384</b>	<b>2</b>
A3	0.172	0.052	0.099	0.126	0.010	0.003	0.051	0.013	0.003	0.005	<b>0.534</b>	<b>1</b>

Prva faza u procesu odlučivanja, **primenom programskog paketa Expert Choice**, obuhvata tri komponente [6], i to:

- identifikaciju problema,
- identifikaciju alternativa i kriterijuma i
- proučavanje alternativa.

Procena potkriterijuma u odnosu na kriterijum kome pripadaju vrši se na način identičan proceni kriterijuma u odnosu na cilj problema, poređenjem parova potkriterijuma po kriterijumima. Kada se nakon učitanih ocena parova i gotovog proračuna vratimo u prozor modela „ModelView“, videćemo da su u zagradama pored čvorova svih potkriterijuma upisane vrednosti nivoa prioriteta u odnosu na svoj kriterijum, i dobijamo hijerarhijsko stablo u dva nivoa prioriteta potkriterijuma i kriterijuma (slika 2).

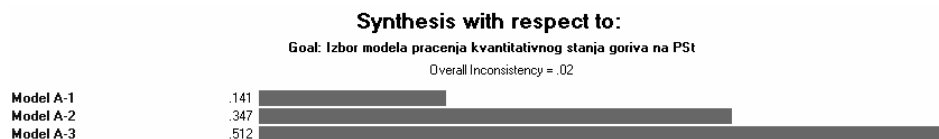
<sup>1</sup> Kod potkriterijuma i kriterijuma kod kojih je uslov optimizacije minimum (min), parametri prikazani u tabeli 3, vrednosti atributa potkriterijuma  $K_{2,2}^1$ ,  $K_{3,1}^1$ ,  $K_{3,2}^1$ ,  $K_{3,3}^1$ ,  $K_{3,4}^1$  i  $K_{3,5}^1$  prikazani u tabeli, množe se koeficijentom -1, čime se ništa znatno ne menja, i dalje se obrađuje kao optimizacija sa uslovom maksimuma.



Slika 2 – Vrednosti važnosti – prioriteta alternativa u odnosu na čvor cilja

Na slici 2. vidi se da su i vrednosti značajnosti alternativa (prikazano u gornjem desnom uglu prozora modela „ModelView“) dobile određene vrednosti koje su približno jednake konačnim rezultatima proračuna dobijenih metodom AHP u *MS Excellu* kao završnih podataka rešenja problema, a na osnovu kojih su rangirane varijante: A<sub>3</sub>, A<sub>2</sub> pa A<sub>1</sub>.

Upotreba softvera omogućava mnogo brži proračun nego „ručni“ postupak (slika 3). Program nudi ogromne mogućnosti za različite oblike analiza koje mogu dovesti do kvalitetnijeg konačnog rešenja, kao što je analiza prioriteta varijanti odluke u zavisnosti od promene prioriteta kriterijuma i slično.



Slika 3 – Sinteza u odnosu na čvor cilja, Ideal Mode

Rezultati dobijeni „ručnim“ proračunom provereni su i potvrđeni programskim paketom *Expert Choice*. Proračun pokazuje da su vrednosti težina alternativa relativno (tabela 5) ujednačene (razlika je zanemarljiva, usled zaokruživanja vrednosti tokom proračuna), što je potvrda ujednačenosti ocenjivanja karakteristika posmatranih modela za odabrane kriterijume.

Uporedni pregled težina alternativa i njihovo rangiranje

Tabela 5

Modeli praćenja	Značajnost alternative		RANG
	<i>MS Excell</i>	<i>Expert Choice</i>	
Model A <sub>1</sub>	0,145	0,141	3.
Model A <sub>2</sub>	0,384	0,347	2.
<b>Model A<sub>3</sub></b>	<b>0,534</b>	<b>0,512</b>	<b>1.</b>

## Zaključak

Postojeća rešenja u sistemu logističke podrške, usmerena na praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt u VS, nisu proizvod systemske analize i optimizacije, pa ih nije racionalno informatički podržati. Zato je stalan zadatak da se neprekidno vrši systemsko posmatranje pojava i problema i njihov formalizovan opis, radi stvaranja podloge za njihovu automatizaciju i uspešnije rešavanje.

Složeni problemi odlučivanja i kontrole stanja, u vojnim organizacionim sistemima, mogu se rešavati na dva načina: korišćenjem postojećih i posebno razvijenih alata (prikupljena i sistematizovana teorijska i praktična znanja, tehnike, metode, softver i oprema) i korišćenjem ljudskog empirijskog znanja, elastičnosti, socijalnog iskustva i kreativnosti.

S ciljem dobijanja efikasnijeg, ekonomičnijeg i unificiranog praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt za potrebe VS, potrebno je preduzeti sledeće [5], [10], [11]:

1) Sagledati mogućnosti postojećih PSt u VS, a zatim ih grupisati po sledećem:

- PSt za čuvanje mirnodopskih zaliha goriva u velikim garnizonima i opsluživanje svih potrošača (perspektivne PSt), lociranih u garnizonu, u kojima su intenzivne dnevne manipulacije (veliki prosečni utrošak goriva) i koje opslužuju i borbena vozila, tako da je ekonomski isplativo funkcionisanje, održavanje i modernizacija istih;
- PSt namenjene samo za čuvanje trupnih ratnih materijalnih rezervi goriva (bez čuvanja i izdavanja mirnodopskih zaliha goriva), na kojima se ne bi godišnje baždariili pumpni automati i plaćala posebno zaposlena lica za rad na PSt;
- PSt koje treba isprazniti (nepotrebne i neperspektivne), pripremiti za otuđenje (rashodovanje ili prodaja), jer njihova upotreba i održavanje nije ekonomski isplativo i rentabilno.

2) U kasarnama sa malim prosečnim izdavanjem pogonskih sredstava, gde nije ekonomski opravdano funkcionisanje PSt za čuvanje mirno-

dopskih zaliha goriva, čuvati samo trupne ratne materijalne rezerve goriva, a vojna vozila tankirati:

- u velikim garnizonima, na vojnoj PSt gde postoje intenzivna izdavanja;
- na najbližoj – definisanoj civilnoj PSt (po mogućstvu sa automatizovanim praćenjem stanja zaliha i izdavanja goriva po potrošačima i jedinicama).

3) Modernizovati perspektivne PSt u kasarnama velikih garnizona (znavljanje zastarelih pumpnih uređaja sa savremenim digitalnim), radi postizanja potpune automatizacije rada i sledećih efekata:

- dobijanje pouzdanih i brzih informacija, neophodnih za pravovremeno donošenje kvalitetnih odluka na svim nivoima komandovanja;
- smanjivanje mogućnosti nastajanja ljudske greške, obmane ili otuđenja;
- manje potrebe za angažovanjem manipulanata (manji broj zaposlenih);
- racionalizacija ukupnih troškova;
- poboljšanje pouzdanosti i kvaliteta tehničkog održavanja opreme i uređaja na PSt.

4) Razviti koncept popune vojnih m/v sa gorivom na civilnim PSt (Model A<sub>3</sub>).

5) Razviti i uvesti jedinstven informacioni sistem za praćenje kvantitativnog i kvalitativnog stanja goriva na pumpnim stanicama, za potrebe Vojske Srbije.

Sprovođenjem napred navedenih postupaka u praksi, ostvarili bi se sledeći ciljevi:

- dobijanje tačnih i automatizovanih podataka o parametrima kvalitativnog i kvantitativnog stanja i izdavanja goriva, u određenom sektoru – lokaciji, po jedinici, vozilu i vozaču;
- znatno smanjenje ukupnih troškova u sistemu snabdevanja gorivom u VS;
- imajući smeštajni kapaciteti za gorivo na PSt u kasarnama, koristili bi se za smeštaj i čuvanje trupnih ratnih materijalnih rezervi uz jedinicu;
- smanjenje potencijalnih opasnosti za životnu sredinu i odgovornosti vezanih za posedovanje velikog broja PSt u VS (bez upotrebni dozvola);
- povraćaj novca prodajom viška tehničke opreme sa vojnih PSt u napuštenim kasarnama, civilnim strukturama ili izdavanje u zakup;
- neosporivo i efikasno praćenje izdavanja goriva, utroška i realizacije naplaćivanja;
- poboljšanje pozicije pregovaranja o ceni goriva, „Jugopetrolovi“ troškovi distribucije i znavljanja smanjuju se i moguće su kompenzacije sa njima, treba im izdati smeštajni prostor i opremu na korišćenje.

## Literatura

- [1] Andrejić, M., *Logistika*, udžbenik za KŠU, SLJR – Vojna akademija, Beograd, 2009.
- [2] Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., „Logistički informacioni sistem“, *Vojnotehnički glasnik*, vol 58, broj 1, pp. 33–61, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.
- [3] Andrejić, M., Metode i tehnike za podršku planiranja u vojnim organizacionim sistemima *Vojnotehnički glasnik*, vol. 49, broj 1, pp. 36–53, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2001.
- [4] Andrejić, M., Patić, Z.: *Mogući pristup projektovanju sistema logističke podrške u procesu transformacije sistema odbrane*, Naučni skup Odbrambene tehnologije, Beograd, 6–7. decembra 2005.
- [5] Ilić, S.: *Praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskih sredstava na pumpnim stanicama*, magistarski rad, VA, Beograd, 2009.
- [6] <http://www.etag.co.yu/mer-gor.htm>.
- [7] Andrejić, M., Ljubojević, S., Operaciona istraživanja u funkciji podrške odlučivanju u sistemu odbrane, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, broj 3, pp. 15–28, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.
- [8] Nikolić, I., Borović, S.: *Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver*, CVŠ VJ, Beograd, 1996.
- [9] Mišković, V., Milićević, M., Stanojević, P.: Modeli ocenjivanja i rangiranja varijantnih rešenja organizaciono – tehnoloških sistema, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 49, br. 2, pp. 135–146, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2001.
- [10] „Expert Choice 2000 Enterprise 10.1., Tutorials“ Expert Choice Inc.
- [11] Kodžopeljić, J., Stanojević, P., Mišković, V., Milićević, M.: Pristup razradi metodologije ocene i rangiranja varijantnih rešenja opremanja VJ sredstvima NVO, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 46, br. 4, pp. 397–411, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 1998.

### IMPROVING THE MONITORING OF QUANTITATIVE CONDITIONS OF PEACETIME FUEL STOCKS AT PUMPING STATIONS

#### Summary:

*The paper has solved the problem of optimizing the existing inefficient and irrational system of the quantitative monitoring of the situation in peacetime fuel supplies at the pumping stations in the Army of Serbia. A study of existing organizational forms, military pumping stations as well as civilian ones, was carried out. Based on the completion of the survey by competent persons in the military, the methods of expert evaluation and the obtained quantitative indicator of the tested models, a multicriteria optimization was performed in order to select the optimal model. The optimization of the existing models, in terms of efficiency and economy, would be the rationalization and modernization – automation of military capacity and greater reliance on automated civilian pumping stations.*



## Introduction

*Within the framework of the undergoing reform of the Serbian Army and in order to reduce the total costs, it is necessary to optimize the existing supply system that is technologically outdated, inefficient and uneconomic. The problem of research in this paper is reduced to the selection of an optimal model of the quantitative monitoring of the state of peacetime stocks of fuel at the pumping stations in the Serbian Army, in order to ensure economical operation and efficient monitoring of available and issued quantities, aiming at better decision making and management in the supply system as well as at achieving faster system response, with greater reliance on government logistics.*

## Organization of work and monitoring the fuel quantitative status at pumping stations

*The existing system of monitoring the quantitative state of fuel pumping stations in the Army of Serbia has the following disadvantages:*

- getting unreliable data, due to outdated equipment for fuel handling and measuring equipment, and manual collection of data;*
- creation of unauthorized shortages (due to subjective human error or deception)*
- inadequate engagement of respective material and human resources.*

*Optimization of quantitative monitoring of peacetime supplies of fuel at gas stations should aim at reducing the impact of the human factor, introducing automated quantitative monitoring of fuel condition with modern equipment for handling as well as applying technology for fast reading and dissemination of information and reports. Civilian pumping stations have been modernized gradually with new digital pump machines, systems for automated production and automated systems for measuring the fuel level in buried tanks.*

## The objectives and criteria of the optimization of model monitoring

*In order to solve the problem of multi-criteria nature, the methods of operational research have been applied and the formalization of problem solving has been carried out. Models have been identified, criteria and subcriteria have been defined as well as respective criteria values, sub-criteria and weight coefficients for chosen variants in order to rank the alternatives - models. On the basis of the defined objectives and optimization approaches, the task of optimization to be solved is to choose one optimal model of monitoring the quantitative condition of peacetime stocks of fuels at gas stations, out of three variations or alternative models.*

## Application of expert assessment and methods of analytical hierarchy process

*The problem was solved first „manually“, by using MS Excell, and after that by using the Expert Choice software package. The Expert Choice software package is based on the application of the method of*

*analytical hierarchy process and combines the benefits that this method offers with the speed and visibility of computerized calculations and their result display. The purpose of the AHP method is to rank alternative decisions by their importance and to select the most acceptable alternative on the basis of a defined set of criteria and alternatives. The problem of determining the weight of criteria has been determined by applying the method of expert evaluation, along with interviewing and taking into account the competence of the interviewees.*

#### Conclusion

*The existing solutions in the system of logistics support, focused on the monitoring of the quantitative status of peacetime fuel supplies at the pumping stations in the Serbian Army, are not the product of system analysis and optimization. Therefore, it is not rational for them to get an IT support. The continuous task should thus be to monitor the phenomena and problems and their formalized description in order to create a foundation for their automation and successful problem solving.*

*Key words: quantitative monitoring of fuel condition, pumping station, optimization, rationalization, automation.*

Datum prijema članka: 03. 06. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 06. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12. 06. 2010.