

IZDAJE

NIU »VOJSKA«, Birčaninova 5,
BeogradZA IZDAVAČA
NAČELNIK NIU »VOJSKA«STANOJE JOVANOVIĆ, pukovnik
(telefon: 645-786, 29-189 i 29-187)

UREĐIVAČKI ODBOR:

- General-major
dr JUGOSLAV KODZOPELJIĆ, dipl. inž.
(predsednik Odbora)
- General-major
dr NOVIĆA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.
- General-major
MILISAV BRKIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr MILUN KOKANOVIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika)
- Pukovnik
mr IVAN ĐOKIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.
- Profesor
dr BORIVOJE LAZIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr NIKOLA VUJANOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr MILAN ŠUNJEVARIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr DESIMIR BOGDANOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr DRAGO TODOROVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr MILOŠ ČOLAKOVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
dr SLOBODAN BURSAĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
MIROSLAV COJBAŠIĆ, dipl. inž.
(sekretar Odbora)
- Pukovnik
MLADOMIR PETROVIĆ, dipl. inž.
- Pukovnik
mr ILIJA ZAGORAC, dipl. inž.
- Pukovnik
mr DRAGOMIR MRDAK, dipl. inž.
- Potpukovnik
mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. inž.
- Major
RADOSLAV BABIĆ, dipl. inž.

GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIKPukovnik
Miroslav Cojbašić, dipl. inž.
(tel. 646-277, 23-59-133 ili 33-133)Urednik
Major
Stevan Josifović, dipl. inž.
(tel. 23-59-323 ili 33-323)Sekretar redakcije
Kešetović Sedika
(tel. 33-323)

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK — BEOGRAD, Birčaninova 5,
Pretposta 642-042 i 22-788, žiro-račun: NIU
»VOJSKA« (za Vojnotehnički glasnik)
40623-849-0-2393 Beograd, Polugodišnja
pretposta: za pojedince — 15,00 dinara.
Rukopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna
štampanija — Beograd, Generala Žda-
nova 40 b.

Vojnotehnički glasnik je 12. decembra
1977. odlikovan Ordenom za vojne zas-
luge sa velikom zvezdom

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
VOJSKE JUGOSLAVIJEVOJNOTEHNIČKI
GLASNIK

4

GODINA XLIII • JUL—AVGUST 1995.

SADRŽAJ

- | | | |
|--|-----|---|
| Dr Dragana Bečejski-Vujaklija , dipl. inž.
Dr Siniša Borović , pukovnik, dipl. inž. | 413 | Obezbeđenje kvaliteta odlučivanja pri izboru strategije konverzije namenske industrije pomoću metoda za podršku odlučivanju |
| Mr Radojica Petrović , dipl. mat.
Mr Jovan Bratić , dipl. mat. | 422 | Integrirani informacioni sistem — kritični faktor uspeha sistema kvaliteta |
| Mr Branko Đedović , potpukovnik, dipl. inž.
Dobrica Simić , major, dipl. inž.
Mr Drago Stupar , major, dipl. inž. | 437 | Postupak definisanja TTZ i implikacije na kvalitet NVO u poznijim fazama proizvodnje i korišćenja |
| Sc Marko Andrejić , kapetan I klase, dipl. inž. | 445 | Prilog definisanju i formalizaciji dnevnog planiranja i organizacije rada u radionicama združenih taktičkih jedinica |
| Dr Vasilije Mišković , major, dipl. inž. | 459 | Optimalna količina municije na vatrenom položaju artiljerijskog divizionu za podršku |
| Anastas Paligorić , dipl. inž. | 470 | Samonavođena artiljerijska municija |
| Mr Predrag Petrović , dipl. inž.
Ljubiša Marković , dipl. inž.
Dr Slobodan Janković , dipl. inž. | 481 | Repičin metilester kao alternativno gorivo dizel-motora |
| Mr Branko Livada , potpukovnik, dipl. inž. | 498 | Protivelektronska borba u oblasti primene optoelektronskih uređaja i sistema |
| Svetislav Marković , dipl. inž. | 521 | Uređaji i metode za ispitivanje pužnih prenosnika |

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- | | | |
|----------------------|-----|--|
| P. Marjanović | 526 | Specijalizovano oružje kalibra 9 mm za borbu u urbanim sredinama |
| P. Marjanović | 528 | Višecevni raketni bacač 122 mm PRIMA |

P. Marjanović	531	Usavršavanje sredstava za prelaz preko vodenih prepreka — nastavak —
P. Marjanović	537	Oklopni transporter BTR-80 i njegove modifikacije
P. Marjanović	541	Minopolagač na gusenicama GMZ-3
P. Marjanović	543	Izviđački sistem ZOOPARK-1
P. Marjanović	546	MIG-29M lovački avion sutrašnjice
P. Marjanović	550	Avion Tu-142M za protivpodmornička dejstva
P. Marjanović	553	Ekranoplan SPASILAC za traganje i spasavanje

Dr Dragana Bečejski-
Vujaklija, dipl. inž.
Dr Siniša Borović,
pukovnik, dipl. inž.

OBEZBEĐENJE KVALITETA ODLUČIVANJA PRI IZBORU STRATEGIJE KONVERZIJE NAMENSKE INDUSTRIJE POMOĆU METODA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Znatno povećana neizvesnost poslovanja tipična je za svaku tržišno orijentisanu organizaciju, naročito u kriznim situacijama. Ovakve okolnosti traže nove, savremene pristupe, kao uporište za lakše savladavanje problema koje nosi budućnost. U radu su definisani kriterijumi relevantni za odlučivanje u uslovima konverzije namenske industrije, uz njihovu sistematizaciju u odnosu na izvore i upravljivost. Uz to, dat je predlog načina definisanja ključnih strateških odluka, vezanih za mogućnost prelaska namenske na tržišnu proizvodnju.

Uvod

Okolnosti nastale dezintegracijom SFRJ i transformacijom Vojske SRJ dovele su namensku industriju u vrlo nepovoljan položaj, zbog gašenja i minimizacije njenih osnovnih proizvodnih programa. Uslov opstanka organizacija ove grupacije je neminovnost proizvodne i programske preorijentacije i izlazak na slobodno tržište. Danas je opšteprihvaćen pristup da se ovakvi zadaci rešavaju konverzijom namenske industrije na tržišnu (komercijalnu) proizvodnju ili stvaranjem novih organizacionih i tehnoloških celina — lanaca, holdinga, kompanija. Ovaj rad ima pretenziju da organizacijama namenske industrije ukaže na naučno i metodički ispravan put izbora strategije konverzije proizvodne orijentacije, kroz izabrani primer. Primer je uopšten do te mere da se može koristiti i u velikom broju konkretnih i operativnih slučajeva koji bi, u principu, trebalo da budu jednostavniji od prezentiranog modela.

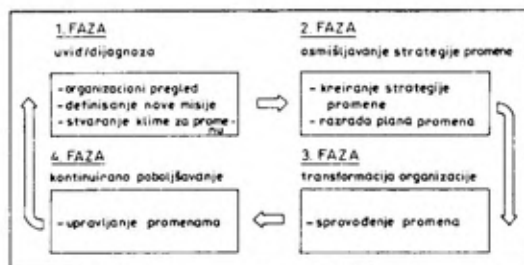
Analiza faktora okruženja pri istraživanju mogućnosti prelaska namenske na tržišnu proizvodnju

Ono što karakteriše sadašnji trenutak namenske industrije Jugoslavije je prelazak iz stanja, u literaturi poznatog kao »4S«, u stanje »4D«: iz stabilnih uslova privređivanja i razvoja, uplovljavanje u nestabilne tržišne sfere, uz višak proizvodnih i kadrovskih resursa i neminovnost proizvodne preorijentacije (slika 1).

Prethodna situacija (okruženje "4S")	menja se	Sadašnja situacija (okruženje "4D")
- STATIČNO (Static)	—	- DINAMIČNO (Dynamic)
- JEDINSTVENO (Single)	—	- RAZNOVRSNO (Diverse)
- JEDNOSTAVNO (Simple)	—	- SLOŽENO (Difficult)
- SIGURNO (Safe)	—	- OPASNO (Dangerous)

Sl. 1 — Promena poslovnog okruženja

Promena uslova poslovanja nameće promene u organizaciji, ali ovog puta ne jednokratne već permanentne promene koje, kao proces, postaju novi stil funkcionisanja (slika 2).



Sl. 2 — Globalni okvir promene organizacije

U strateškom odlučivanju posebno je značajno istražiti međusobno delovanje okruženja i organizacije kao otvorenog sistema. U suštini, organizacija može biti uspešna samo ukoliko je na odgovarajući način prilagođena okruženju. Da bi se efikasno obavila



Sl. 3 — Organizacija i nivoi okruženja

analiza okruženja, mora se u potpunosti razumeti kako je okruženje organizacije struktuirano. Na slici 3. okruženje je predstavljeno preko tri nivoa:

- opšte okruženje
 - interesi vladinih institucija,
 - energetske resursi,
 - ekološki limiti,
 - normativno regulativni zahtevi (zakonodavstvo);
- operativno okruženje
 - potrebe tržišta,
 - konkurencija,

- dobavljači,
- kupci namenskih proizvoda,
- kupci standardnih proizvoda;
- interno okruženje
 - pogodnosti instalirane opreme,
 - prilagodljivost postojeće kadrovske strukture,
 - asortiman proizvodnog programa:
 - tehnološkičnost,
 - tehnološka složenost,
 - perspektivnost i životni ciklus,
 - adaptivnost za uvođenje i uvođenje proizvodnje novog proizvoda,
 - mogućnost diversifikacije,
 - mogućnost dobijanja atesta ISO 9000,
 - finansijski resursi,
 - troškovi preorijentacije,
 - nova ulaganja, obim, rokovi, mogućnosti.

Formulisanoj strategije razvoja organizacije mora prethoditi poznavanje načina na koji svaki od ova tri nivoa okruženja utiče na njene rezultate. Globalno, sa aspekta uticaja organizacije na okruženje, *upravljivim* možemo smatrati *faktore internog okruženja*, *delimično upravljivim* — *operativno okruženje*, a *gotovo neupravljivim*, *faktore opšteg okruženja* organizacije.

Korišćenje savremenih metoda i modela u definisanju strategije konverzije namenske industrije

Analiza SWOT

SWOT je skraćena engleskih reči *strenghts* (snage), *weaknesses* (slabosti), *opportunitities* (šanse) i *threats* (pretnje). Analiza SWOT predstavlja savremeni alat za planiranje strategije

kojim se sučeljavaju interne snage i slabosti organizacije sa eksternim šansama i pretnjama. Na ovaj način analiza SWOT kombinuje procenu internih faktora sa onima koji dolaze iz eksternih izvora na tržištu i u poslovnom okruženju i nad kojima organizacija nema kontrolu. Kao moderna tehnika ova analiza predstavlja ključni proces pred donošenje odluke o izboru strategije koja će da aktivira snage, prevaziđe slabosti, iskoristi šanse i da se odbrani od pretnji.

Poželjno je da analizu SWOT izvrše menadžeri u organizaciji koji je dobro poznaju, ali u saradnji sa spoljnim konsultantima koji imaju specijalne analitičke veštine i nezavisno gledanje. To je značajno zbog toga što je u organizacijama često prisutno ili suviše optimističko ili izraženije pesimističko gledanje, što se reflektuje i na menadžersku percepciju. Uobičajena tehnika za identifikovanje snaga i slabosti je *brainstorming*¹⁾ sa grupom od 10 do 12 članova. Ova analiza bi trebalo da bude uključena i u određeni deo pisanog plana.

Bitno je naglasiti da se analiza SWOT može vršiti na nivou organizacije kao celine, ali i na nivou organizacione jedinice, segmenta tržišta ili proizvoda.

Primena analize SWOT relevantna je za procenu stratezijske pozicije određenog posla, pri čemu je poželjno da se razmotri ne samo sadašnja pozicija, već i kakve će promene verovatno nastupiti u budućnosti. To znači da bi preduzeće trebalo svoje snage i slabosti da analizira u svetlu *predviđenih šansi i opasnosti* iz okruženja. Pored toga, koncept konkurentskih prednosti ukazuje na važnost procene sopstvene pozicije u odnosu na konkurente. Stoga je bitno da se analiziraju snage i slabosti konkurenata, pošto će one u velikoj meri uticati na uspešnost realizacije strategije.

¹⁾ *brainstorming* — tehnika evidentiranja svih lucidnih ideja, sa naknadnom analizom prihvatljivih [1].

Identifikovanje snaga i slabosti ne ograničava se samo na materijalne činioce, vezane, npr. za postrojenja, objekte ili proizvode. U mnogim situacijama su veoma važne nematerijalne karakteristike, kao npr. ugled preduzeća, njegova intelektualna svojina, rezultati inovativne aktivnosti, itd. U svakom slučaju, opis mora biti precizan i kompletan, kako bi u najvećoj meri predstavljao suštinu snaga ili slabosti kompletne organizacije ili sistema.

Definisanje snaga i slabosti u praksi je delimično zasnovano na činjenicama, a delimično je stvar ekspertskih procena.

Bitno je naglasiti da određeni faktor može biti manifestacija ili simptom većeg ili opštijeg problema. Stoga je važno prepoznati suštinu ovog problema, odnosno stvarnu snagu ili slabost. Nešto što su menadžeri smatrali snagama može da se pokaže dosta neutralno kada se analizira u odnosu na okruženje. Faktor koji je mogao biti snaga u prošlom periodu ne mora biti relevantan u uslovima promene eksternog okruženja.

Za procenu snaga i slabosti preduzeća posebno je značajno merenje kvaliteta. Ovde se pažnja ne usmerava na procenu totalnog kvaliteta, već na koncept *relativnog kvaliteta*, koji podrazumeva kvalitet koji opaža kupac (u odnosu na to kako kupac percipira kvalitet proizvoda kod konkurenta).

Eksterna procena uključuje šanse i pretnje koje su, obično, van kontrole preduzeća. Identifikuju se oni trendovi i događaji u okruženju za koje se smatra da će imati glavni uticaj na rezultate poslovanja organizacije.

Šanse su nešto što može biti iskorišćeno kao prednost organizacije. Pretnje mogu biti aktuelne ili potencijalne u nekom periodu u budućnosti. Pri tome šanse i pretnje mogu da budu vezane za tržište, tehnologiju, ekonomiju, društvo, pravnu regulativu, ekologiju, što može u konkretnoj situaciji postati bitno.

Vizuelna prezentacija analize SWOT data je na slici 4, na primeru hipotetičke organizacije namenske industrije.

SNAGE - visoke tehnologije - kvalitetna oprema - stručan proizvodni kadar	SLABOSTI - nerazvijen menadžment - višak zaposlenih - nerazvijena prodajna mreža
ŠANSE - visok kvalitet proizvoda - prodor na inostrano tržište	PRETNJE - liberalizacija uvoza - nedostatak zdravog kapitala

Sl. 4 — Primer SWOT analize za hipotetičku organizaciju

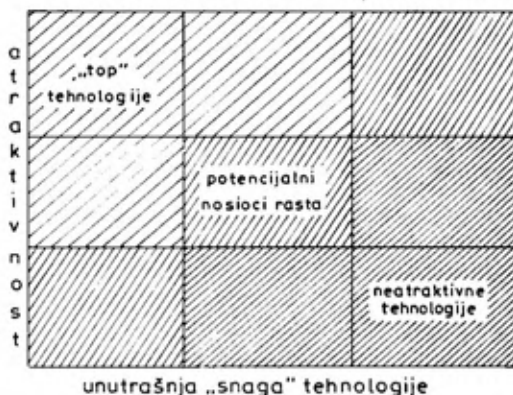
Svrha analize SWOT jeste da istakne glavne šanse i pretnje, i da u isto vreme identifikuje ključne aspekte sposobnosti organizacije da obezbedi snage i označi slabosti u reagovanju na promene u okruženju. Rezultati ove analize stvaraju uslove za donošenje odluke o izboru strategije organizacije, što je dokazala praktična primena te analize u mnogim preduzećima u svetu.

Portfolio analiza kao dodatni model za identifikaciju optimalne strategije konverzije

Analiza SWOT identifikuje globalne aspekte poslovanja u odnosu na okruženje, a *portfolio modeli* se koriste za brzi pregled situacije u odnosu na standardne ose: okruženje i interne snage organizacije [2, 1] (slika 5).

Svaka poslovna aktivnost u preduzeću može biti predmet portfolia, jer je jedinstvena po svom rastu, novčanim tokovima, visini profita i može biti generator rasta, izvor prihoda ili kandidat za eliminisanje. Međutim, kako je formulisanje strategije konverzije pod uticajem kompleksnih varijabli iz okruženja, potrebno je portfolio kombinovati sa drugim modelima za podršku poslovnom odlučivanju. Pre-

ma tome, uputno je koristiti i ovaj model za preciznije definisanje strategije konverzije, pri analizi pojedinačnih tehnologija, analizom SWOT utvrđenih kao snaga preduzeća u odnosu na okruženje.



Sl. 5 — Primer PORTFOLIO matrice »nove tehnologije — tržišna atraktivnost«

Predložene metode preporučene su kao podrška odlučivanju pri postavljanju dijagnoze, osmišljavanju i kreiranju strategije konverzije (faze 1. i 2. sa slike 2). Za aktivnosti koje slede (sprovođenje i kasnije upravljanje promenama), uputno je izgraditi sistem za podršku odlučivanju koji će u svojoj bazi modela sadržati i neke druge modele, primerene situacijama odlučivanja koje budu nastale. Nestabilno okruženje nametaće i u budućnosti krizne situacije, koje su, po svojoj suštini, poremećaji sistema. Težište podloge za odlučivanje će se sa istorijskih podataka pomeriti ka procenama, projekcijama, predviđanjima, inovativnom planiranju, sa naglašavanjem eksternih podataka. Neki modeli su u tim okolnostima primereniji za korišćenje od ostalih. Kao najpogodniji preporučuju se:

— simulacioni modeli

Imitiranjem ponašanja realnog sistema dolazi se do određenih zaključaka o njegovom ponašanju ili njegovom

stanju u određenom momentu, bez potpunih informacija o takvom ponašanju, odnosno stanju. Simulacija uključuje konstruisanje modela sistema na kojem se eksperimentiše i testiraju alternativni tokovi akcija. Na taj način, ostvaruje se bolji uvid u problem i poziciju iz koje bi trebalo da se traži rešenje problema. Radi se, dakle, o pristupu koji, putem »pokušaja i grešaka«, omogućava opisivanje problema i razumevanje faktora značajnih za pronalaženje rešenja;

— modeli scenarija

Konstruisani su kao hipotetički niz događaja (ili hipotetička situacija), da bi se skoncentrisala pažnja na uzročne procese i moguće varijante budućnosti. To je kvalitativno predviđanje događaja, koje može kroz *alternativne scenarije* da rezultira u nekoliko potpuno različitih budućnosti od kojih nijedna neće biti prava, ali koje primoravaju menadžere da razmišljaju o ekonomskim i poslovnim mogućnostima, i na taj način se pripremaju za nekoliko realnih ishoda krizne situacije;

— zatvoreni softverski paketi (klasični modeli OI, statistički modeli, matematičke metode...)

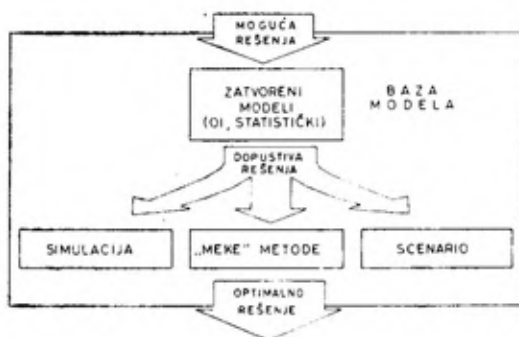
Ovi modeli, budući da su široko poznati, realizovani u pouzdanom softveru, zasnovani na dostupnim informacijama, mogu brzo (što je za kritične situacije od izuzetne važnosti) da izvrše »odsecanje« prostora mogućih odluka ili strategija i svedu ga na domen u kojem je svako rešenje dopustivo, ali ne i nužno optimalno;

— portfolio modeli

Ovi modeli mogu biti vrlo interesantni i za mala diverzifikovana preduzeća, dok u velikima nalaze punu primenu;

— »meke« metode

Naknadnom analizom prostora dopustivih rešenja ovim metodama, zasnovanim na procenama, prognozama, verovatnoćama, traži se optimalno rešenje (neparametarske metode, fuzzy logika, sekvencijalno odlučivanje, ekspertni sistemi). Uloga ove grupe modela je da skrate ukupno vreme traženja optimalnog rešenja i da, fokusiranjem »mekih« metoda na manji prostor dopustivih rešenja, povećaju njihovu pouzdanost.



Sl. 6 — Struktura baze modela SPO u kriznim situacijama

Primer korišćenja mix-a metoda za izbor strategije konverzije

Primer ilustruje mogućnost primene nekoliko metoda za izbor strategije konverzije namenske industrije, saglasno definisanim kriterijumima relevantnim za odlučivanje. Uz prikaz rezultata svake metode definisan je prostor optimalnih strategija, kao presek skupova alternativa koje preporučuje svaka od primenjenih metoda.

Modeliranje situacije odlučivanja

Definisanje alternativa

Pri definisanju strategija konverzije preporučljivo je da se pođe od opšteg pristupa usavršavanja u organi-

zacionim sistemima proizvodnog tipa (reinženjering). Za posmatranu situaciju odlučivanja, kao skup alternativa, razmatran je konačan skup mogućih strategija konverzije — karakterističnih za većinu preduzeća namenske industrije:

A1 — Zadržavanje postojećih proizvodnih kapaciteta i proizvodnih programa;

A2 — Razvoj novog programa, kao dopunskog, na delu postojećeg kapaciteta uz redukciju namenskog programa;

A3 — Na postojećem kapacitetu, razvoj novih komercijalnih programa slične složenosti (u granicama 0,8 do 1,2), u odnosu na namenski program;

A4 — Zamena dela proizvodnih kapaciteta novim, i na njima razvoj tehnologije za komercijalne programe;

A5 — Delimična izmena proizvodnih kapaciteta (uz nabavku potrebne opreme), reprogramiranje tehnologije i uvođenje novih proizvodnih programa;

A6 — Zamena proizvodnih kapaciteta (uz otuđenje — prodaju postojećih i nabavku novih) i uvođenje novih komercijalnih programa.

Razrada kriterijuma

S obzirom na činjenicu da su kriterijumi za ocenu valjanosti alternativa u ovakvim situacijama odlučivanja najčešće veoma složene funkcije, oni će se, radi pripreme podataka, prema potrebi predstavljati potkriterijumskim funkcijama i parametrima po nivou. Radi primera, kao osnovne kriterijume možemo razmatrati konačan skup kriterijumskih funkcija:

$$K^{(0)}_j = \{K^{(0)}_1, K^{(0)}_2, \dots, K^{(0)}_n\}; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

gde je:

$K^{(0)}_1$ — stepen rizika

$k^{(1)}_{1,1}$ — perspektiva opstanka organizacije

$k^{(1)}_{1,2}$ — rizik od promene organizacije

$K^{(0)}_2$ — interna konzistentnost, sklad sa poslovnom politikom organizacije

$k^{(1)}_{2,1}$ — konstrukcione mogućnosti

$k^{(1)}_{2,2}$ — tehnološke mogućnosti

$k^{(1)}_{2,3}$ — organizacione mogućnosti

$K^{(0)}_3$ — konzistentnost sa eksternim okruženjem

$k^{(1)}_{3,1}$ — veličina tržišta prodaje

$k^{(1)}_{3,2}$ — veličina i kvalitet tržišta nabavke

$k^{(1)}_{3,3}$ — broj i kvalitet konkurenata

$k^{(1)}_{3,4}$ — zainteresovanost specijalnog kupca — vojske

$K^{(0)}_4$ — raspoloživost resursa organizacije

$k^{(1)}_{4,1}$ — usklađenost sa raspoloživim kadrovskim resursima

$k^{(1)}_{4,2}$ — usklađenost sa raspoloživom opremom

$k^{(1)}_{4,3}$ — usklađenost sa raspoloživim tehnološkim resursima

$k^{(1)}_{4,4}$ — usklađenost sa finansijskim mogućnostima

$K^{(0)}_5$ — vremenski horizont

$k^{(1)}_{5,1}$ — vremenski ciklus (aktuelnost) strategije

$k^{(1)}_{5,2}$ — potrebno vreme za uvođenje strategije

$K^{(0)}_6$ — izvodljivost, mogućnost merenja rezultata

$k^{(1)}_{6,1}$ — koeficijent obrta kapitala

$k^{(1)}_{6,2}$ — profitabilnost strategije

Izgradnja modela

Kao parametri kriterijumskih funkcija mogu biti korišćene kvantifikovane ekspertske procene obrađene specifičnim postupcima. Za ovaj primer korišćene su aproksimativne ekspertске ocene, koje mogu odgovarati datoj tipičnoj organizaciji namenske industrije.

Ovako oblikovana situacija odlučivanja može se zapisati u matricnoj formi na način prikazan u tabeli 1.

Matrični prikaz situacije odlučivanja sa ekspertskim ocenama alternativnih strategija

i j	$K^{(0)}_1$		$K^{(0)}_2$			$K^{(0)}_3$				$K^{(0)}_4$				$K^{(0)}_5$		$K^{(0)}_6$	
A_i	$k^{(1)}_{1,1}$	$k^{(1)}_{1,2}$	$k^{(1)}_{2,1}$	$k^{(1)}_{2,2}$	$k^{(1)}_{2,3}$	$k^{(1)}_{3,1}$	$k^{(1)}_{3,2}$	$k^{(1)}_{3,3}$	$k^{(1)}_{3,4}$	$k^{(1)}_{4,1}$	$k^{(1)}_{4,2}$	$k^{(1)}_{4,3}$	$k^{(1)}_{4,4}$	$k^{(1)}_{5,1}$	$k^{(1)}_{5,2}$	$k^{(1)}_{6,1}$	$k^{(1)}_{6,2}$
A_1	1	1	1	1	3	1	2	1	1,5	1	1	1	2	1	3	1	1
A_2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2,5	1,5	3	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2,5
A_3	3	2	1,5	1,5	1	2	3	2	2,5	3	1	1,5	1	1,5	2,5	2	2
A_4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2	2	2	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	2
A_5	2,5	2,5	2	1,5	3	1,5	1,5	2	3	2	2	2	2,5	2	1,5	2	3
A_6	2,8	3	3	3	2,5	3	2	2,5	1	1,5	3	3	3	3	1	3	2,5
W_j	0,60	0,40	0,15	0,45	0,40	0,35	0,20	0,30	0,15	0,30	0,20	0,15	0,35	0,25	0,75	0,75	0,25
	2		1,5			3				2,5				1		3	

Postupak donošenja odluke

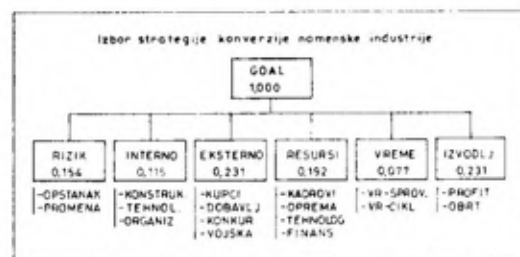
Izbor metoda za podršku odlučivanju

U kriznim situacijama, koje su po svojoj suštini poremećaji sistema, težište podloge za odlučivanje se sa istorijskih podataka pomera ka procenama, projekcijama, predviđanjima, inovativnom planiranju, sa akcentom na eksterne podatke. Takva je i situacija u kojoj se donosi odluka o izboru strategije konverzije namenske industrije. Zbog toga su iz skupa raspoloživih metoda za izbor optimalne strategije konverzije odabrane metode koje imaju sledeće karakteristike:

PORTFOLIO, za brzi pregled situacije u odnosu na standardne ose: okruženje i interne snage organizacije. Međutim, kako je formulisanje strategije u kriznim situacijama pod uticajem kompleksnih varijabli iz okruženja, potrebno je uključiti i druge modele za podršku poslovnom odlučivanju [4].

PROMETHEE, kao familija metoda iz oblasti višekriterijumskog rangiranja, spada u tzv. »meke« metode, zasnovane na intuiciji, procenama, prognozama, verovatnoćama, dakle, kvantifikovanim ekspertskim ocenama [5].

Na sličan način, preko ekspertskih ocena, podršku odlučivanju pruža i AHP metoda višekriterijumskog rangiranja, koja podržava hijerarhijsku kriterijuma i ocenu alternativa na nivou najnižeg potkriterijuma [4, 8].



Sl. 7 — AHP hijerarhijski model izbora strategije

Svaka od raspoloživih metoda tretira situaciju odlučivanja shodno pri-

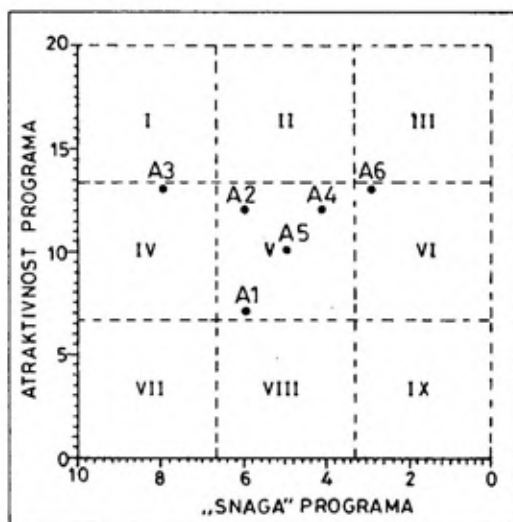
menjenom matematičkom aparatu. U zavisnosti od kompleksnosti situacije odlučivanja, poželjno je predloženo rešenje testirati kroz nekoliko metoda, kako bi, komparacijom predloženih rešenja, donosilac odluke odabrao najpovoljnije ili bar eliminisao najnepovoljnije alternative.

Diskusija predloženih rešenja

Analizom dobijenih rezultata iz primenjenih metoda može se konstatovati sledeće: nemoguće je doneti jedinstvenu odluku o izboru strategije konverzije koja će maksimalno da zadovolji svaki pojedinačni kriterijum, sve njihove kombinacije i uzajamni uticaj svih kriterijuma istovremeno.

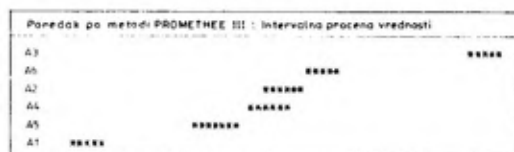
Analiza Portfolio ovde je korišćena kao metoda za parcijalno odlučivanje po dva ključna potkriterijuma: interni i organizacioni faktori, kao kriterijum za x-osu, eksterni faktori, kao kriterijum za y-osu. Metoda predlaže izbor strategije A3 (na postojećem kapacitetu, razvoj novih komercijalnih programa sličnih namenskim). Prihvatljivim rešenjima smatra se izbor strategije A6 (zamena proizvodnih kapaciteta i uvođenje novih komercijalnih programa) i A2 (na delu postojećeg kapaciteta, razvoj novog dopunskog programa), dopustivim, strategije A4 (zamena dela kapaciteta novim, za razvoj komercijalnih programa) i A5 (delimična izmena kapaciteta i uvođenje programa sličnih namenskim). Strategiju A1 (Zadržavanje postojećih proizvodnih kapaciteta i programa) trebalo bi, svakako, isključiti iz razmatranja.

VK Rang, po familiji metoda PROMETHEE, takođe preporučuje izbor strategije A3 (na postojećem kapacitetu, razvoj novih komercijalnih programa sličnih namenskim), a zatim slede strategije A2, A4, A5 i A6. Ove strategije mogu biti prihvatljive za izbor ukoliko donosilac odluke raspolaze još nekim informacijama koje nisu ušle



Sl. 8 — Izgled PORTFOLIO matrice

kao parametri u model. Izbor strategije A1 (zadržavanje postojećih proizvodnih kapaciteta i programa) ne preporučuje se.



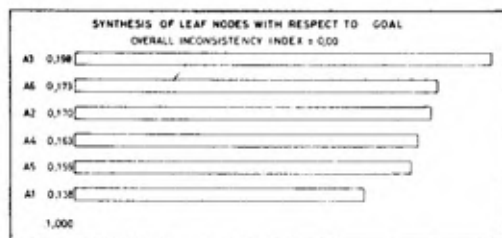
Sl. 9 — Intervalni poredak strategija po metodi PROMETHEE

Br.	Ime alternative	PRM I	PRM II	PRM III
1.	A1	6	6	6
2.	A2	3	3	3
3.	A3	1	1	1
4.	A4	3	4	4
5.	A5	5	5	5
6.	A6	2	2	2

Sl. 10 — Rang alternativa po metodi PROMETHEE I, II i III

Metoda AHP, kroz softver Expert Choice, preporučuje izbor strategije A3 (na postojećem kapacitetu, razvoj novih komercijalnih programa sličnih namenskim). Kao naredno stabilno rešenje predlaže strategiju A4 (zamena

dela kapaciteta novim, za razvoj komercijalnih programa), zatim slede A2, A6, A5, dok najslabijim izborom smatra strategiju A1.



Sl. 11 — Rang alternativa po metodi AHP

Dakle, dosta pouzdano se može preporučiti, kao najbolje rešenje za datu situaciju odlučivanja, izbor strategije A3, a kao dopustive alternative, strategije A4 i A2. Strategije A1 (zadržavanje postojećih proizvodnih kapaciteta i proizvodnih programa) i A5 (delimična izmena kapaciteta i uvođenje programa sličnih namenskim), ni po jednoj metodi ne preporučuju se za izbor. Strategija A6 (zamena proizvodnih kapaciteta i uvođenje novih komercijalnih programa) koja je po me-

todi PROMETHEE zauzela visoko — drugo mesto, po ostale dve metode se ne preporučuje (4. odnosno 6. mesto po AHP i PORTFOLIO, respektivno), tako da njeno dalje razmatranje nije preporučljivo.

Zaključak

Odlučivanje u namenskoj industriji u uslovima konverzije odvija se u ograničenim vremenskim terminima, sa nedovoljno pouzdanim podacima, u uslovima značajno povećane neizvesnosti i rizika odlučivanja. Pristup prezentiran u radu omogućava da se odluka o izboru strategije konverzije unapred proveriti, ispita stabilnost rešenja, sprovedu dopunski eksperimenti i uvedu dodatne informacije.

Računarska podrška, kroz korisniku — donosiocu odluke orijentisan softver, pojednostavljuje primenu navedenih metoda, znatno skraćuje vreme obrade i omogućava, na modelu, kroz više iteracija, simulaciju efekata pojedinih odluka na situaciju odlučivanja, pružajući argumente za racionalan izbor.

Literatura:

- [1] Milićević V.: Strategijsko poslovno planiranje, Kultura, Beograd 1993.
- [2] Bečejski-Vujaklija D., Milićević, V.: Specifičnosti projektovanja SZPO u kriznim situacijama, SimOrg '95, Zlatibor, maj 1995.
- [3] Bečejski-Vujaklija D., Borović S.: Obezbeđenje kvaliteta odlučivanja u definisanju strategije namenske industrije, Kvalitet u namenskoj industriji i VJ, maj 1995., Divčibare, zbornik radova, str. 236—244.
- [4] Borović S., Bečejski-Vujaklija D.: Obezbeđenje kvaliteta odlučivanja pri izboru isporučioća u uslovima monopolizma i blokade, Kvalitet, časopis, br. 7—8/94, str. 15—18.
- [5] Borović, S., Dukić, R.: Pripreme odluke o nabavci tehničkih sredstava primenom familije metoda PROMETHEE, Vojnotehnički glasnik, 4/83, str. 394—409.
- [6] Yoo, S., Digman, L.: Decision Support System: A New Tool for Strategic Management, Long Range Planing, no. 2, 1987.
- [7] Certo, S., Peter, J. P.: Strategic Management, Concept and Applications, McGraw-Hill, New York, 1991.
- [8] Expert Choice — Reference Manual, Expert Choice Inc, Pittsburgh, 1988.

Mr Radojica Petrović,
dipl. mat.
Mr Jovan Bratić,
dipl. mat.

INTEGRISANI INFORMACIONI SISTEM — KRITIČNI FAKTOR USPEHA SISTEMA KVALITETA

U TRZ Čačak realizovan je integralni informacioni sistem (IIS) podržan računarom, koji preko jedinstvene baze podataka integriše informacione tokove svih poslovnih funkcija i proizvodnih procesa. Kvalitet informacija, standardizacija dokumentacije i uredenost tokova informacija, koji su na taj način obezbeđeni, spadaju u nužne preduslove za uspešan i efikasan sistem kvaliteta. U radu je dat prikaz IIS TRZ Čačak i nekih rezultata primenjene metodologije planiranja informacionog sistema i sistema kvaliteta, uz isticanje njihove uzajamne povezanosti i uslovljenosti, i osvrtnom na mogućnosti primene informatičkih metoda i alata u kasnijim fazama razvoja sistema kvaliteta.

Uvod

Tehnički remontni zavod Čačak je ustanova Vojske Jugoslavije čiji osnovni ciljevi [1] se mogu rezimirati kao:

- podrška b/g VJ kroz održavanje sredstava NVO,

- uspešno poslovanje, što podrazumeva opstanak i razvoj zavoda i kvalitet života zaposlenih.

Na osnovu složenog proizvodnog programa zavod realizuje zadatke iz svoje nadležnosti u okviru TSI VJ i plasira proizvode i usluge na civilnom tržištu. Pored svoje osnovne delatnosti — generalnog remonta TMS KoV, zavod obavlja i proizvodnju sredstava NVO, rezervnih delova i sklopova, alata, regeneraciju delova, proizvodnju za tržište i pružanje usluga. To podrazumeva širok spektar zadataka i aktivnosti, od istraživanja potreba VJ i civilnog tržišta, preko planiranja razvoja i redovne delatnosti, do realizacije planova, plasmana, naplate i ostalih

pratećih aktivnosti i propisanih zadataka. Tehnološka i informatička složenost takvog sistema može se ilustrovati sledećim činjenicama:

- složenost procesa remonta TMS prikazuje trodimenziona matrica $[TMS_{ijk}]$, gde je:

- $i = 1, 2, \dots, m$ ($m \approx 1000$) — broj različitih vrsta TMS;

- $j = 1, 2, \dots, n$ ($n \approx 6$) — broj različitih vrsta opravki po TMS;

- $k = 1, 2, \dots, l$ ($l \approx 120$) — prosečan broj različitih operacija za jednu vrstu opravke TMS;

- složenost procesa proizvodnje rezervnih delova, alata i proizvoda za tržište prikazuje matrica $[RD_{ij}]$, gde je:

- $i = 1, 2, \dots, k$ ($k \approx 28000$) — broj različitih vrsta RD;

- $j = 1, 2, \dots, m$ ($m \approx 20$) — prosečan broj različitih operacija po RD;

- prosečan broj aktivnih stavki materijala u skladištu iznosi oko 100000, broj stavki promena po osno-

vu materijala kreće se do 600000 godišnje, broj radnih lista do 500000 godišnje, do 25000 radnih naloga godišnje, itd.

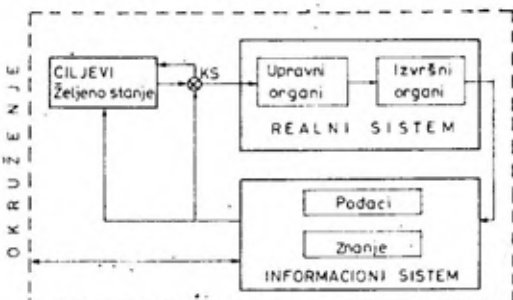
Pored toga, treba istaći da je proces remonta TMS u zavodu organizovan u 10 većih tehnoloških celina (pogona) i da, u zavisnosti od složenosti TMS, u njegovom remontu može da učestvuje i do osam pogona.

Složenost i kompleksnost poslovnog sistema, velika međuzavisnost tehnoloških celina i poslovnih funkcija, međusobna uslovljenost po fazama realizacije, veliki obim činilaca poslovanja, kao i komplikovani i otežani uslovi u okruženju, zaoštravaju zahteve za dobrom organizacijom, racionalnim raspolaganjem resursima i efikasnim upravljanjem poslovnim i proizvodnim procesima. To su razlozi da zavod prepoznaje informacije, kao jedan od baznih resursa poslovnog sistema, a zahteve sistema kvaliteta po standardima serije ISO 9000 kao minimum zahteva koji treba ispuniti da bi se realizovali postavljeni ciljevi poslovnog sistema. U zavodu je realizovan integrisani informacioni sistem, a na osnovu rezultata i iskustava iz razvoja informacionog sistema i dosadašnjeg obezbeđenja kvaliteta, radi se na razvoju i usavršavanju sistema kvaliteta po SNO 9000/90.

Odnos informacionog sistema i sistema kvaliteta

Uređenost sistema, kao kritičnog faktora uspeha, podrazumeva podatke i znanja kao resurse od presudnog značaja. Oni se koriste (slika 1) da se, s jedne strane, definiše referentni model, odnosno željeno stanje sistema sa aktivnostima i resursima za realizaciju postavljenih ciljeva, a, s druge strane, u komparatoru stanja (KS), se stalnim poređenjem stvarnog stanja realnog sistema sa željenim stanjem, utvrđuje veličina odstupanja radi donošenja odluka o korektivnim aktivnostima [2].

Upravljanje podacima i informacijama kao resursima poslovnog sistema zadatak je njegovog informacionog sistema, a sistem kvaliteta treba da obezbedi stabilnost i dokazivost



Sl. 1 — Regulaciona šema realnog poslovnog sistema

kvaliteta proizvoda i usluga na ciljnom nivou, kao uslov realizacije ciljeva poslovnog sistema. Odnos između ova dva podsistema poslovnog sistema ima četiri značajna aspekta:

— i jedan i drugi zahtevaju i, srazmerno svojoj ostvarenosti, obezbeđuju definisanost, uređenost, dokumentovanost i kontrolu nadležnosti i odgovornosti, organizacije rada, procesa i toкова informacija i materijala;

— obim podataka i informacija, koje sistem kvaliteta treba da obradi i prezentira u realnom vremenu da bi bio efikasan, uzajamna uslovljenost i informaciona povezanost delova sistema kvaliteta i njegovo prostiranje kroz sve funkcije poslovnog sistema čini uspešnost sistema kvaliteta direktno zavisnom od razvijenosti i efikasnosti informacionog sistema i informatičke podrške sistemu kvaliteta;

— sličnost metodoloških zahteva i problema koji se rešavaju, naročito u prvim fazama razvoja informacionog sistema i sistema kvaliteta, čini da informatičke metode i tehnike, podržane razvijenim softverskim alatima, budu primenjive za planiranje i razvoj sistema kvaliteta;

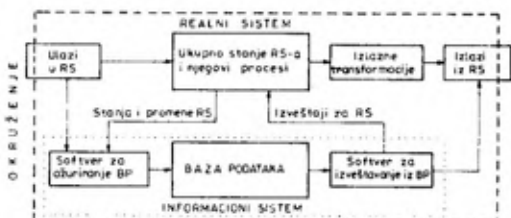
— informacioni sistem i njegovi proizvodi moraju biti usaglašeni sa zahtevima sistema kvaliteta, kao i ostali podsistemi i proizvodi poslovnog sistema.

Osnove razvoja informacionog sistema

Informacioni sistemi spadaju u artificijelne objekte koji se, za razliku od prirodnih, kreiraju da bi ostvarili određeni cilj, svrhu, izvršili zadatak ili pružili usluge. Takvi kakvi jesu, rezultat su razvoja, kreacije i sinteze. U njihovom kreiranju uvek je sadržana ljudska potreba, ljudski naum, ispunjenje nekog cilja, svrhe, bez obzira na to kako se sam proces realizuje, sa većim ili manjim učešćem samog čoveka. Druga značajna karakteristika IS je koncept »životnog ciklusa razvoja IS« koji predstavlja opšti model razvoja IS i koji obuhvata sledeće faze: planiranje razvoja IS, analizu, projektovanje, konstrukciju, implementaciju i održavanje.

Informacioni sistem je artefakt koji, na osnovu funkcija koje obavlja u svojoj »unutrašnjoj sredini«, obezbeđuje informacije za upravljanje u socioekonomskom sistemu — njegovoj »spoljašnjoj sredini«, za koju je razvijen [3]. IS ostvaruje svoju svrhu obavljanjem funkcija prikupljanja, prenosa, memorisanja, obrade i diseminacije informacija, za potrebe socioekonomskog sistema. Zahvaljujući organizaciji unutrašnje sredine, IS obavlja ove funkcije prema ciljevima, zadacima i iz njih izvedenim eksternim osobinama, koje se postavljaju u njegovoj spoljašnjoj sredini. Spoljašnja sredina IS je, u stvari, organizaciona celina (preduzeće, poslovni sistem) za čije se potrebe razvija [3]. Spoljašnja sredina jednog IS određuje taj sistem zadavanjem ciljeva koji se žele ostvariti razvojem sistema, zadataka koje IS treba da obavi da bi se postigli ciljevi, i potpunu specifikaciju IS na osnovu koje

se može izgraditi unutrašnja sredina IS. Tako se IS, koji je podsistem poslovnog sistema, istovremeno pojavljuje i kao informatički model realnog sistema [2, 4] (slika 2). Taj model sastoji se od modela procesa realnog sistema (aplikativni softver), modela podataka (baza podataka) koje realni sistem koristi/stvara/ažurira i modela informatičkih resursa (hardver, sistemski softver, kadrovi, prostor) za realizaciju modela procesa i modela podataka.



Sl. 2 — Informatički model realnog sistema

Savremeni razvoj IS zahteva primenu savremenih metodologija razvoja IS, čiji je cilj: skratiti vreme razvoja, poboljšati kvalitet rešenja, smanjiti troškove razvoja, omogućiti lakšu modifikaciju i održavanje. Ove metode uglavnom se dele prema nameni na: metode za planiranje IIS (integralnog informacionog sistema) BSP (planiranje poslovnog sistema), metode za analizu i projektovanje modela procesa SSA (strukturna sistem analiza), metode za projektovanje modela podataka MOV (metoda objekata i veza).

Pored toga, savremeni razvoj IS je nezamisliv bez primene savremenih softverskih alata CASE (računarski podržan sistemski inženjering), 4 GL (jezici 4 generacije) i GUI (grafički korisnički interfejsi).

Koncept integralnog informacionog sistema TRZ Čačak

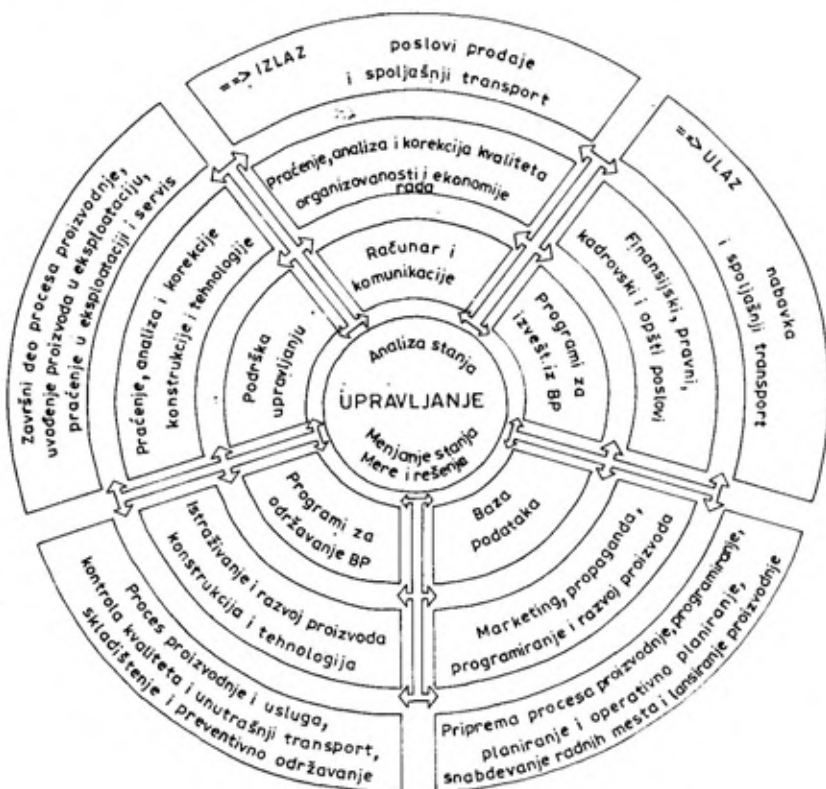
Zadatak integralnog informacionog sistema zavoda proizlazi iz ciljeva

koji se žele ostvariti njegovim razvojem, a to su: jačanje borbene gotovosti VJ, zadovoljenje zahteva korisnika usluga i kupaca, obezbeđenje plasmana proizvoda i usluga, povećanje profitabilnosti, kontinuitet realizacije, unapređenje kvaliteta, efikasnost organizacije i rukovođenja, sigurnost i poverenje zaposlenih [1]. Dostizanje ovih ciljeva moguće je uz značajno povećanje efektivnosti zavoda, profitabilnosti i poboljšanja kvaliteta njegovih proizvoda i usluga. Sve to nije moguće postići bez značajne funkcionalne integracije i optimizacije procesa, kako u okviru organizacionih celina, tako i između samih organizacionih celina, na nivou zavoda, radi dostizanja postavljenih ciljeva. Pri tome se, kao glavni problem, pojavljuje kvalitet informacija i njihov protok, kao neophodnog

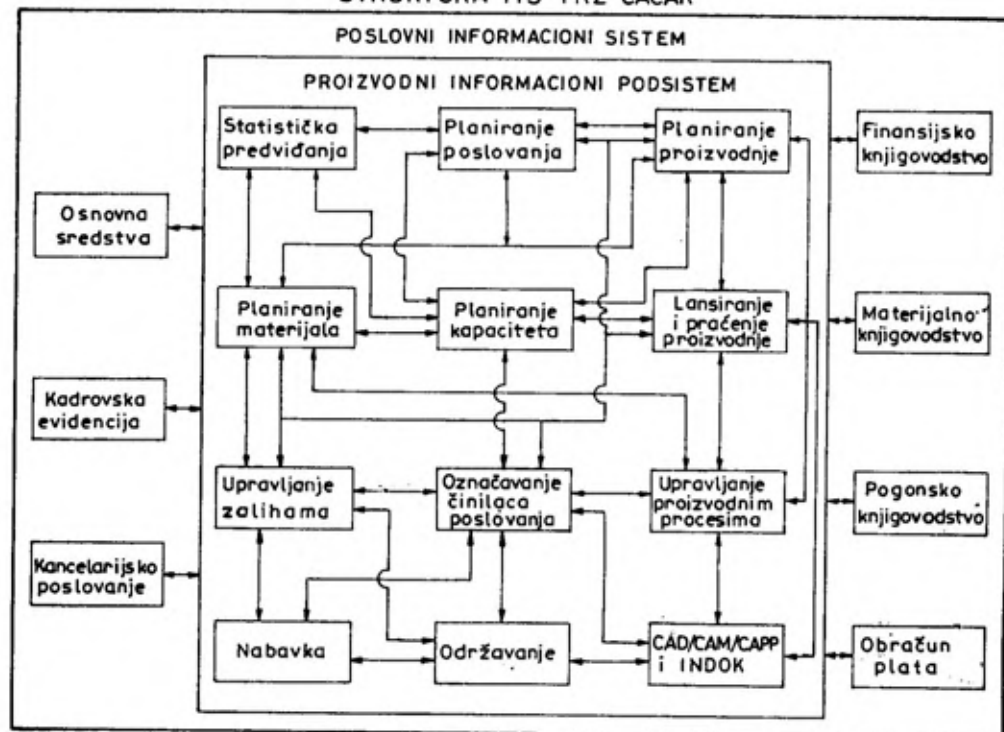
činioca za donošenje odluka u procesu upravljanja i kontrole nad izvršavanjem donetih odluka. Rešenje je nađeno u integraciji na nivou informacionih tokova i jedinstvenog modela podataka, odnosno u razvoju i primeni IIS. Na slici 3 dat je prikaz organizacije i integracije poslovnih i informacionih procesa jednog industrijskog preduzeća po konceptu IIS [5].

Integralni informacioni sistem TRZ Čačak je sveobuhvatan sistem koji obezbeđuje pravovremene, tačne, po sadržaju i formi potpune informacije, za potrebe planiranja i upravljanja proizvodnjom i ukupnim poslovanjem zavoda. IIS se sastoji od podistema (slika 4) za:

— poslovni informacioni podsystem, koji čine moduli: osnovna sredstva, kadrovska evidencija, kancelarij-



Sl. 3 — Koncept IIS proizvodnog preduzeća



Sl. 4 — Struktura IIS TRZ Čačak

sko poslovanje, obračun plata, materijalno knjigovodstvo, pogonsko knjigovodstvo i finansijsko knjigovodstvo;

— *proizvodni informacioni podsystem*, koji čine moduli: označavanje činilaca poslovanja, upravljanje proizvodnim podacima, upravljanje zalihama, planiranje poslovanja, planiranje proizvodnje, planiranje materijala, planiranje kapaciteta, lansiranje i praćenje proizvodnje, statistička predviđanja, nabavka, održavanje i CAD/CAM i INDOK.

Osnovne karakteristike unutrašnjeg uređenja IIS su:

— *integrisanost*, koja je ostvarena kroz jedinstvenu bazu podataka, jedinstven sistem označavanja činilaca poslovanja, jedinstven sistem za zaštitu i održavanje baze podataka;

— *modularnost*, koja se ogleda u pojedinačnom razvoju i implementaciji modula, uz istovremeno puno jedinstvo i interaktivnost modula na nivou sistema;

— *jedinstvenost* baze podataka i rad u realnom vremenu;

— *sveobuhvatnost*, automatizacija svih funkcija poslovanja;

— *dislociranost* unosa podataka i korištenja informacija — preko mreže terminala i personalnih računara (oko 80 terminalskih stanica vezanih za centralni računar) korisnici unose podatke u vremenu i na mestu nastanka, a dobijaju informacije u vremenu i na mestu korištenja;

— *visoka produktivnost* održavanja baze podataka i izveštavanja iz baze podataka — automatsko generisanje

proizvodne dokumentacije (radnog naloga, radne liste, trebovanja, operacijskih postupaka, pak liste i ostale prateće dokumentacije);

— *zaštita podataka* autorizacijom pristupa, organizacijskim i softverskim merama i procedurama zaštite od slučajnog ili namernog oštećenja, obezbeđenjem integriteta i oporavaka podataka;

— *koncept MRP-2* (planiranje proizvodnih resursa zasnovano na simulaciji logike proizvodnog preduzeća) kao osnov planiranja poslovanja i proizvodnih resursa.

Sistem je realizovan sa CODASYL bazom podataka na main-frame platformi sa softverom 3. generacije. Sistem je razvijen po uzoru na HMS (Hanivelov proizvodni sistem), a posebno je prilagođen za diskretnu proizvodnju pojedinačnog i serijskog tipa.

Prikaz integralnog informacionog sistema i njegovih modula

IIS je realizovan sa jedinstvenom bazom podataka i modularnom strukturom softvera za održavanje baze podataka, izveštavanje i izradu dokumentacije za upravljanje proizvodnim i poslovnim procesima.

Označavanje činilaca poslovanja

U zavodu je primenjen paralelni sistem označavanja činilaca poslovanja, kojim su obuhvaćeni svi činioči poslovanja (materijali, rezervni delovi, alati, proizvodi, osnovna sredstva, tehnička materijalna sredstva koja dolaze na remont, kadrovi, komintenti i organizacione celine). Strukturu paralelnog sistema čini: identifikacioni broj (šest numeričkih mesta i sedmi kontrolni broj), klasifikacioni broj (do pet mesta), naziv i sistem karakteristika. Sistem ispunjava sledeće zahteve: jedinstvenost, jednoznačnost, postojanost

utvrđenog načina označavanja, fleksibilnost, jednostavnost održavanja. Zasnovanost na važećim standardima (nacionalnim, internacionalnim, katalogima proizvođača ili internim standardima) čini ovaj sistem otvorenim i omogućuje standardizovanu komunikaciju preduzeća sa okolinom. Efekti paralelnog sistema ogledaju se u značajnom doprinosu integrisanosti IIS, povećanju komunikacije između pojedinih organizacionih celina u zavodu i zavoda sa okruženjem, relativnoj samostalnosti i neosetljivosti na razlike u sistemima označavanja iz okruženja, velikoj racionalnosti pri pretraživanju i prikazivanju informacija, bilo na ekranu ili na tvrdoj kopiji, kao i značajnom unapređenju standardizacije u sferi označavanja.

Upravljanje proizvodnim podacima

Ovaj modul održava informacije o strukturi proizvoda i tehnologiji izrade, radnim centrima, tehnološkim jedinicama, alatu, normativima materijala i vremenima izrade, kao i radnom kalendaru. Formiranje ovih podataka predstavlja prvu fazu u pristupu upravljanja proizvodnjom putem računara. Od kvaliteta i potpunosti realizacije ove faze zavisi uspeh svih sledećih faza primene računara u upravljanju i vođenju proizvodnje.

Upravljanje zalihama

Softverski modul za upravljanje zalihama predstavlja osnovu za sve ostale proizvodne module, jer obuhvata celokupno materijalno obezbeđenje proizvodnje i poslovanja. U ovom modulu automatizovane su sledeće funkcije: praćenje stanja skladišta, praćenje ulaza i izlaza iz skladišta, rezervacija materijala za potrebe proizvodnje, materijalno knjigovodstvo, praćenje cena, popis zaliha i kontrola zaliha.

Planiranje poslovanja

Prodajni ugovori i godišnji planovi proizvodnje predstavljaju osnov za planiranje proizvodnih resursa (materijala, alata, kapaciteta i novčanih sredstava). U algoritmima razvijenim po konceptu MRP-2 bilansiraju se pomenuti resursi za realizaciju godišnjeg plana proizvodnje i usluga. Za to se koriste strukture proizvoda i tehnološki postupci izrade sa normativima vremena i materijala, podaci o realizaciji u prethodnom periodu i stanju zaliha. Ovaj modul prati realizaciju ugovora i plana proizvodnje, prati TMS na remontu u zavodu od ugovora, preko prijema u zavod i remonta do slanja korisnicima i obuhvata funkciju knjigovodstva TMS na remontu, popis i kontrolu stanja TMS u zavodu.

Planiranje proizvodnje

Ovaj softverski modul obezbeđuje pripremu za izradu operativnih planova proizvodnje i vrši izradu operativnih planova, za kvartal i mesec u okviru kvartala. Kao osnov za izradu operativnog plana služi godišnji plan, realizacija prethodnih planova, raspoloživost proizvodnih resursa i preuzete obaveze o rokovima. Po definisanju operativnog plana vrši se simulacija izrade plana materijala i kapaciteta, potom usklađivanje i ponovna iteracija prethodnog postupka dok se ne dođe do plana.

Planiranje materijala

Ovaj softverski modul polazi od godišnjeg plana proizvodnje ili od operativnih planova proizvodnje i daje bilans materijalnih potreba. Postupak se ponavlja dok se ne dođe do zadovoljavajućeg rešenja. U slučaju da nisu uneti proizvodni podaci za stavke iz

proizvodnog plana, modul omogućuje pomoć za uvid u stanje zaliha i za unošenje plana materijala, koji se radi manuelno.

Planiranje kapaciteta

Ovaj softverski modul prati stanje raspoloživih kapaciteta, angažovanih kapaciteta (za sve otvorene radne naloge), planiranih kapaciteta (za godišnji plan proizvodnje) i ostvarenih kapaciteta (realizovane radne liste od početka godine). Takođe, ovaj modul na bazi operativnog plana proizvodnje daje bilans potrebnih kapaciteta. Postupak se ponavlja dok se ne dođe do rešenja.

Lansiranje i praćenje proizvodnje

Ovaj modul vrši otvaranje radnih naloga, izradu radne dokumentacije [radnog naloga, predajnice, tehnološkog postupka izrade, prateće liste, radnih lista, trebovanja, defektacione liste (za radne naloge remonta TMS) i crteža], lansiranje u proizvodnju i zatvaranje radnih naloga. Ovaj modul obezbeđuje sve povratne informacije o stanju u proizvodnom procesu, zapise o kvalitetu i stanju realizacije radnih naloga, odnosno godišnjeg plana i operativnih planova proizvodnje, kao i o stanju realizacije pojedinih tehnoloških celina (pogona).

Statistička predviđanja

Modul za statistička predviđanja daje podršku svim ostalim modulima sa aspekta statističke podrške. Zadužen je za prijem podataka za potrebe statističkih predviđanja, njihovo arhiviranje, zaštitu, statističku obradu i prezentaciju informacija. Za sada daje informacije o potrošnji rezervnih de-

lova i materijala po remontovanom TMS za određenu vrstu opravke, zatim o potrošnji osnovnog materijala po proizvodu, ostvarenju vremena izrade po proizvodu (TMS za remont), operaciji, itd.

Nabavka

Ovaj modul vrši održavanje porudžbina za nabavku, održavanje cena, podataka o dobavljačima, i vrednostima (min/maks) za materijale koji se po tom kriterijumu nabavljaju. Modul dobija, od modula za planiranje materijala, godišnji bilans potrebnog materijala kao i bilanse potrebnog materijala za kvartalni i mesečni operativni plan. Od modula za lansiranje i praćenje proizvodnje dobija urgencije za nabavku planiranog, a neprispelog materijala. Modul daje više upita i tabela preko kojih mogu da se prate planirani rokovi materijala, kao i rokovi realizacije porudžbina.

Održavanje

Modul omogućuje otvaranje i održavanje radnih naloga za preventivno i tekuće održavanje sredstava rada, izradu operativnih planova za preventivno održavanje i praćenje njihove realizacije.

Ostali moduli

Modul CAD/CAM i INDOK daje podršku primeni CAD/CAM tehnologije u razvoju proizvoda i razmeni podataka sa IIS. Grafičke radne stanice instalirane su u funkciji razvoja. Moduli poslovnog informacionog sistema: osnovna sredstva, kadrovska evidencija, obračun plata, materijalno knjigovodstvo, pogonsko knjigovodstvo i finansijsko knjigovodstvo koji su, tačno, automatizovani, ali zbog ograničenog prostora i njihove standardnos-

ti, koja je svima poznata, ovde je njihov opis izostavljen.

O kompleksnosti i složenosti paketa IIS TRZ Čačak govore podaci dati u tabeli 1.

Tabela 1

Pokazatelji složenosti programskog paketa IIS TRZ Čačak

Broj slogova	Broj atributa	Broj izveštaja i upita	Broj programa	Broj programa za ažuriranje BP
110	1300	590	860	220

Pod pojmom PODATAK podrazumeva se jednoznačno određen ishod nekog od parametara koji karakterišu stanje sistema u posmatranom preseku [6]; SLOG podrazumeva uređen niz obeležja određenog činioca sistema [6].

Razvoj i primena IIS, pored baze podataka, programa za održavanje baze podataka, izveštaja i programa za njihovu realizaciju putem računara, obuhvatio je i izradu niza dokumenata neophodnih za praćenje postupaka promene stanja u fazama — procesima za sve posmatrane informacione tokove zavoda. Neki od njih su: UGOVOR, PORUDŽBINA, PRIJEMNICA, OTPREMNICA, PREDAJNICA, TREBOVANJE, PAK LISTA, RADNI NALOG, TEHNOLOŠKI POSTUPAK, PRATEĆI LIST, RADNA LISTA, SASTAVNICA PROIZVODA, CRTEŽ, FAKTURA, ZAPISNIK O PRIJEMU TMS NA REMONT, ZAPISNIK O KVALITATIVNOM PRIJEMU TMS FAKTURA, itd. Za svaki od ovih dokumenata urađeno je uputstvo o njegovom korišćenju i obradi, i hodogram njegovog toka u skladu sa osnovnim principima u oblikovanju nosioca informacija [6]. Pored toga, urađena su uputstva za rad pojedinih funkcija u uslovima IIS. Sve to govori o sistemu kvaliteta u informatičkoj funkciji zavoda i podržanosti sistema kvaliteta od IIS, o čemu govori i matrica na slici 5.

MODULI IS-a	ZAHTEVI SISTEMA KVALITETA	
	401 Odgovornost rukovodstva	401 Politika kvaliteta
Označavanje činioca poslovanja	✓	✓
Upravljanje proizvodnim podacima		✓
Upravljanje zalihama		✓
Planiranje poslovanja		✓
Lansiranje i praćenje proizvodnje	✓	
Planiranje proizvodnje		
Planiranje materijala		
Planiranje kapaciteta		
Statistička predviđanja		
Nabavka		✓✓✓✓✓
Održavanje		
Kancelarijsko poslovanje	✓	✓✓✓
	402 Organizacija	402 Sistem kvaliteta
	403 Preispitivanje ugovora	403 Kontrola projekta - opšte
	404 Planiranje projekta i razvoja	404 Izlazni podaci o projektu
	405 Verifikacija projekta	406 Izmene projekta
	406	407 Isporučni proizvod od dobavljača
	408 Identifikacija i sledljivost	409 Kontrola procesa - opšte
	410 Specijalni procesi	411 Prijemna kontrolisanje i ispitivanje
	412 Kontrola ispitivanje u toku procesa	413 Završna kontrolisanje i ispitivanje
	414 Zapis o kontrolisanju i ispitivanju	415 Oprema za kontrolisanje i ispitivanje
	416 Status kontrolisanog proizvoda	417 Kontrola neusaglašenog proizvoda
	418 Preispitivanje isklapanje neusaglašenog	419 Korektivna mera
	420 Rukovanje ... - opšte	421 Rukovanje
	422 Stadijenje	423 Pakovanje
	424 Isporučka	425 Zapis o kvalitetu
	426 Interne provere kvaliteta	427 Stručno osposobljavanje
	428 Servisiranje	429 Statističke metode
	430 Kontrola proizvoda koju vrši korisnik	

Sl. 5 — Asocijativna matrica modula IIS i zahteva sistema kvaliteta

Metodološke osnove planiranja informacionog sistema i sistema kvaliteta

Planiranje informacionog sistema i sistema kvaliteta podređeno je njihovoj funkciji u regulacionom mehanizmu poslovnog sistema (slika 1), i treba da obezbedi koherentnu, efikasnu i ekonomičnu realizaciju u narednim fazama. Faza planiranja realizuje se ne samo na početku razvoja i uvođenja sistema, već i kada je dostignut određeni nivo realizacije, kada je potrebno proceniti realizovani sistem i planirati dalji razvoj usaglašen sa nastalim promenama u realnom sistemu i novim tehnološkim mogućnostima. U TRZ Čačak ponovljena je studija razvoja IS posle petnaestogodišnjeg razvoja i funkcionisanja integralnog IS, radi planiranja prelaska na višu tehnološku platformu i zadovoljavanja novih i usloženih zahteva, posebno zahteva za sistem kvaliteta.

Metoda BSP za planiranje informacionog sistema, koja je ovde primenjena, zasniva se na konceptu top-down (s vrha na dole) analize realnog sistema i bottom-up (odozdo na gore) izgradnje informacionog sistema [2, 4]. Analiza realnog sistema obuhvata analizu procesa i informacionih tokova u životnom ciklusu njegovih proizvoda, usluga i resursa (tabela 2). To znači i analizu svih procesa i veza u modelu nazvanom petlja kvaliteta.

Analizom procesa definišu se ulazi u proces, transformacija koja se nad njima vrši i izlazi iz procesa, koji su rezultat te transformacije. Pri tome identifikuju se i analiziraju entiteti nad kojima se vrše procesi. To su objekti i pojmovi realnog sistema (subjekti poslovnog sistema, činioci poslovanja, pojave i događaji u poslovnom sistemu i njegovom okruženju) koji su od interesa za informacioni sistem. Entiteti se definišu svojim atributima, čije vrednosti predstavljaju podatke kojima informacioni sistem upravlja kao resur-

Primer analize životnog ciklusa usluge

Proizvod/usluga: Osvajanje proizvodnje r/d

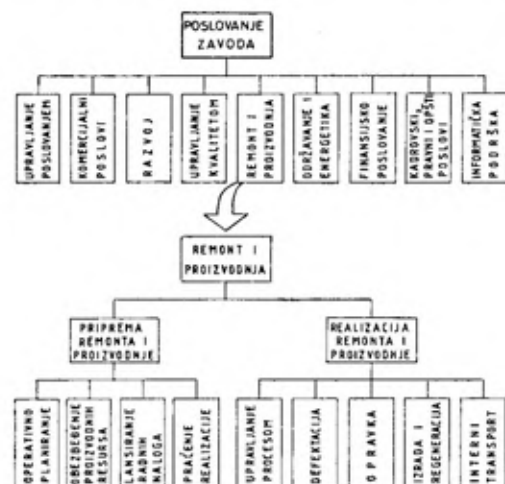
Faze životnog ciklusa	Procesi				Entiteti	
	Ulaz	Transformacija		Izlaz	Tip entiteta	Akcija
		Opis	Odgovoran			
Planiranje	Trebovanje po defektaciji Porudžbina, ugovor Registar osvojenih r/d Zahtev za osvaj.	Provera osvojenosti	Tehnička priprema	Zahtev za osvajanjem	Proizvod Poručilac Porudžb. Zahtev Plan Standard	R R R C C/U R
		Priprema osvajanja	Razvoj proizvoda	Termin-plan osvajanja Uzorak, standardi		
Inicijalizacija	Zahtev, plan	Otvaranje radnog naloga osvajanja ...	Operativna priprema	Radni nalog osvajanja r/d	Rad. cent. Rad. nalog Rad. lista	R C C
Održavanje (primena, vršenje)	Radni nalog Uzorak Zahtevi kvaliteta KD, ThD Kontrolna dokumentacija ...	Izrada KD	Konst. biro	KD	Proizvod Crtež Sastavn. Postupak Rad. nal. Radnik Mašina Zapis	U C C C U R R C
		Tehnol. razrada	Tehn. pripr.	ThD, Plan kontr.		
		Konstr. alata	Konst. biro	KD alata		
		...	...	Radna dokumentacija		
		Proizvodnja p.p.	Pogon	Zapisi o kvalitet.		
		...	...	...		
		Homologacija	Razvoj proizvoda	Rešenje o osvojenosti		
Prestanak	KD, ThD	Arhiviranje	Arhiva	KD, ThD, Arhiva	Proizvod Crtež	U/D U/D
	Arhiva, KD, ThD	Ažuriranje	...	KD, ThD, Arhiva		
	...	...	...	...		
	Naredba	Povlačenje	Razvoj	Arhiva, Izveštaj		

som poslovnog sistema. Entiteti, odnosno podaci koji ih definišu, se u jednom procesu mogu kreirati (C), ažurirati (U), koristiti (R) ili ukidati — brisati (D) što je prikazano u tabeli 2. Takođe, ovom analizom se mogu locirati zahtevi sistema kvaliteta, odnosno i-

dentifikovati procesi, organizacione jedinice i mehanizmi u kojima se oni rešavaju.

Tako se dolazi do saznanja o realnom sistemu, koja se sintetički iskazuju kroz model procesa u obliku funkcionalne dekompozicije poslovnog sis-

tema (slika 6) i globalni model podataka u vidu klasa podataka. Funkcije predstavljaju grupe procesa koji zajedno podržavaju neki aspekt ostvarivanja ciljeva poslovnog sistema [7]. Klasa podataka je skup logički povezanih podataka o grupi entiteta i veza među njima, koje kreira jedna funkcija, a može ih koristiti više drugih funkcija [4, 7].



Sl. 6 — Funkcionalna dekompozicija poslovnog sistema

Asociranjem ovih modela (slika 7) dobija se logička arhitektura informacionog sistema, a njihovom detaljnom razradom (top-down) kroz dijagrame tokova podataka, modele objekti-veze i drugim tehnikama, dobijaju se detaljniji modeli procesa i podataka, specifikacije informacionog sistema i elementi za koncipiranje modela informatičkih resursa i planova realizacije. Primenom odgovarajućih softverskih alata (CASE-alati: IEW, ARTIST i dr.) i saznanja o realnom sistemu, organizuju se modeli i specifikacije IS i čuvaju u obliku koji je pogodan za dokumentovanje, održavanje i neposredno prenošenje iz faze u fazu, iz projekta u projekat. Isti pristup i alati mogu se primeniti i kada je reč o planiranju, modeliranju i specifikacijama sistema kvaliteta.

Ovako dobijeni model informacionog sistema stabilniji je od organizacionog modela i nije osetljiv na relativno česte organizacione promene. I nakon promene organizacione šeme, definisane funkcije i klase podataka se, bez promena sopstvene logičke strukture i sadržaja, mogu asociirati sa odgovarajućim organizacionim jedinicama prema njihovim nadležnostima i odgovornostima. Zato je ovaj model kao osnova pogodan za dugoročno planiranje informacionog sistema i sistema kvaliteta.

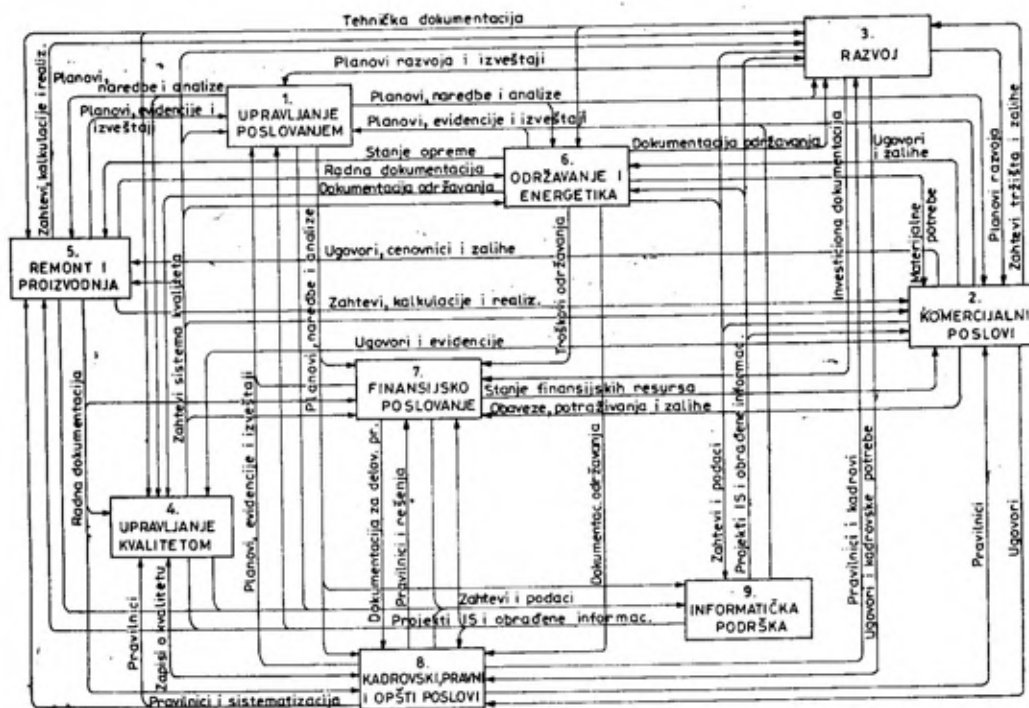
Logička arhitektura informacionog sistema

Logička arhitektura informacionog sistema dobija se dekomponovanjem poslovnog sistema na njegove podsisteme i identifikovanjem veza (tokova podataka) između njih. Za to se koristi asocijativna matrica funkcija i klasa podataka (slika 7), u kojoj su funkcije grupisane i poredane saglasno funkcionalnoj dekompoziciji konkretnog poslovnog sistema, a klase podataka prema funkcijama u kojima nastaju. Ova matrica omogućuje, na osnovu veza koje su u njoj prikazane, da se oceni stanje funkcija poslovnog sistema na globalnom nivou.

Podsisteme čine logičke celine funkcija sa klasama podataka koje u njima nastaju. Identifikuju se grupisanjem asocijacija označenih sa C (»funkcija kreira klasu podataka«), tako da nijedna C-asocijacija ne ostane izvan identifikovanih podsistema, koji su u primeru na slici 7 označeni istaknutim pravougaonicima. Asocijacije koje ostaju izvan granica podsistema govore o vezama — tokovima podataka između podsistema. Tako, na primer, funkcije razvoja koriste (R) klase podataka koje se stvaraju (C) u funkcijama sistema kvaliteta (*Dokumentacija sistema kvaliteta, Zapis o kvalitetu i dr.*), i koje sadrže zahteve sistema kvaliteta koje treba da reši razvoj. Time je definisan

[illegible]

Sl. 7 — Asocijativna matrica funkcija i klasa podataka



Sl. 8 — Dijagram tokova podataka u arhitekturi integralnog IS

tok podataka *Zahtevi sistema kvaliteta* iz podsistema 4. **UPRAVLJANJE KVALITETOM** ka podsistemu 3. **RAZVOJ** (slika 8). S druge strane, funkcije sistema kvaliteta koriste (R) tehničku dokumentaciju koju kreiraju (C) funkcije razvoja.

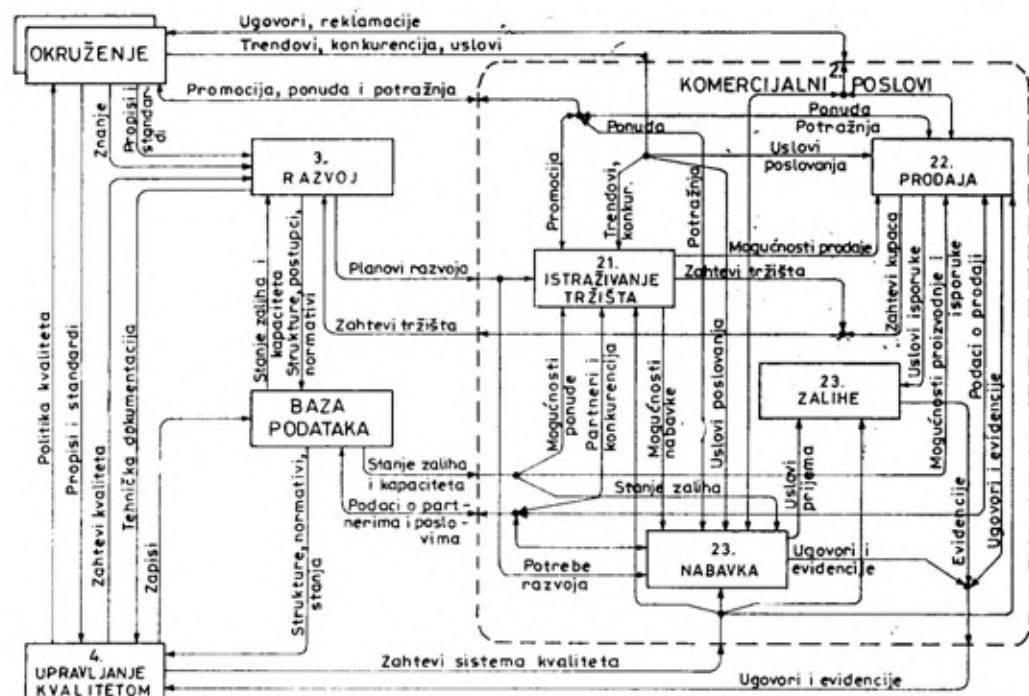
Sistem kvaliteta u logičkoj arhitekturi poslovnog sistema

Dijagram tokova podataka integralnog informacionog sistema (slika 8) sadrži i globalnu sliku tokova podataka u sistemu kvaliteta. To nisu samo tokovi od i ka podsistemu 4. **UPRAVLJANJE KVALITETOM** (koji predstavlja informacioni podsistem sistema kvaliteta), nego su to i tokovi između drugih podsistema u kojima se rešavaju zahtevi kvaliteta, kao što su tokovi podataka *Zahtevi tržišta*, *Stanje opreme*, *Ugovori*, itd. U detaljnijoj razradi modela procesa i modela poda-

taka ovi tokovi se dalje dekomponuju i preciznije definišu.

Na slici 9 dat je primer dekompozicije tokova podataka u podsistemu komercijalnih poslova. Na primer, tok *Zahtevi sistema kvaliteta*, čiji nosioci su dokumenti sistema kvaliteta i zapisi o kvalitetu, razlaže se na delove koji se odnose na pojedine potfunkcije komercijale.

Sadržaj tokova podataka se, pored naziva, preciznije definiše modelom podataka, sadržajem dokumenata nosilaca podataka, itd. Sadržaj tokova podataka između sistema kvaliteta i drugih podsistema poslovnog sistema određen je i asocijativnom matricom funkcija poslovnog sistema [1] i zahteva za sistem kvaliteta [7] koji se odnose na te funkcije (slika 10). Na primer, na funkciju prijema, skladištenja i otpreme, koja u logičkoj arhitekturi IS pripada podsistemu 23. **ZALIHE**, odnose se zahtevi iz tačaka 4.6.4, 4.7, 4.8, 4.10, 4.12, 4.15. i 4.16. standarda JUS



Sl. 9 — Veze sistema kvaliteta sa podsistemima razvoja i komercijale

ISO 9001 i SNO 9000/90. To znači da sadržaj onog dela dokumentacije i zapisa sistema kvaliteta, kojim se realizuju zahtevi iz tih tačaka standarda u odnosu na funkciju prijema, skladiš-

Upravljanje poslovnim sistemima u uslovima globalnog tržišta za koji su bitni kvalitet proizvoda — usluge, rok isporuke i cena, moguće je samo uz primenu tehničke infrastrukture inte-

FUNKCIJE	ZAHTEVI ZA SISTEM KVALITETA																						
			401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421
Upravljanje poslovanjem	✓	✓	✓	✓	✓																		
KOMERCIJALNI POSLOVI																							
Istraživanje tržišta		✓																					
Prodaja					✓																		
Nabavka					✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Prijem, skladišt. i otprema											✓	✓	✓										
RAZVOJ																							
Razvoj organizacije i kadra.	✓	✓																					
Razvoj proizvoda i usluga							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓	✓

Sl. 10 — Asocijativna matrica funkcija i zahteva za sistem kvaliteta

tenja i otpreme u konkretnom preduzeću, treba da odgovara sadržaju toka podataka **Zahtevi sistema kvaliteta** iz podsistema 3. **UPRAVLJANJE KVALITETOM** do podsistema 23. **ZALIHE**.

Zaključak

Primena ISO 9000 u složenim sistemima kao što je Tehnički remontni zavod nije moguća bez podrške računara. Uspešno upravljanje preduzećem i donošenje poslovnih odluka teško se može ostvariti bez povezivanja poslovnih procesa u preduzeću putem informacionih i komunikacionih tehnologija. Integralni informacioni sistem predstavlja koncept informaciono-tehničke integracije svih poslovno-proizvodnih funkcija zavoda, i sigurno najveću garanciju za uspešnu primenu ISO 9000.

grisanih računarsko-komunikacionih sistema.

Planiranje informacionog sistema i sistema kvaliteta treba, na racionalan i efikasan način, da kvalitetno i dokumentovano, razreši probleme složenosti i dinamike ovih sistema. Planiranje zasnovano na top-down analizi poslovnog sistema, koja, polazeći od ciljeva poslovnog sistema, kroz funkcionalnu dekompoziciju i globalni model podataka, dovodi do stabilne arhitekture IS, stvara osnovu za bottom-up projektovanje i uvođenje, ili unapređenje postojećeg IS, po modulima i podsistemima, sa dinamikom primerenom potrebama i raspoloživim resursima. Pri tom su integritet sistema i konzistentno uklapanje novih modula u deo sistema koji je već realizovan, zagarantovani definisanom arhitekturom sa jedinstvenim modelom podataka i mo-

delom resursa. Jedinstveno rešavanje osnovnih pitanja i definisanje prava razvoja u fazi planiranja minimizira rizik protivrečnosti i nekonzistentnosti u daljoj realizaciji po manjim segmentima, koja, podržana savremenim informacionim tehnologijama i softverskim alatima, dovodi do brzih i kvalitetnijih rezultata, uz smanjene troškove i olakšano održavanje i modifikacije. Rezultati faze planiranja oblikovani u rečnik podataka, enciklopediju, bazu znanja (čiji oblik zavisi od primenjene metode i alata) predstavljaju neposredan ulaz u metode i alate koji se primenjuju u kasnijim fazama.

Zbog aktuelnih zahteva i trendova razvoja, pri izradi studije razvoja IIS TRZ Čačak, sa posebnom pažnjom je

tretiran sistem kvaliteta. Dobijeni rezultati afirmišu primenu informatičkih metoda i alata u planiranju i kasnijim fazama razvoja sistema kvaliteta. Dobro definisanje veza sistema kvaliteta sa pojedinim podsistemima poslovnog sistema i plansko sagledavanje svih aspekata ovog složenog, dinamičkog i zahtevnog sistema, treba da omogućiti produktivnost, efikasnost, ekonomičnost i koherentnost u svim fazama njegovog razvoja i funkcionisanja. Računarski podržana baza znanja, oblikovana u fazi planiranja i stalno dograđivana, omogućuje primenu efikasnih informacionih tehnologija za neposredno pretakanje tih znanja u dokumentaciju sistema kvaliteta i njihovu konzistentnu primenu u svim fazama životnog ciklusa sistema kvaliteta.

Literatura:

- [1] Projektni tim: Studija razvoja integralnog informacionog sistema, TRZ Čačak, 1995.
- [2] Bilbija M.: Razvoj informacionih sistema — planiranje, interni priručnik za projektni tim studije razvoja TRZ Čačak, 1994.
- [3] Perunić B.: Metodološka istraživanja razvoja informacionih sistema, Sarajevo, 1979.
- [4] Lazarević B., Jovanović V., Vučković M.: Projektovanje informacionih sistema, 1. deo, Naučna knjiga, Beograd, 1985.
- [5] Milić M., Radović: Organizacija procesa proizvodnje, Beograd, 1989.
- [6] Zelenović D.: Prilaz oblikovanju nosilaca informacija — dokumentacije, Novi Sad, 1995.
- [7] Information Engineering Workbench, Planning Workstation User Guide, Knowledgeware, 1988.
- [8] Vujanović N.: Postavljanje sistema kvaliteta prema zahtevima serije standarda JUS ISO 9000, Firaso, Beograd, 1994.

Mr Branko Đedović,
potpukovnik, dipl. inž.
Dobrica Simić,
major, dipl. inž.
Mr Drago Štupar,
major, dipl. inž.

POSTUPAK DEFINISANJA TTZ I IMPLIKACIJE NA KVALITET NVO U POZNIJIM FAZAMA PROIZVODNJE I KORIŠĆENJA

Prikazan je postupak definisanja taktičko-tehničkih zahteva (TTZ) u ranom periodu razvoja proizvoda naoružanja i vojne opreme (NVO) u namenskoj industriji i Vojsci Jugoslavije, uz jasno određen algoritam učešća korisnika-kupca u uzastopnom odlučivanju u procesu razvoja i proizvodnje. Analizirani su suština i značaj strateških dokumenata, koja se izrađuju u fazama razvoja NVO sa implementiranim TTZ za integralni kvalitet budućeg proizvoda. Prikazana je struktura TTZ na kojima se zasniva i koji uslovljavaju konstrukciono rešenje sredstva, sa posebnim osvrtom na zahteve koji opredeljuju integralno tehničko obezbeđenje (ITOb).

Problemski je sagedana koncepcija konstrukcije, odnosno konfiguracija sistema i totalni kvalitet u implikaciji TTZ u poznijim fazama proizvodnje i korišćenja.

Uvod

Era mikroračunarske revolucije i ultrabrzog razvoja i primena novih tehnologija u poslednjoj deceniji dvadesetog veka dale su nosiocima razvoja i proizvodnje NVO neslućene mogućnosti u definisanju koncepta rešenja, a korisniku — vojsci nove mogućnosti u postavljanju TTZ. Nova strategija tehnološkog razvoja nametnula je izmenjen pristup upravljanju razvojem, a kvalitet učinila primarnom kategorijom novouspostavljenih proizvodnih odnosa. Kvalitet sredstava NVO daje ocenu uspešnosti konstrukcije i njene upotrebne vrednosti u svetlu doslednosti, korektnosti i sveobuhvatnosti ispunjenja TTZ. Interakcijski odnos definisanih TTZ, konfiguracije konstrukcije i integralnog kvaliteta istakao je potrebu kontinualnog učešća korisnika — kupca u svim fazama procesa razvoja i proizvodnje. Ideja, razvoj i proizvodnja u namenskoj industriji i

Vojsci Jugoslavije postaju predmet bavljenja i proizvođača i kupca. Kvalitet sredstava, kao sistemska vrednost, sada ima novi oslonac i nove mogućnosti.

Pojam i suština taktičko-tehničkih zahteva pri razvoju NVO

Razvoj TMS NVO u namenskoj industriji SR Jugoslavije i Vojsci Jugoslavije je neprekidan, kreativni, misaoni, tehničko-tehnološki proces, zasnovan na iznalaženju konstrukcionih i tehnoloških rešenja fizičke realizacije predviđenih TTZ.

Taktičko-tehnički zahtevi, kao skup želja korisnika, kojima su opisane sve performanse budućeg proizvoda i karakteristike upotrebe i održavanja, iskazani kroz taktičke, tehničke i logističke parametre u čitavom veku trajanja, temeljni su faktor razvoja novog proizvoda.

Kupac (Vojska Jugoslavije) iskazuje zahtev za razvoj sredstava kroz preliminarne i konačne TTZ.

Cilj definisanja preliminarne i konačne TTZ jeste upoznavanje svih zainteresovanih struktura koje učestvuju u procesu razvoja i opremanja sredstava NVO sa potrebama i željama kupca u svim fazama procesa razvoja. Definiše ih taktički nosilac u saradnji sa tehničkim nosiocem.

Preliminarni TTZ su najbitniji podaci o karakteristikama budućeg proizvoda, neophodni za donošenje odluke nadležne institucije o uvođenju novog sredstva NVO u VJ. Oni su sastavni deo prethodne analize.

Konačni TTZ su skup sveobuhvatnih i celovitih zahteva kojima kupac konačno definiše sve do tada utvrđene potrebe i želje o karakteristikama novog proizvoda. Sastavni su deo programa realizacije. Institucijama VJ koje odlučuju o razvoju omogućavaju potpuno sagledavanje realnosti želja i potreba budućeg korisnika, kao i grubu procenu potrebnih finansijskih sredstava, kadrova, opreme i drugih resursa koji će se angažovati u razvoju. Potencijalnom proizvođaču omogućavaju da proceni svoje mogućnosti u projektovanju i proizvodnji, da odluči hoće li konkurisati za preuzimanje predviđenog posla i formira ponude za ugovaranje. Načelno, ne predviđa se njihovo menjanje.

Međutim, ako se u fazi projektovanja utvrdi da postoje opravdana ograničenja u zadovoljenju nekih zahteva, može se izvršiti njihova dopuna ili izmena, uz detaljnu analizu posledica takve izmene na upotrebne performanse budućeg proizvoda. Konačni zahtevi moraju uvažavati potrebu kompatibilnosti delova i sklopova sistema, zahtevani koncept održavanja i sve elemente ITOb-a, uz optimizaciju troškova sredstava u čitavom veku trajanja.

Strateška dokumenta u fazi razvoja NVO koja definišu TTZ

Razvoj sredstava NVO karakteriše projektom razvoja predviđena izrada operativnih dokumenata, kojima se kompleksno sagledavaju svi relevantni činioci razvoja, proizvodnje i upotrebe sredstva. To su: taktička studija, prethodna analiza i program realizacije.

Taktička studija (TS) predstavlja analizu jednog oblika oružane borbe ili obezbeđenja borbenih dejstava, analizira potrebu opremanja VJ određenim sredstvima NVO i prezentira inostrana rešenja.

Prethodna analiza (PA) omogućava donošenje odluka o prihvatanju programiranja zadataka; daje projekciju troškova razvoja, proizvodnje, opremanja i ITOb-a, kao i analizu finansiranja izrade programa realizacije; definiše preliminarne TTZ i određuje model eksploatacije sredstava NVO u ratu i miru.

Program realizacije (PR): daje elemente za programiranje opremanja sredstvima NVO i elemente za ugovaranje razvoja sredstava NVO.

Program realizacije obuhvata:

- analizu i definisanje ukupno potrebnih količina,
- analizu i izbor puta realizacije razvoja i opremanja,
- konačne TTZ,
- integralno tehničko obezbeđenje,
- predračun ukupnih troškova,
- analizu organizacijsko-formacijskih potreba,
- očekivane efekte realizacije.

Struktura TTZ za razvoj NVO u funkciji kvaliteta

U taktičko-tehničke zahteve za razvoj TMS spadaju:

- predmet,
- zahtevi u vezi kompatibilnosti sa sredstvima ili sistemima sa kojima treba da radi,
- zahtevi u vezi kompletnosti (sadržaja) TMS,
- taktičko-eksploatacioni zahtevi,
- zahtevi u pogledu broja, stručnosti i psihofizičkih osobina posade, posluge, vozača i rukovalaca,
- zahtevi u pogledu klimomehaničkih uslova upotrebe,
- zahtevi za zaštitu od zračenja izazvanog nuklearnim udarom,
- zahtevi za zaštitu od delovanja elektromagnetnog impulsa nuklearne eksplozije,
- zahtevi za zaštitu od delovanja hemijskih i bakterioloških agenasa,
- zahtevi za zaštitu od elektronskih dejstava,
- zahtevi za sprečavanje sopstvenog neželjenog zračenja,
- zahtevi za napajanje TMS električnom energijom,
- zahtevi u pogledu gotovosti (raspoloživost, spremnost) TMS.
- zahtevi u pogledu standardizacije, tipizacije i unifikacije,
- zahtevi u pogledu pouzdanosti,
- zahtevi u pogledu pogodnosti za rukovanje i održavanje,
- zahtevi u pogledu zaštite na radu TMS,
- elementi održavanja, skladištenja i transporta,
- zahtevi u pogledu tehničke dokumentacije za rukovanje i održavanje,
- zahtevi za obezbeđenje rezervnih delova,
- zahtevi u obezbeđenju opreme za održavanje i ispitne opreme,
- zahtevi u pogledu obezbeđenja individualnog i grupnog kompleta alata, pribora i rezervnih delova.

Sadržaj TTZ treba da omogući korisniku (kupcu) definisanje potpunih i pravilnih TTZ koji su sastavni deo prethodne analize i programa realizacije, a izvođaču da pravilno shvati zahtev kupca (korisnika), formuliše što realnije kalkulacije ukupnih troškova razvoja i preciznije definiše zahtev za projektovanje, razvoj hardverskih i softverskih celina. Institucijama koje ispituju kvalitet razvijanog sistema sadržaj TTZ omogućava razradu planova i metoda za proveru svih TTZ.

Za razvoj NVO posebno je značajno definisanje parametara koji definišu ITOb, i to:

- pouzdanosti,
- operativne gotovosti,
- pogodnosti za održavanje,
- pogodnosti za rukovanje,
- borbenih potreba,
- ograničenja u sistemu eksploatacije i održavanja.

Zadovoljenjem ovih potreba primarno se obezbeđuje kvalitet proizvoda NVO.

Upotrební kvalitet i njegov odnos prema TTZ

Ako se prihvati da efektivnost ne izražava u potpunosti ukupna svojstva tehničkog sistema u smislu ocenjivanja njegovih ukupnih kvaliteta, i ako svojstva posmatramo kao performanse, odnosno osobine koje se odnose na određene periode veka sistema ili na njegove određene funkcije, onda možemo razmatrati upotrební kvalitet koji se definiše kao ukupni efekat radnih performansi koji određuje stepen zadovoljenja korisnika.

Ostvarivanjem zadatih TTZ u poznijim fazama proizvodnje (faza nulte serije i kasnije), i u toku korišćenja, ostvaruje se željeni upotrební kvalitet koji obuhvata osobine sistema vezane za njegov rad, kao i elemente podrške,

nužne da bi sistem mogao da radi. Korisnik postavlja svoje zahteve i time određuje nivo efekata radnih performansi koji razmatrani sistem treba da zadovolji.

TTZ moraju da odrede nivo zahteva u razvoju NVO po elementima upotrebnog kvaliteta, i to u odnosu na:

- performanse logističke podrške,
- performanse operativnosti,
- performanse upotrebe,
- integritet upotrebe.

Performanse logističke podrške radu sistema razmatraju se u skladu sa zahtevima i mogućnostima postojećeg sistema ITOb-a u VJ, a performanse operativnosti se zadaju radi što uspešnijeg i lakšeg korišćenja tehničkog sistema za koji se zadaju TTZ.

Performanse upotrebe određuju se u skladu sa željenim funkcionisanjem sistema u granicama koje određuju TTZ, a koje odgovaraju i koje zahteva korisnik. Kvantitativne karakteristike zadate u TTZ i sposobnost tehničkog sistema da ih ispunji, određuju radni potencijal, a sigurnost funkcionisanja, definisana kao složena funkcija zavisna od performansi raspoloživosti (performanse pouzdanosti, performanse pogodnosti održavanja i performanse logističke podrške održavanju), pokriva skoro u potpunosti efektivnost sistema.

TTZ treba da poseduje i zahtev integriteta — stabilnosti upotrebe koji određuje sposobnost sistema da po stupanju u rad funkcionise bez značajnih pogoršanja. Početni TTZ su osnovni polazni zahtevi koji definišu ukupni efekat radnih performansi tehničkog sistema koji se želi ostvariti. Kroz njih se daju svojstva koja se žele postići u odgovarajućem vremenu — periodu veka sistema. Time se usmerava razvoj i daju se osnovna polazišta za sam projekat. Na osnovu početnih TTZ izrađuje se nacrt propisa o kvalitetu proizvoda (PKP), čime se bliže određuje

željeni kvalitet. U toku projekta, sagledavanjem ograničenja koja su se pojavila i prilagođavanjem nivoa željenog upotrebnog kvaliteta, sa mogućnostima njegovog ostvarivanja, izrađuju se konačni TTZ kao najpovoljnije moguće rešenje. U konačnim TTZ nultom serijom određuje se i nivo kvaliteta odgovarajućim konačnim PKP, koji je kroz faze razvoja sredstva dograđivan i prilagođavan zahtevima korisnika i mogućnostima proizvodnje.

Nivo ostvarenih TTZ određuje i stepen zadovoljenja korisnika i daje mu osnovu za eventualne korekcije kroz ublažavanje ili izmenu zahteva i, u krajnjem, određuje osnovne elemente za odluku o uvođenju TMS u NVO VJ.

Ukupni kvalitet — rezultat interakcijske uslovljenosti koncipiranog konstrukcionog rešenja i postavljenih TTZ

Procesu razvoja — konstruisanja sredstava NVO prethodi proces donošenja odluke o proizvodnji novih ili poboljšanju postojećih sistema korisnika — nadležnog taktičkog nosioca Vojске Jugoslavije. Nakon ove odluke i dodele zadataka, nosilac razvoja i proizvodnje, na osnovu sveobuhvatno izučених TTZ, donosi odluku o koncepciji konstrukcijskog rešenja, koje će zadovoljiti zahteve. Odluka o predloženoj konstrukciji donosi se na temelju saznanja i analize svih činilaca značajnih za proizvodnju i prikupljenih podataka o rešenjima već postojećih sredstava iste ili slične namene, koja su u svetu poznata.

Koncepciju konstrukcije novog proizvoda opredeljuje niz uslova čije razmatranje podrazumeva detaljnu analizu:

- obima potreba proizvoda,
- informacija o svojstvima ranijih i sličnih proizvoda budućeg proizvođača,

— informacija o svojstvima sličnih ili istih sredstava drugih proizvođača u zemlji i svetu,

— poznavanje najnovijih tehnoloških rešenja iz određenih oblasti u okviru kojih treba da se razvije koncepcija podsistema,

— saznanja iz literature o problemima značajnim za proces i za proizvodnju,

— proizvodnih mogućnosti u proizvodnim jedinicama industrijskog kompleksa namenske proizvodnje i industrije (nivo tehnološkog razvoja i mogućnosti),

— obima i vrsta potrebnih novih stručnih znanja svih učesnika u procesu proizvodnje i kontrole,

— obima potrebnih novih proizvodnih sredstava,

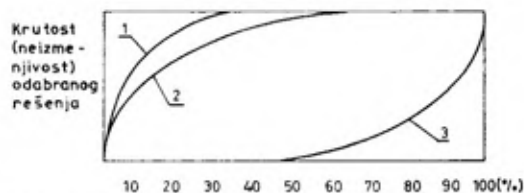
— obima i mogućnosti korišćenja proizvodnih kapaciteta drugih proizvođača,

— obima i mogućnosti nabavke pojedinih komponenata i elemenata u zemlji i inostranstvu.

U prvoj fazi konstruisanja određuju se uslovi koji definišu funkciju i svojstva sredstava, kao i granice područja u kojima se mogu nalaziti pokazatelji svojstava. U listi zahteva i graničnih uslova određuju se tačnija područja veličina pokazatelja i osobina. To su, prvenstveno, radni učinak, područja spoljnih mera i ukupne mase, kinematske i dinamičke veličine, sigurnost i pouzdanost, obim automatizacije kontrole i upravljanja, ergonomske uslovi, troškovi izrade, učestanost, obim i troškovi održavanja, mogućnost regeneracije i estetski izgled. Nakon određivanja liste zahteva i graničnih uslova vrši se detaljna analiza opšte funkcije i utvrđuju moguće parcijalne funkcije, principi njihovog ostvarivanja i definišu glavni problemi. Na osnovu usvojenog kriterijuma i načina vrednovanja odabira se najpogodniji princip njihovih izvršenja.

Obrazovanjem strukture funkcija analiziraju se principi rešenja za realizaciju svake usvojene funkcije i utvrđuje niz varijanata rešenja, određuju oblici sklopova, elemenata i osnovnih delova, i usvaja najpovoljnije rešenje za realizaciju opšte funkcije, koje će opredeliti operativna svojstva.

Pri svakom novom koraku i pri svakoj novoj odluci predloženo rešenje treba tako dobro proučiti i upoznati da se ne može sumnjati u utvrđena svojstva, istaći sve pozitivne i negativne činioce u takvoj meri koja obezbeđuje da ništa nije izostavljeno ili zanemareno. Zavisnost donošenja odluka o razvoju sredstava NVO i njihove materijalizacije prikazani su na slici 1.



Sl. 1 — Zavisnost donošenja odluka o razvoju sredstava NVO i njihove materijalizacije

1 — broj donetih odluka, 2 — broj časova utrošenih na projektovanje, 3 — broj časova utrošenih na materijalizaciju prototipa

Osnovni kriterijum za vrednovanje rešenja parcijalnih funkcija u procesu konstruisanja, kao i sistema u celini, čini lista TTZ i graničnih uslova. Osnovu za vrednovanje predstavlja stepen ispunjenja zahteva, uzimajući u obzir usvojeni značaj odnosno težinu pojedinih svojstava, odnosno zahteva.

Uvažavajući konstataciju da u procesu razvoja i proizvodnje novog proizvoda svaka prethodno doneta odluka ima veći značaj od naredne, i da se na kvalitet više može uticati u ranim odlukama, to se pre materijalizacije proizvoda radi traženja najkvalitetnijeg rešenja i optimalne varijante konstrukcije, koriste poznate klasične i moderne metode analize i sinteze te-

oretskog modela, uz simulaciju na računarima.

Tehnička valjanost svake varijante x -proizvoda, matematički se može prikazati zbirom poena po svim zahtevima od 1 do n , podeljenim sa maksimalnim brojem poena $p_{\max}$

$$x = (p_1 + p_2 + \dots + p_n) / np_{\max}$$

ili odgovarajućom vrednošću proizvoda broja poena i težine q

$$x \cdot q = (q_1 \cdot p_1 + \dots + q_i \cdot p_i + \dots + q_n \cdot p_n) / (q_1 + \dots + q_i + \dots + q_n) \cdot p_{\max},$$

gde je:

p — ocenjena valjanost kriterijuma — zahteva,

q — težina značaja kriterijuma — zahteva.

Interakcijski odnos i uzročno-posledična uslovljenost konstrukcije i zahteva moraju biti prisutni u svakom momentu donošenja nove odluke i pre svakog narednog koraka. Kao ulazna veličina tretira se zahtev, a kao izlazna veličina kvalitet — merilo vrednosti donete odluke.

Sistem kvaliteta u novom sociološkom, tehnološkom i ekonomskom okruženju nametnuo je novu filozofiju života na ličnom i grupnom planu, u čijoj osnovi su specijalistička znanja, kreativnost, produktivnost, odgovornost i disciplina. Mnogo je drugih opštih i posebnih činilaca koji opredeljuju kvalitet sredstava NVO naše namenske industrije. Svakako da je u težištu kvaliteta, kao primarni parametar savremenost tehnološkog nivoa konstrukcije u kojoj su inkorporirana sva moderna znanja matematike, tehnologije materijala, automatskog upravljanja, dizajna i estetike proizvoda, gde se kao visok kvalitet tretira visok stepen pouzdanosti funkcionisanja sredstva, uz zadatak operativnu gotovost i pogodnost za održavanje.

Jedan od posebno važnih činilaca kvaliteta sredstava NVO kao sistemske kategorije je tržište — kupac. Naime, poznat kupac, poznati zahtevi i jasni stavovi proizvođaču sredstava NVO već u startu otklanjaju nepoznanice i brzo usmeravaju njegove buduće odluke o koncepciji konstrukcije. Informacije o zadovoljnosti kupca proizvodima dosadašnjeg proizvodnog programa potpomažu odluke proizvođača. Ovu pozitivnu okolnost proizvođači sredstava NVO moraju adekvatno iskoristiti, kupca tretirati važnom karikom u lancu kvaliteta i omogućiti mu da sa svojim stavovima bude prisutan u svim fazama odlučivanja, kako bi se kvalitet ugradio u proizvod pri konstruisanju, pre materijalizacije. Svaka korekcija konstrukcije nakon izrade modela — prototipa ima teže posledice i neizvesnija je.

Odgovor na pitanje da li će razvijeno sredstvo zadovoljiti zahteve kupca treba da dâ revizija projekta koja će ujedno i povećati poverenje kupca da su u toku realizacije projektantsko-konstrukcionih aktivnosti uzeti u obzir svi zahtevi koji se odnose na vek sredstva.

Samo potpuno ispunjeni TTZ kupca mogu obezbediti ukupni kvalitet sredstava NVO, odnosno njihovu upotrebnu vrednost u celom veku, a posebno u poznijim fazama proizvodnje i korišćenja, i potvrditi opravdanost odabrane koncepcije konstrukcije.

Perspektive odnosa TTZ i kvaliteta u uslovima ograničenja fizičke i tehničke prirode

Nova tehničko-tehnološka dostignuća omogućila su da tehnička sredstva za potrebe Vojske Jugoslavije obezbeđuju visoku efikasnost, ali su zbog toga veoma složene konstrukcije i sa visokim tehnologijama. Te činjenice nametnule su i znatno proširenje zahteva korisnika.

Praktično, u realizaciji tehničkog rešenja sve je postalo moguće, pa čak i udovoljenje onih zahteva koji se smatraju nerealnim sa aspekta upotrebe sredstava. Sve to je ostvarivo ali uz visoke cene. Zato pitanje taktičke i ekonomske odgovornosti visokih i strogih TTZ treba svestrano analizirati, tražeći optimalni odnos ključnih parametara kvaliteta, zahteva i složenosti konstrukcije.

Upotrebni kvalitet NVO određen je brojnim ograničavajućim faktorima, posebno u sadašnjim uslovima proizvodnje i korišćenja. Pogoršanje ukupnih uslova privređivanja neminovno dovodi i do otežanog ispunjenja zadatah TTZ i degradacije kvaliteta. Pogoršane mogućnosti domaće proizvodnje da postigne i održi kvalitet tehničkih sistema, sve više uslovljavaju da proizvođači vrše pritisak za ublažavanje TTZ, čime se direktno traži degradacija svojstava tehničkih sistema, a posebno umanjene performansi upotrebe i integriteta upotrebe.

Sam postupak definisanja TTZ kroz dokumenta u fazi razvoja NVO omogućava određene korekcije i prilagođavanja, vodeći računa da se upotrebni kvalitet kreće u procenjeno poželjnim granicama. Ublažavanje TTZ i prilagođavanje nastalim uslovima ne sme bitno uticati na nivo projektovanog upotrebnog kvaliteta. Kvalitet NVO se mora uvek razmatrati u skladu sa nivoom dostignutog kvaliteta sličnih tehničkih sistema u svetu. Stoga i aktivnosti na podizanju kvaliteta u proizvodnji, rukovođene primenom odgovarajućih važećih standarda, imaju pozitivni efekat na usklađivanje TTZ i mogućnosti domaće proizvodnje.

Međutim, u praktičnoj realizaciji idejnog koncepta zahteva i adekvatnog konstrukcijskog rešenja postoje brojne neusaglašenosti i različite mogućnosti podsistema i sklopova sredstva koji uslovljavaju ostvarivanje zajedničke funkcije, odnosno ograničenja fi-

zičke i tehničke prirode. Na primer, nemoguće je razviti efikasan sistem za upravljanje vatrom koji će omogućiti gađanje ciljeva u pokretu pri velikim brzinama kretanja borbenog sredstva. Koliko je opravdano zahtevati velike brzine kretanja ako ih nije moguće podržati funkcijom efikasnog uništenja cilja, ili ako ih je nemoguće ostvariti na terenu izvođenja borbenih dejstava, imajući u vidu karakteristike zemljišta i dinamiku velikih inercijalnih masa, kakva su tela borbenih sredstava.

Optimizacija zahteva u teoriji i praksi raspoloživih tehničkih rešenja sklopova i podsistema prevashodan je zajednički zadatak korisnika i proizvođača uz naglašavanje njihove kompatibilnosti u realizaciji opšte funkcije i realnom sagledavanju postojećih ograničenja. Svaki zahtev treba analizirati sa aspekta principa fizičke realizacije zasebno, a zatim u sprezi sa ostalim, dodeljujući mu po kriterijumu kvaliteta sredstva odgovarajuću težinu i mesto na hijerarhijskoj lestevici značaja za ostvarenje namenske funkcije. Tada donju graničnu vrednost ekstremnog zahteva treba definisati na nivou maksimalne vrednosti zahteva koji je uslovio fizička i tehnička ograničenja prethodnog, sve u uslovima ekonomičnosti. Utvrđivanje konačne konfiguracije sredstva treba da bude rezultat stručno-specijalističke analize prihvatljivosti mogućih rešenja, odlučujući se za primenu onih saznanja koja su teoretski i praktično verifikovana u laboratorijama i na poligonima. Funkcionalni blok-dijagram, kojim vođa razvoja posle proučenih TTZ predlaže fizičku strukturu sistema, treba da da sve međusobne veze u međuzavisnosti pojedinih sklopova i podsistema. Posle utvrđivanja konačne konfiguracije generiše se grupa zahteva koja obezbeđuje međusobnu kompatibilnost svih sklopova. Ovako alocirani i upotpunjeni zahtevi predstavljaju osnovu za izradu predloga projektnog zadatka za razvoj sredstva.

Nesumnjivo je da će se u perspektivi nastaviti kontinuirano i brzo pomeranje donjih graničnih vrednosti zahteva uz dodavanje novih, shodno izmenjenim uslovima upotrebe sredstava u brzim i snažnim borbenim dejstvima, što će prednjačiti dostignutim tehničkim rešenjima i zahtevati nove razvojne zadatke i stalnu kreativnost nosioca razvoja.

Razvoj i projektovanje u uslovima novih ograničenja fizičke prirode indukuje nove upotrebne vrednosti i stalno povećavati kvalitet sredstava NVO u svetlu operativnih i logističkih svojstava.

Zaključak

Generalizacija kvaliteta sredstava NVO, u skladu sa važećom međunarodnom regulativom, istakla je veliki broj činilaca i veliki broj aktivnosti svih učesnika razvoja, proizvodnje i upotrebe na obezbeđenju kvaliteta proizvoda.

Stručno-specijalistička znanja proizvođača i nove tehnološke mogućnosti, zajedno sa sveobuhvatno definisanim TTZ korisnika, primarni su činioci kvaliteta, koji će savremenosti tehničkih rešenja konstrukcije i doslednošću is-

punjenja zahteva obezbediti upotrebni kvalitet proizvoda.

Kvalitet sredstava NVO u poznijim fazama proizvodnje i korišćenja, vrednovan kroz operativna svojstva, pouzdanost, pogodnost za održavanje, moguće koncepte održavanja i logističke podrške, obezbeđuje se u ranim fazama razvoja pri izradi idejnog i detaljnog projekta. Tada se problem zadovoljenja tehničko-eksploatacionih zahteva integrisano rešava sa traženjem rešenja za zadovoljenje zahteva ITOb-a u celom veku sredstva.

Kada u ranom periodu početnog razvoja nisu date sve odluke značajne za eksploataciju i ITOb, nerealno je očekivati zahtevani kvalitet.

Pošto kupac tek nakon materijalizacije i provere prototipa može objektivno proveriti jesu li ugrađeni i zadovoljeni njegovi zahtevi, neophodno je razviti metodologiju ocenjivanja koja će u ranim fazama razvoja omogućiti dobru procenu kvaliteta proizvoda u poznijim fazama proizvodnje i korišćenja.

Ukoliko kupac i izvođač pre materijalizacije prototipa zajednički razmotre i međusobno usaglasе sve odluke na osnovu kojih će biti razvijeno sredstvo, velika je verovatnoća da će konačno razvijeno sredstvo u potpunosti zadovoljiti zahteve kupca, odnosno TTZ.

Literatura:

- [1] Kodžopeljić J.: Ostvarivanje kvaliteta realizacijom metodologije integralnog tehničkog obezbeđenja, Kvalitet, 1994.
- [2] Kodžopeljić J.: Dosadašnji rezultati u razvoju i primeni integralnog tehničkog obezbeđenja u Vojski Jugoslavije, Zbornik radova Kvalitet u namenskoj industriji i Vojski Jugoslavije, 1994.
- [3] Kodžopeljić J., Stamenković B.: Karakteristike plana i programa za obezbeđenje pouzdanosti sredstava NVO, Vojnotehnički glasnik 5/88.
- [4] Taktičko-tehnički zahtevi za razvoj TMS — SNO 1096/85.
- [5] Pravilnik o opremanju sredstvima NVO.
- [6] Todorović J.: Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema, JUMV, Beograd 1993.
- [7] Savić Z., Ognjanović M.: Osnovi konstruisanja, Inženjersko mašinski priručnik, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1987.

Sc Marko Andrejić,
kapetan I klase, dipl. inž.

PRILOG DEFINISANJU I FORMALIZACIJI DNEVNOG PLANIRANJA I ORGANIZACIJE RADA U RADIONICAMA ZDRUŽENIH TAKTIČKIH JEDINICA

U ovom radu je sagledano planiranje dnevnog rada i organizacije u radionici, sa aspekta organizatora — komandira jedinice za održavanje. Izvršena je formalizacija procesa planiranja, dat predlog izgleda plana i preporuke za uspešnu dnevnu organizaciju rada.

Uvod

Dnevno planiranje i organizacija rada veliki su problem vojne a i drugih organizacija. Još uvek nije formalizovana, standardizovana, niti razrađena jedinstvena metodika dnevnog planiranja i organizacije rada.

Sa primerima lošeg dnevnog planiranja i organizacije rada, susreće se svakodnevno u mnogim elementima organizacione strukture vojske (servisima, radionicama, komandama različitih nivoa, ustanovama), što ukazuje na to da se još uvek dovoljno ne shvata njegov značaj.

Baveći se (insistirajući na) *višim ciljevima i strateškim problemima i planovima* ovaj elementarni, vremenski kratkotrajni segment u funkcionisanju vojne organizacije (čije se posledice neresavanja provlače kroz sve segmente i faze u razvoju organizacije) zanemaruje se, što ima za posledicu niz negativnosti.

I pored ogromnog značaja za život i rad organizacije, dnevno planiranje i organizacija rada vrlo se oskudno tretiraju u dostupnoj literaturi, za razliku od planiranja koja se odnose na

duži vremenski period¹⁾ (mesečno, tromesečno, polugodišnje i godišnje planiranje). Teoretičarima su ta saznanja teže dostupna, a praktičari (iskusni stručnjaci) čuvaju ih za sebe. Kod nas se za ta saznanja i iskustva malo ko interesuje, jer se smatra da su to »sitnice« kojima se bave *niži nivoi* rukovođenja i komandovanja, zaboravljajući pri tome da se, nezavisno od statusne pozicije u organizaciji, mora vršiti dnevno planiranje i organizacija rada. Priroda vojne organizacije je takva da je orijentisana na ljude čiji se rad mora planirati, kako bi se na osnovu tih planova kasnije vršilo usmeravanje napora i aktivnosti prema ostvarenju određenih — zadatih ciljeva.

Dragocen izvor saznanja iz ove oblasti su stručnjaci koji su u praksi rešavali ove probleme, a i teorijski ih izučavali, tako da poznaju suštinu pro-

¹⁾ Godišnje i mesečno planiranje se, uglavnom, solidno obrađuju u dostupnoj literaturi i časopisima, a odnose se pretežno na civilne proizvodne organizacije koje rade u stacionarnim uslovima sa ustaljenom tehnologijom i organizacijom.

Opšte preporuke i načela mogu se preslikati i primeniti i na radionice (jedinice za održavanje), uz određene dopune koje važe za radionicu kao vojni kolektiv.

blema, vladaju teorijom planiranja i metodikom rešavanja problema.

Među brojnim aktivnostima koje treba planirati u združenim taktičkim jedinicama (ZTJ), u okviru jedinstvenog dnevnog planiranja borbene obuke i vaspitanja, jeste i planiranje dnevnih zadataka i organizacije rada radionice.

Veliki problem pri planiranju dnevnog rada radionice ogleda se u *neiznalaženju kompromisa* u zadovoljenju interesa korisnika usluga radionice i interesa same radionice.

Dnevno planiranje i organizacija rada u radionicama predstavljaju dijalektičko jedinstvo, i vrlo teško ih je posmatrati odvojeno jer su komplementarni, usmereni ka zajedničkom cilju, i međusobno se dopunjuju.

Cilj ovog rada (nadovezuje se na Planiranje mesečnog rada radionice u ZTJ), jeste da:

- ukaže na potrebu i način dnevnog planiranja i organizovanja rada u radionici, u uslovima smanjenja ljudskih resursa usled transformacije VJ, kako bi se povećala rentabilnost poslovanja, borbena gotovost jedinica za održavanje i smanjili utrošci i nenamensko korišćenje resursa radionice;

- olakša i unapredi rad planera dnevnog rada i organizacije u radionicama u ZTJ i time poveća njihovu uspešnost u obavljanju funkcionalnih dužnosti;

- doprinese formalizaciji planiranja dnevnog rada i organizacije u radionicama ZTJ;

- podstakne razmišljanje šireg kruga čitalaca na temu unapređenja mesečnog rada radionice.

Potreba za dnevnim planiranjem i organizacijom rada

Brojni uticaji okruženja (fizičkog i društvenog) i uslova života i rada u kojima radionica izvršava zadatke, zahtevaju potrebu za stalnim planira-

njem dnevnog rada radionice i iznalaženje organizacije koja će obezbediti uspešno izvršenje namenskih zadataka.

Svoje zadatke radionica izvršava u uslovima velike »konkurencije« i istih kriterijuma za sve osnovne jedinice, bez dovoljnog uvažavanja specifičnosti njenog poslovanja.

Posledice lošeg dnevnog planiranja i organizacije rada u radionici manifestuju se u nemogućnosti realizacije mesečnog plana rada radionice, smanjenoj rentabilnosti poslovanja, smanjenoj borbenoj gotovosti jedinice za održavanje i ZTJ u celini, povećanim i nenamenskim trošenjem (upotrebom) resursa.

Mesečnim planiranjem ne može se dovoljno i potpuno obuhvatiti planiranje i rad u radionici, s obzirom na određena odstupanja, vanredne i nepredvidive obaveze (od strane planera mesečnog rada radionice), uslovljene promenama u širem okruženju zbog kojih vojska kao sistem i njeni pojedini elementi moraju reagovati na određeni način. Domet mesečnog planiranja rada radionice je ograničen i racionalnim logičkim pristupom planiranju, koji ne dozvoljava preveliko detaljisanje u situacijama kada nedostaju određene kvalitetne informacije i za stanja sistema koja odlikuje određeni stepen neodređenosti, a i ulaganja (napore) koja bi bila veća od ostvarenih efekata. Ova praznina može se pokriti samo umešnim dnevnim planiranjem i organizacijom rada.

Dnevno planiranje rada radionice nije formalizovano i standardizovano, tako da je u praksi prisutna velika raznolikost, nejednak stepen uspešnosti rada radionica i otežano upravljanje radom radionica.

S obzirom na značaj dnevnog plana i organizacije rada u radionici, i na određene elekte koji se mogu njime postići (smanjenje utroška i nenamenskog trošenja resursa, povećanje rentabilnosti poslovanja, povećanje borbe-

ne gotovosti jedinice za održavanje i ZTJ koju podržava radionica), nužno ga je razraditi, formalizovati i dati opšte preporuke za uspešnu dnevnu organizaciju rada.

Mesečni gubici resursa (vremen-skih, novčanih i drugih), usled lošeg planiranja i organizacije rada, često su veći od prostog zbira dnevnih gubitaka.

Kvalitetnim dnevnim planiranjem i organizacijom rada stvara se povoljna organizacijska klima za izvršavanje zadataka.

Veliki broj ZTJ u strukturi VJ, i veliki značaj uspešnog funkcionisanja radionice za borbenu gotovost združenih taktičkih jedinica (kojeg nema bez dobrog dnevnog planiranja i organizacije rada) zahtevaju da se ovom problemu posveti više pažnje.

Dnevno planiranje rada radionice

Planiranjem mesečnog rada radionice [2] stvaraju se materijalne i druge pretpostavke za realizaciju rada radionice, kroz osmišljavanje i preduzimanje adekvatnih akcija u oblasti planiranja, organizovanja, komandovanja, koordinacije i kontrole. Te aktivnosti uzimaju se u obzir i pri planiranju dnevnog rada i organizacije u radionici, ali u obimu koji je primeren vremenskom intervalu u kome će one »ispoljavati dejstvo«.

Prilikom planiranja dnevnog rada i organizacije u radionici, ona se mora posmatrati integralno u sastavu borbene obuke i vaspitanja, i pri tome uzimati u obzir uslove života i rada u ZTJ, veliku dinamiku aktivnosti, česte vanredne zadatke, određena sezonska kolebanja intenziteta rada i uspešnosti rada radionice (npr. zbog odsustvovanja rukovodećeg kadra), kao i ostala brojna organizaciona i tehnološka ograničenja.

Pri tome se radionica mora posmatrati kao *radna organizacija* koja

mora zadovoljiti visok stepen rentabilnosti poslovanja, *servis* koji opslužuje korisnike njenih usluga (jedinice rodova i službi), i kao *borbena jedinica* koja mora obezbediti visoki stepen borbene gotovosti.

Veliki problem u dnevnom planiranju rada radionice jeste veliki broj subjekata čiji se rad planira (vojnici na odsluženju vojnog roka, vojnici po ugovoru, civilna lica, podoficiri) koji se razlikuju po ličnim osobinama, navikama, stepenu obrazovanja, vojno-videncionim specijalnostima, stepenu stručnosti, itd.

Dnevno planiranje rada radionice obavlja se da bi se:

- planski zadaci u celosti ispunili u pogledu asortimana, termina i kvaliteta, odnosno ostvarila uspešna realizacija mesečnog plana rada radionice;

- radni proces u radionici odvijao što više ritmički i kontinuirano;

- resursi namenski i optimalno koristili;

- svakoj organizacionoj celini na vreme prezentirali (dostavili) planski zadaci;

- udovoljilo potrebama i zahtevima korišćenja obavezne radioničke, radne, nastavne, materijalne i druge dokumentacije;

- efikasno iskorištavala oprema i ljudski resursi;

- ostvario visok stepen iskorišćenja prostora;

- ostvarilo efikasno i povoljno kretanje ljudi i materijala tokom radnog procesa;

- obezbedila komforna radna sredina i neophodni sanitarno-tehnički uslovi;

- obezbedio lak pristup opremi radi realizacije planskih zadataka, kako bi se izbeglo stvaranje *uskih grla* i povećanje dužine trajanja pojedinih aktivnosti, pojava zastoja i zakrčenja radnih mesta i prolaza, loš kvalitet rada i loši sigurnosni uslovi i povećani utrošak resursa.

Pri planiranju dnevnog rada radionice potrebno je rešiti sledeće probleme:

— iznaći adekvatan način angažovanja jedinice za održavanje (radionice) i njenih delova kako bi se dnevno radno vreme maksimalno iskoristilo za realizaciju planskih funkcionalnih zadataka, koji proizilaze iz Mesečnog plana rada radionice i ostalih planova, zahteva korisnika usluga i naređenja pretpostavljenih organa;

— obezbediti maksimalnu dnevnu uposlenost stručne radne snage i ostalih elemenata organizacione strukture radionice;

— osmisлити adekvatne akcije koje treba svakodnevno preduzimati radi stvaranja povoljnih uslova za unapređenje organizacije rada i poslovanja u radionici, odnosno povećanja b/g jedinice za održavanje i time ZTJ u celini.

Planiranje dnevnog rada radionice odvija se u tri faze:

- predviđanje,
- odlučivanje,
- izrada plana.

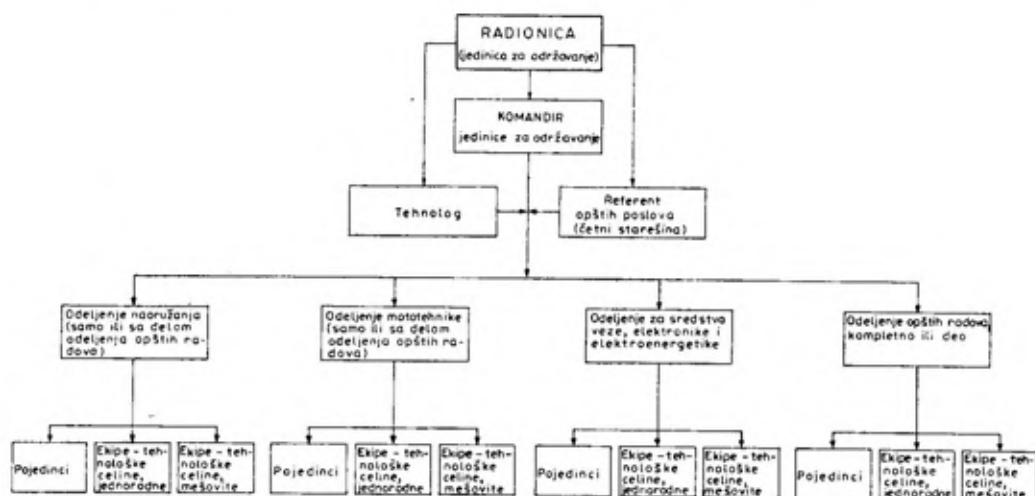
Predviđanje

U fazi predviđanja potrebno je:

— sagledati potrebe za angažovanjem radionice i identifikovati zadatke koji treba da se planiraju, na osnovu Mesečnog plana rada radionice i ostalih planova, zahteva korisnika usluga radionice, naređenja pretpostavljenih organa, poznavanja stepena realizacije zadataka od prethodnog dana i rezultata kreativne procene komandira jedinice za održavanje. Ove potrebe treba kvantifikovati i izraziti u normačasovima;

— sagledati mogućnost za angažovanjem radionice, na osnovu poznate strukture—formacije radionice, dnevnog angažovanja ljudstva zavisno od strukture o kojoj se radi i (iz iskustva) poznatog koeficijenta organizacionih i tehnoloških gubitaka;

— odrediti adekvatnu strukturu, odnosno oblik grupisanja za izvršenje zadataka, koji proističu iz potreba za angažovanjem radionice (pojedinci, ekipe, tehnološke celine, kombinacija napred navedenih elemenata), uz uvažavanje organizacionih i tehnoloških gubitaka i formirati stablo strukture potrebne za izvršenje dnevnih zadataka (slika 1);



Sl. 1 — Stablo strukture koja izvršava dnevne zadatke radionice

— odrediti odgovorne nosioce zadataka i izvršiocima;

— pravilno formulisati zadatke odgovornim izvršiocima;

— iznaći povoljan način za dodelu zadataka potčinjenima i izvršiocima (upoznavanje sa zadatkom);

— sagledati pripreme koje je potrebno obaviti radi uspešnog izvršenja definisanih zadataka (moralne, psihološke, materijalne, stručne i organizacione);

— sagledati potrebe za koordinacijom;

— sagledati potrebe za kontrolom (ključna mesta u procesu realizacije dnevnih zadataka);

— iznaći adekvatan način izveštavanja o stanju;

— sagledati posebno osetljiva mesta sa aspekta bezbednosti ljudstva, imovine i nesmetanog odvijanja radnog procesa;

— predvideti eventualne poremećaje u ustaljenom funkcionisanju radionice;

— sagledati vanplanske zadatke koji mogu biti dodeljeni radionici;

— sagledati način i potrebu pružanja određenih oblika pomoći komandirima organizacionih celina i neposrednim izvršiocima pojedinih zadataka;

— sagledati način upošljavanja civilnih lica, do dolaska vojnika sa jutarnje smotre;

— obezbediti pristup rezervnim delovima od samog početka radnog vremena, odnosno treba da budu dostupni kad god se za time ukaže potreba (pod uslovom da ih ima u magacinu);

— sagledati potrebne novčane resurse;

— iznaći optimalan način rada (organizaciju) kojim se dnevni gubici (rashodi) svode na najmanju meru;

— iznaći adekvatan način koordinacije aktivnosti, kako bi se izbeglo

skupljanje velikog broja TMS ispred radionice i ostali poremećaji koji stvaraju uska grla u ustaljenom funkcionisanju radionice kao organizacije;

— odrediti vremenske intervale u kojima se najbolje vidi »presek stanja«, radi sprovođenja kontrole i pružanja pomoći;

— iznaći adekvatan način motivacije ljudstva za izvršenje zadataka;

— sagledati prioritete, od ranije poznate, naknadno određene prioritete i prioritete uslovljene tehnologijom radova (npr. zbog narušavanja hermetizacije sklopova i agregata, i dr.);

— identifikovati posebno opasna mesta pri radu, s obzirom na mogućnost povređivanja;

— sagledati neophodne mere bezbednosti i zaštite (zaštite na radu, higijensko-tehnološke zaštite, protivpožarne zaštite, i dr.) koje treba preduzeti s obzirom na prirodu zadataka koji se izvršavaju;

— sagledati moguća odstupanja od plana (naročito nedolazak TMS u radionicu) i koje aktivnosti realizovati da bi resursi radionice bili iskorišteni;

— sagledati dokumentaciju potrebnu za izradu određenih delova (manje složeni delovi za koje nije potrebna termička obrada);

— sagledati vojnostručnu literaturu potrebnu za izvršenje složenijih zadataka (tehnički pregledi i laki remont složenijih sredstava i sklopova);

— iznaći adekvatan sistem dnevne komunikacije;

— iznaći adekvatan način analize dnevnog rada radionice;

— obezbediti korektne međuljudske odnose u radionici, pravilnu i pravičnu dodelu zadataka, materijalno i moralno stimulisanje za kvalitetno izvršenje zadataka;

— iznaći adekvatan način usmeravanja procesa rada i kontrolisanja ljudstva;

— iznaći optimalan način organizovanja radnih mesta kroz: sagledava-

nje potreba za snabdevanjem radnog mesta materijalom, dokumentacijom i specijalnim alatom; obezbeđenje radnog mesta odgovarajućom radnom snagom i sredstvima za rad; obezbeđenje adekvatnog prostora, rasporeda sredstava za rad i materijala na radnom mestu, uprošćenje načina i smanjenje vremena rada na radnom mestu; smanjenje štetnog delovanja fizičko-hemijskih uticaja na radnom mestu i obezbeđenje zdravstvene opreme (optimalno radno mesto), itd.

Odlučivanje

Odlučivanje predstavlja *opredeljenje* za aktivnosti koje će ući u Plan, na osnovu *sagledanih potreba* za angažovanjem radionice koje proizilaze iz planova, *zahteva korisnika usluga* radionice, *naređenja* pretpostavljenih organa i kreativne procene komandira jedinice za održavanje.

Opredeljenje za aktivnosti koje će ući u plan vrši se poređenjem potreba za angažovanjem radionice sa mogućnostima radionice (izraženim u norma časovima) uz uvažavanje određenih prioriteta.

Izrada plana

Ova faza je aktivnost tehničke prirode koja započinje još u fazi predviđanja.

Plan izrađuju komandir jedinice za održavanje i tehnolog (tamo gde ga ima) u radnoj beležnici, odnosno na formalizovanom obrascu (za sada nije zvanično propisan a u radu se daje predlog njegovog izgleda) za celu jedinicu, a komandiri organizacionih celina unose u radne beležnice zadatke (deo plana) koji se odnose na njihov sastav.

Da se komandiri organizacionih celina (radioničkih odeljenja) nebi opterećivali administrativno-planskim pos-

lovima, neophodno je da dnevni plan rada radionice *pokrije* određene aktivnosti koje su zajedničke za više odeljenja.

U skladu sa *Dnevnim planom rada radionice* komandiri odeljenja mogu vršiti dalju detaljizaciju određenih elemenata plana (naročito u delu koji se odnosi na dodelu zadatka), s obzirom da detaljno poznaju mogućnosti stručne radne snage, prirodu posla koji se obavlja, stepen realizacije započetih radova i ostale uticajne činioce.

Svaki izvršilac, na osnovu dobijenog zadatka osmišljava svoj lični plan na osnovu koga pristupa izvršenju zadatka. Ovi planovi znatno se razlikuju kod pojedinih izvršilaca, a uslovljeni su određenim specifičnostima koje pojedine izvršioce izdvajaju od ostalih.

Pri izradi dnevnog plana rada radionice neophodna je tesna saradnja komandira jedinice za održavanje sa organom TSl, komandantom pozadinskog bataljona i komandirima radioničkih odeljenja.

Dnevni plan rada radionice sadrži zadatke po elementima organizacione strukture u organizacionim celinama (zadaci od većeg značaja koje realizuju pojedinci, zadaci tehnoloških celina, grupa, ekipa, radioničkih odeljenja), dok planovi radioničkih odeljenja sadrže i precizne zadatke *svakog* pojedinca.

Plan koji radi komandir jedinice za održavanje i komandiri radioničkih odeljenja komplementarni su i usmereni ka zajedničkom cilju.

Dnevni plan rada radionice izrađuje se na osnovu:

— Mesečnog plana izvođenja borbene obuke i vaspitanja (aktivnosti planirane u Rasporedu borbene obuke i rada) jedinice za održavanje,

— Mesečnog plana rada radionice,

— Plana punjenja i kondicioniranja akumulatora,

— Plana ispomoći jedinicama pri vršenju periodičnih pregleda,

— Plana veštačkog trzanja sistema artiljerijskih oruđa,

— Plana ispomoći jedinicama pri proveru veza,

— Plana ispomoći radionice jedinicama, pri realizaciji *posebnih* zadataka u ZTJ (komandantski pregledi, vežbe provere mobilizacijske i borbene spremnosti pojedinih jedinica, logorovanja, pojedinačna, odeljenska i vodna gađanja),

— naređenih prioriteta,

— naređenja primljenih od pretpostavljenih organa,

— zahteva jedinica i komandi,

— rezultata kreativnog predviđanja komandira jedinice za održavanje.

Dnevnim planom rada svakom izvršiocu (elementu organizacione strukture) treba precizirati:

— šta da uradi (tehnoški proces, proizvodni proces, posao, faze rada, operacije, zavisno od prirode i značaja zadatka, naziv TMS koja treba uzeti u rad u toku dana u pojedinim organizacionim celinama),

— koliko (kvantifikovati obim zadatka),

— s kim (ko sarađuje, ko pruža stručnu a ko fizičku pomoć),

— s čim (oprema i specijalni alat, potrebni r/d, r/m i p/m),

— kako (način, postupak izvršenja pojedinih složenijih zadataka),

— gde (precizno mesto izvođenja),

— do kada (rok izvršenja zadatka),

— način i vreme izveštavanja o toku realizacije,

— pretpočinjavanje određenih elemenata organizacione strukture (radionice — jedinice za održavanje) drugim jedinicama,

— šta činiti ako se zadaci ne odvijaju prema predviđenoj dinamici i na očekivani način,

— prioritete.

Proces planiranja dnevnog rada radionice, pripreme za njegovu realizaciju i analizu realizacije, prikazani su na slici 2.

Moguća (predložena) forma dnevnog plana rada radionice data je na slici 3.

Upoznavanje sa planom dnevnog rada radionice i dodela zadataka

Praksa je pokazala da je poželjno ceo sastav radionice upoznati sa planom za naredni (tekući) dan, jer se time obezbeđuje neposredni kontakt i jedinstveno shvatanje plana (zadataka koji treba da se realizuju), izbegavaju nesuglasice, nejasnoće i proizvoljna tumačenja plana.

Pri upoznavanju sa Dnevnim planom rada radionice, komandir jedinice za održavanje, pored iznošenja zadataka koje pojedini elementi organizacione strukture treba da reše, ukazuje i na:

— delove koje treba prikupljati i gde, radi regeneracije i ponovnog korišćenja;

— značaj pojedinih radova za b/g jedinice;

— nužnost kvalitetnog izvršavanja radova, samokontrole i uzajamne kontrole;

— posebno značajne faze rada, operacije ili posao u realizaciji zadataka;

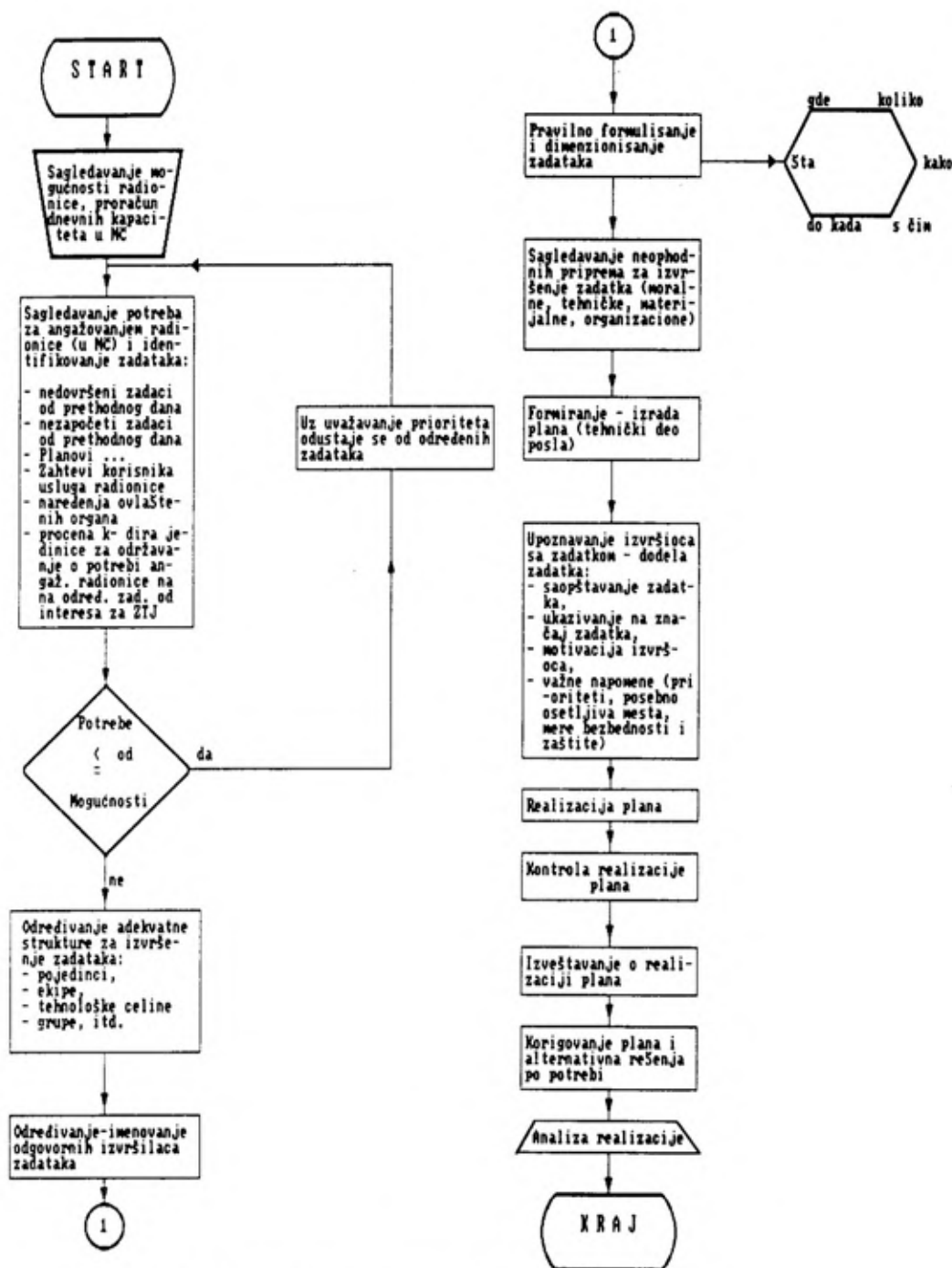
— prioritete u izvršavanju zadataka;

— posebno osetljiva mesta sa aspekata zaštite na radu i bezbednosti;

— potrebnu pripremu izvršioca (stručna, materijalna) radova;

— pretpočinjavanje pri izvršavanju zadataka;

— evidentiranje izvršenih radova u radioničkoj dokumentaciji (radioničke i radne liste);



Sl. 2 — Proces izrade i sprovođenja Dnevnog plana rada radionice

Dnevni plan rada radionice

R. br.	Zadatak (šta uraditi)	Ko da uradi (odgovoran izvršilac - po jedinici, tehnološka celina, ekipa, odeljenje)	Do kada (krajnje vreme izvršenja zadatka)	S kim (s saradnicima - ostali učesnici u realizaciji zadatka)	S čim (prema specijalnim i zajedničkim zadacima)	Gde (mesto realizacije zadatka)	Kako (način postupka realizacije zadatka)	Koliko (koliko puta - količina)	Za što (značaj zadatka)	Prioriteti (u izvršavanju zadatka)	Šta raditi (ako poslovi ne teku po planu (rezervna angažovanja ljudstva))	Priprema (tehnička, organizaciona, materijalna, stručna)	Priprema (radnih mesta)
Pretpostavljanje: Potrebna vojnostručna literatura, materijalna i radionička dokumentacija; Posebno osetljive faze (mesta) u realizaciji zadatka (s obzirom na mogućnost nastajanja vanrednih događaja): Mere bezbednosti i zaštite na radu; Izveštavanje; Moralne pripreme;											Vanredni zadaci:		

Sl. 3 — Dnevni plan rada radionice

— evidentiranje izvršenih radova u tehničkim knjižicama (tehnički pregledi, konzervacija, zamena pojedinih delova i sklopova, zamena radnih medija);

— evidentiranje utroška materijalnih resursa u materijalnim dokumentima (LIP-ovi r/d i dr.);

— evidentiranje podataka u rasporedu borbene obuke i rada;

— postupak kod vanrednih oštećenja sredstava i povećanog utroška novčanih sredstava;

— podelu specijalne opreme i alata;

— dinamiku izvršenja određenih (posebno značajnih) zadataka, itd.

Prilikom dodele zadataka mora se voditi računa o *delegiranju ovlašćenja* od strane komandira radionice (da sve ne radi sam) već da izvesna ovlašćenja i slobodu u dodeli zadataka prepusti komandirima koji neposredno komuniciraju sa izvršiocima. Time se pozitivno utiče na ugled i autoritet komandira jedinice za održavanje i komandira odeljenja.

Kod složenijih zadataka i zadataka koji duže traju, zbog velikog broja operacija koje treba realizovati i ote-

žnog praćenja njihove realizacije, neophodno je da precizne zadatke izvršiocima izdaju komandiri odeljenja, na licu mesta, (npr. II tehnički pregled borbenih vozila).

Na kraju svakog radnog dana vrši se kritička analiza tekućeg radnog dana sa celokupnim ljudstvom radionice (mogu samo komandir jedinice za održavanje i neposredno potčinjeni komandiri, a da se ostalo ljudstvo upozna izvodno ili kombinacijom navedenih načina) i *načelno upoznavanje* sa sutrašnjim zadacima, a negde i konkretizacija. Izjutra se vrši »ponavljanje« dodeljenih zadataka i dodela dopunskih (na osnovu dopunskih informacija, zahteva i zadataka).

Suvišno administriranje i »veliki proračuni« pri dnevnom planiranju rada radionice izbegavaju se kvalitetnim i brzim procenama zasnovanim na primeni logičko-formalne analize, insistiranjem na »stalnoj« angažovanosti ljudstva i primeni određenih logičkih procedura — pravila odlučivanja koja su podesna za vizuelnu komunikaciju i prilagođena perceptivnom sistemu čoveka.

Dnevna organizacija rada radionice

Pod dnevnom organizacijom rada podrazumevamo način funkcionisanja radionice (kao organizacionog sistema) u toku radnog dana i hronološki redosled aktivnosti (prostorni i vremenski) koje se odvijaju u radionici.

U okviru dnevne organizacije rada radionice, komandir jedinice za održavanje mora sebi, u toku radnog dana (u svom ličnom planu), obezbediti vreme za:

- rad,
- usavršavanje,
- razmišljanje,
- opuštanje — odmor (aktivan ili pasivan).

Za navedene aktivnosti u okviru dnevnog radnog vremena treba obezbediti vreme i za ostalo ljudstvo zavisno od njihove *statusne pozicije* u organizaciji (radionici) i prirode zadataka koje izvršavaju.

Neophodno je da se predviđanjem ide ispred pojava koje mogu usloviti zastoje u radu i odstupanja od osnovnih zadataka koje radionica realizuje.

Komandir jedinice za održavanje osnovni je planer i organizator borbene obuke i vaspitanja, i glavni pokretač akcija u svojoj jedinici. Svojim akcijama i naporima stvara povoljnu organizacijsku klimu, uobličava kolektivni život i stvara uslove (obezbeđuje) da jedinica — radionica, funkcioniše kao skladna celina. Samo tamo gde postoji kvalitetno planiranje i organizacija rada, postoji i dobra motivisanost članova organizacije, jer iz toga se vide stremjenja ka nečemu (ciljevi) i svrha svega što se radi.

Pri dnevnom planiranju i organizaciji rada radionice posebno dolazi do izražaja organizatorska sposobnost, kreativnost, pronicljivost, sugestibilnost, smisao za saradnju i rad sa ljudima, te i druge sposobnosti koman-

dira jedinice za održavanje i komandira organizacijskih celina u njenom okviru (odeljenja, vodova). Ovaj problem otvara, pored ostalih, i pitanje »kako organizovati rad i kako sam raditi da bi bio *uspešan i cenjen* u radionici — jedinici za održavanje i ZTJ«.

Ključna ličnost u planiranju i organizaciji dnevnog rada u radionici je komandir jedinice za održavanje, pa zbog toga njegovom radu i ponašanju treba posvetiti najviše pažnje.

Komandiri radioničkih celina (odeljenja) osnovni su izvođači borbene obuke i vaspitanja, odnosno realizatori aktivnosti koje planira komandir jedinice za održavanje. Njihov doprinos planskoj funkciji ogleda se u davanju korisnih informacija i predloga i daljoj operacionalizaciji plana koji izrađuje komandir jedinice za održavanje (naročito u delu koji se odnosi na dobru zadatka svakom izvršiocu).

S obzirom na to da je komandir jedinice ključni subjekat u uspostavljanju efikasne dnevne organizacije rada u radionici, neophodno je sagledati aktivnosti koje u toku radnog vremena treba da realizuje komandir jedinice za održavanje.

Redosled aktivnosti, uz neznatna odstupanja, uslovljena specifičnošću uslova u kojima pojedine jedinice za održavanje izvršavaju zadatke, treba da bude:

- dolazak u kasarnu (jedinicu);
- informisanje kod dežurnog oficira ZTJ o stanju u jedinici;
- informisanje²⁾ kod dežurnog pozb o stanju u jedinici;
- prijem raporta od dežurnog jedinice za održavanje;

²⁾ Do početka rada u radionici aktivnosti treba maksimalno iskoristiti za zatvaranje informacionog ciklusa neophodnog za rešavanje većine problema koji bi mogli opterećivati organizaciju — radionicu u toku dana, ili se na bilo koji način reflektovati na njeno stanje. Takođe, to vreme treba iskoristiti i za stvaranje pozitivne organizacijske klime i pozitivne motivacije izvršilaca poslova, posebno promenljivog sastava (vojnici na odsluženju vojnog roka).

— obilazak kruga koji održava jedinicu za održavanje i prostorija za smeštaj ljudstva;

— obilazak radioničkih prostora i utvrđivanje prisutnosti na poslu;

— obilazak ostalih organa unutrašnje službe (ako ih ima);

— razgovor sa komandantom pozadinskog bataljona i načelnikom TSl;

— razgovor sa korisnicima usluga radionice tekućeg dana;

— prisutnost na jutarnjoj smotri;

— postrojavanje cele jedinice ispred radionice i upoznavanje sa dnevnim planom rada (ponavljanje zadataka izdatih na kraju prethodnog dana pred postrojenom jedinicom);³

— obilazak radioničkih odeljenja — pogona, radi pružanja pomoći oko uspešnog početka radnog dana;

— obilazak magacina r/d i servisne stanice;

— obilazak ljudstva na radnim mestima 2 do 3 puta dnevno, pružanje pomoći i kontrola (u trenutku kada se intelektualno zamori od rutinskih ili kreativnih poslova)⁴;

— realizacija određenih aktivnosti i zadataka planiranih u *Rasporedu borbene obuke i rada*;

— smena organa unutrašnje službe;

— obavljanje službenih razgovora sa potčinjenima;

— globalna analiza dnevnog rada sa celokupnim sastavom radionice, ukazivanje na propuste i izdavanje zadataka za naredni dan;⁵

³ Posle toga komandiri organizacionih celina odvođe svoje ljudstvo na radna mesta i izdaju konkretne zadatke.

⁴ Prilikom sprovođenja ove aktivnosti treba postupati mudro i oprezno, uz uvažavanje različitosti strukture koja se obilazi — kontroliše (vojnici na odluku vojnog roka, civilna lica, podoficiri, oficiri).

⁵ Dnevni rad komandiri odeljenja analiziraju u toku hodovanja na radnim mestima, ili zajedno sa svojim ljudstvom, pre analize koju vrši komandir jedinice za održavanje.

— detaljna analiza radnog dana⁶) sa komandirima organizacionih celina i radni dogovor za naredni dan;

— lična priprema i stvaranje uslova za realizaciju plana za naredni dan.

Svakodnevno provođenje ovih aktivnosti posebno je značajno zbog promenljivog sastava (u proseku ga čini oko 70% od ukupnog brojnog stanja jedinice za održavanje), jer se time postepeno utiče na formiranje određenih pozitivnih radnih navika i opšteprihvatljivih vrednosti kod potčinjenih, naročito kod mladih, izgrađuje i razvija određeni sistem rada u jedinici za održavanje i svakodnevno stiče uvid u stanje.

Radi uspešnog dnevnog planiranja i organizacije rada radionice, od komandira jedinice za održavanje zahteva se tesna saradnja sa upravnim organom tehničke službe (TSl) i drugim organima komande, komandirima osnovnih jedinica, komandama i neposredno potčinjenim organima.

Preporuke za uspešno funkcionisanje radionice

Polazeći od prirode vojne organizacije, uslova života i rada u ZTJ i zadataka koje radionica izvršava, mogu se sistematizirati određene preporuke za rad na stvaranju uslova i obezbeđenju uspešnog dnevnog funkcionisanja radionice kao organizacije i vojnog kolektiva.

Ove preporuke usmerene su na rešavanje (sprečavanje nastajanja) problema organizacione, stručne i ljudske prirode. S obzirom na to da su problemi organizacione i stručne prirode ta-

⁶ Dosadašnja praksa je pokazala da se dnevna i mesečna analiza rada radionice vrši površno, pri mesečnim analizama rada radionice gubi se resursa (uglavnom kapaciteti radne snage izraženi u norma-časovima) izražavaju se ukupno, tako da se uopšte (ili vrlo retko) razmatraju pravi uzroci neostvarenja plana, odnosno dnevni gubici resursa i dnevna odstupanja od plana.

kođe ljudski, vrlo ih je teško razdvojiti. Zbog toga će se taksativno nabrojati određene preporuke kojih se treba pridržavati radi uspešnog funkcionisanja radionice, bez njihovog izdvajanja i svrstavanja u navedene grupe:

— *rad* komandira jedinice za održavanje, tehnologa i referenta opštih poslova mora biti u funkciji stvaranja uslova za realizaciju proizvodnih zadataka;

— kontinuirano razvijanje pozitivnih vrednosti i navika;

— stvorenu organizaciju rada i uhodanu hronologiju odvijanja aktivnosti koje se ciklično ponavljaju usavršavati postepeno i bez naglih promena;

— kvalitetno uobličavati kolektivni život i sprečavati nastajanje konfliktnih situacija;

— stalno insistirati na kvalitetu i kvantitetu rada;

— stalno insistirati na korišćenju formacijske opreme i poštovanju propisanih tehnologija;

— za radne sastanke pripremati se temeljito i dobro ih organizovati, a diskusije na sastancima *usmeravati* ka definisanom cilju;

— radi sticanja uvida u stanje, kontrole i pomoći, i pružanja pozitivnog doprinosa unapređenju ukupne organizacije života i rada, povremeno provoditi 24 časa u jedinici;

— *kontinuirano* izučavati sistem rada i odnose u bližem i daljem okruženju u kome radionica posluje — izvršava zadatke, i postepeno im se prilagođavati;

— redovno informisanje i praćenje informacija koje ulaze u sistem neformalnim komunikacijama (neformalne komunikacije ne treba gušiti, jer mogu proizvesti suprotne efekte, već ih smanjivati jačanjem formalnog komuniciranja);

— obezbediti da neposredno potčinjeni organi poseduju više dominan-

tnih znanja (informacija) od njima potčinjenih (izvršilaca);

— razvijati i podsticati inicijativu i stvaralački duh;

— podsticati ljude da slobodno iznose svoje predloge koji se odnose na poboljšanje organizacije rada, a takođe i svoje probleme;

— insistirati na odgovornosti;

— *upravljanje*, rukovođenje i komandovanje u radionici posmatrati kao interpersonalan, recipročan psihodinamičan odnos;

— razvijati poverenje u rukovodioce;

— uvažavati neposredno potčinjene rukovodioce;

— obećanja ispunjavati;

— svakodnevno raditi na podizanju standarda i komfora potčinjenih, kao i ostalih činilaca humanizacije rada;

— neprekidno stvarati uslove za samopotvrđivanje i jačanje samopouzdanja i ljudi;

— povremeno sebe i neposredno potčinjene izlagati dokazivanju i potvrđivanju sposobnosti, radi jačanja neformalnog i potvrđivanja formalnog autoriteta, u aktivnostima koje realizuju neposredno potčinjeni (sklapanje i rasklapanje sredstava, pravilnoj upotrebi TMS, dijagnostici neispravnosti, frontalnim nastupima u kriznim situacijama);

— orijentisanost na ljude i (proizvodni) rad;

— svakodnevno insistirati na visokom stepenu odgovornosti i biti odgovoran;

— neformalnim kontaktima u bližem i daljem okruženju stvarati uslove za uspešnost rada radionice (obezbeđenje rezervnih delova, informacije, dokumentacija, itd.);

— stimulativne mere primenjivati kad god za to postoji zakonska ili logička osnova;

— pokazati smelost da se prihvati rizik i biti odlučan;

— neprekidno raditi na dnevnom rešavanju problema neposrednih izvršilaca i na njihovoj pozitivnoj motivaciji za izvršenje zadataka;

— voditi računa o usavršavanju i napredovanju potčinjenih;

— interesovati se za rad i ponašanje ljudstva koje izvršava zadatke izvan matične jedinice;

— *svakodnevno* isticati dobre i loše strane u radu;

— stvaranjem pozitivne organizacijske klime stvarati preduslove da kolektiv javno osuđuje ono što je negativno, a da prihvata i podstiče sve pozitivne predloge i inovacije;

— mesec dana po dolasku većeg broja ljudi u jedinicu za održavanje — radionicu (u prekomandu), izvršiti anketiranje promenljivog sastava (vojnika) radi utvrđivanja stepena kohezije i »prirodnog vođe«, a zatim ga pridobiti i za formalnog vođu (unapređenje, postavljanje na višu statusnu poziciju — komandir grupe, predradnik, vršilac dužnosti, i sl.);

— svakodnevno stvarati uslove za međusobnu (uzajamnu) kontrolu kvaliteta i kvantiteta rada;

— pri izdavanju zadataka insistirati na povratnoj reakciji primaoca poruke (zadatka);

— svakodnevno osposobljavati neposredno potčinjene da pravilno shvate zadatak uz iznošenje što manje činjenica;

— svakodnevno kontaktirati sa pretpostavljenima i potčinjenima;

— svakodnevno pratiti zakonitosti odvijanja života i rada u radionici, kako bi se pravovremeno *naslutila* veća sezonska (periodična) kolebanja u ustaljenom načinu rada;

— krajnji cilj rada treba da bude zadovoljenje interesa korisnika usluga radionice;

— voditi računa o prioritetima pri dodeli zadataka;

— pri rešavanju problema orijentisati se na ključne, tj. na one koji najviše »opterećuju« organizaciju (najuticajniji na b/g jedinice angažuju najviše ljudskih, odnosno materijalnih resursa);

— svakodnevno pratiti radna mesta i raditi na opisu zadataka za svako radno mesto;

— kontrolu i obilazak neposrednih izvršilaca radova vršiti, uglavnom, sa neposredno potčinjenim rukovodiocima u vreme »radne pauze« na svom radnom mestu;

— uz uvažavanje specifičnosti svakog radnog mesta ići na unifikaciju pri dodeli zadataka, jer to skraćuje vreme;

— stvoriti uslove za brzo reagovanje (po unapred razrađenom postupku i logici zaključivanja) na poremećaje u sistemu i ustaljenoj organizaciji rada;

— planirati uvek, danas za sutra, to zapisati, a sutradan se podsetiti zapisanog;

— redovno informisati ljudstvo o problemima u radu i ostvarenim rezultatima;

— biti istrajan da se izdati zadaci potpuno realizuju;

— obezbediti da svaki pojedinac dobija zadatak samo od jednog čoveka;

— ne tražiti idealnu organizaciju, već je stvarati od raspoloživih resursa;

— raditi na dijalektičkoj sintezi procesa rada i procesa upravljanja, radi stvaranja početnih uslova za čvrstu integraciju kolektiva;

— u slučaju pomeranja rokova, ne menjati uspostavljenu organizaciju rada već samo povećati intenzitet rada;

— u *kriznim situacijama* nekada treba reagovati verbalno; nekada odrediti deo posla bez verbalnih intervencija, a nekada se treba »jednostavno skloniti« i sačekati da se situacija smiri prirodnim tokom, itd.

Zaključak

Uspešno dnevno planiranje i organizacija rada podrazumevaju planiranje kapaciteta (potreba i mogućnosti), planiranje prioriteta, planiranje troškova, usklađivanje rokova i obezbeđenje uspešnog funkcionisanja radionice kroz oživljavanje organizacione strukture i integrisanje čoveka u svrsishodno zajedničko delovanje.

Sve izraženije smanjivanje resursa svih vrsta i neadekvatna popuna kadrom zahtevaju veću centralizaciju planiranja i dosledno poštovanje prioriteta.

Planiranje dnevnog rada i organizacije rada radionica u združenim taktičkim jedinicama, jeste aktivnost koja direktno utiče na povećanje rentabilnosti poslovanja radionice i borbene gotovosti ZTJ. Zbog toga treba stalno insistirati na planiranju i obezbediti da se u teorijskim razmatranjima što bolje rasvetli, a zatim implementira u praksi.

S obzirom na veliku različitost u planiranju dnevnog rada radionice, potrebno ga je u što većoj meri standardizovati i formalizovati, radi jedinstvenog pristupa u svim ZTJ VJ. Time će se upravljanje radom radionice učiniti

efikasnijim i znatno smanjiti utrošci resursa.

Stručnom deskripcijom procesa planiranja i organizacije dnevnog rada radionice stvara se polazna osnova za formalizaciju, a zatim i automatizaciju planiranja borbene obuke i vaspitanja u jedinici za održavanje.

Prezentirana formalizacija planiranja dnevnog rada i organizacije u radionici predstavlja jedno od mogućih rešenja na putu iznalaženja optimalnog. Njime se ne ograničava sloboda i kreativnost planera da u skladu sa vlastitom rukovodilačkom intuicijom, iskustvom, kreativnom procenom (predviđanjem) i konkretnim uslovima rešava probleme iz domena planiranja dnevnog rada i organizacije u radionici, već nudi jedno rešenje zasnovano na iskustvu, intuiciji i sistemskom pristupu u rešavanju problema u organizacionim sistemima.

Ponudene preporuke za kontinuirani rad na uspostavljanju uspešne dnevne organizacije rada i za uspešno funkcionisanje radionice su opšte i mogu se primeniti na većinu radionica u ZTJ VJ, ali su »nepotpune«. Neophodna je njihova nadopuna (zasnovana na proračunima i istraživanju konkretnih aktera), uslovljena specifičnostima svake organizacije (radionice).

Literatura:

- [1] Andrejić M.: Planiranje mesečnog rada radionice za tehničko održavanje u združenim taktičkim jedinicama, seminarski rad, VVTS, Zagreb, 1991.
- [2] Andrejić M.: Prilog planiranju mesečnog rada radionice za tehničko održavanje u združenim taktičkim jedinicama, VTG br. 1/95.
- [3] Andrejić M.: Prilog planiranju mesečnog rada radionice za tehničko održavanje u združenim taktičkim jedinicama — nastavak, VTG br. 2/95.
- [4] Mileusnić N.: Savremena organizacija rada, Rad, Beograd, 1969.

Dr Vasilje Mišković,
major, dipl. inž.

OPTIMALNA KOLIČINA MUNICIJE NA VATRENOM POLOŽAJU ARTILJERIJSKOG DIVIZIONA ZA PODRŠKU

U radu je razvijen i formulisan postupak za određivanje količina municije potrebne divizionu na vatrenom položaju. Ova količina municije se razlaže na dve komponente: koja se ešelonira na nivou divizionu i koja se divizionu dotura preko ešelonirane količine, što zavisi od očekivanog utroška. Municijska koja se ešelonira na nivou divizionu razložena je na tri komponente: neprikosnovenu rezervu, rezervu koja je uzrokovana uslovima neodređenosti i neizvesnosti, i količinu koja amortizuje mogućnost da dođe do neredovnog snabdevanja u određenom periodu.

Uvod

Kriterijum za određivanje optimalne količine municije koju artiljerijski divizion treba da ima na vatrenom položaju proizilazi iz načina njegove upotrebe. Prvi zahtev jeste da divizion ima potrebnu količinu municije za izvršenje postavljenih zadataka, a drugi da prilikom premeštanja svojim transportom može prevesti celokupnu količinu municije. Jasno je da se u uslovima kada je utrošak municije slučajna veličina ne može govoriti o sigurnom zadovoljenju potreba, nego o zadovoljenju potreba sa nekom verovatnoćom koja je prihvatljiva. Oba zahteva bi bila zadovoljena kada bi divizion imao u rezervi količinu municije koju može da utroši u režimu vatre i za tu količinu municije imao transportne kapacitete. Međutim, kako je i vreme dejstva divizionu bez promene vatrene položaja slučajna veličina, nije sigurno da bi definisana količina municije zadovoljila potrebe divizionu u svim slučajevima. Ovo rešenje nije prihvatljivo zbog narušavanja mane-

varske sposobnosti divizionu. Zato je potrebno pronaći druga rešenja koja nužno sadrže rizik.

Pred sistem snabdevanja postavlja se zahtev da svojom organizacijom, tehnologijom i dimenzionisanim elementima zadovolji potrebe divizionu sa nekom verovatnoćom. Za konkretnu organizaciju i primenjenu tehnologiju nužno je dimenzionisati elemente sistema. Posmatrajući količinu municije koju je potrebno obezbediti divizionu na vatrenom položaju, mogu se uočiti dve komponente. Prva komponenta je količina municije koja se ešelonira u divizionu. Ta veličina je konstantna i za nju se obezbeđuju potrebna transportna sredstva. Druga komponenta su virtualne zalihe koje se formiraju prema konkretnoj borbenoj situaciji. U ovom radu osnovni cilj je iznalaženje modela i postupaka koji omogućavaju, za zadane uslove, kvantifikovanje ovih veličina kao parametara za određivanje zahteva prema sistemu snabdevanja.

Za iznalaženje načina kvantifikovanja ovih veličina, nužno je poznavati uslove za koje su veličine kvantifi-

kovane. Radi prikaza modela i postupaka za kvantifikovanje navedenih veličina, postavljeni su hipotetički uslovi. Pretpostavljena organizacija sistema snabdevanja je sledeća:

— dotur municije do divizionu vrši se po principu »od sebe«;

— osnovni izvor snabdevanja divizionu je nivo armije;

— dopunski izvor snabdevanja divizionu je nivo brigade;

— izvor snabdevanja za nivo brigade je nivo armije;

— divizion se popunjava sa nivoa brigade samo u slučajevima ekstremnog povećanja utroška municije kada sa nivoa armije nije moguće izvršiti popunu.

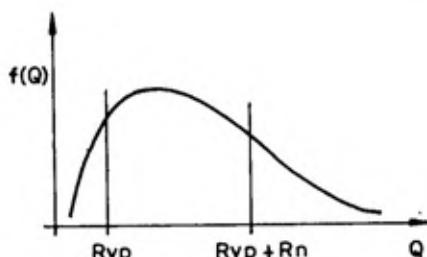
Promenljive koje opisuju divizione (utrošak municije, intenzitet upotrebe, itd.) usvojene su i prikazane u radu [6], tako da ovde neće biti posebno izdvajane. Za ilustraciju modela i postupaka izabrani su divizioni sa sredstvima različitih kalibara.

Virtuelne zalihe municije

Ova komponenta omogućava smanjenje količine municije koja se ešelonira u divizionu, i njeno podizanje na viši nivo ešeloniranja, čime se raspoloživost municije povećava. Na taj način, omogućava se usmeravanje municije prema divizionima kojima je ona potrebna u određenoj količini i određenom intervalu.

Problem određivanja veličine virtuelnih zaliha municije može se postaviti kao stohastički model upravljanja zalihama. Posmatra se vatreni položaj sa koga divizion ostvaruje svoje dejstvo i na kome mu je potrebno obezbediti neophodne količine municije. Potrebna količina municije na vatrenom položaju može se posmatrati polazeći od pretpostavke da će sistem snabdevanja zadovoljiti potrebe divizionu bez ograničenja. Ako je utrošak municije

na vatrenom položaju slučajna veličina i ako je matematičko očekivanje te slučajne veličine prognozirani utrošak municije za taj vatreni položaj, tada se sa slike 1 mogu uočiti sledeća tri moguća slučaja:



Sl. 1 — Funkcija gustine raspodele verovatnoća utroška municije na vatrenom položaju

1) Utrošak municije Q , kao slučajna veličina, manji je od R_{vp} (virtuelne zalihe), odnosno utrošak municije je manji od formiranih virtuelnih zaliha.

2) Utrošak municije Q veći je od R_{vp} , a manji od $R_{vp} + R_n$ (R_n — količina municije za koju postoje transportni resursi).

3) Utrošak municije Q veći je od $R_{vp} + R_n$.

Analizirajući sva tri slučaja može se zaključiti:

— u prvom slučaju utrošak je manji od formiranih virtuelnih zaliha, odnosno sva municija prilikom premeštanja na naredni vatreni položaj ne može biti prevezena raspoloživim transportnim sredstvima;

— u drugom slučaju sva municija prilikom premeštanja može biti prevezena raspoloživim transportnim sredstvima, a bilo je dovoljno za izvršenje zadatka;

— u trećem slučaju potrebe za municijom su veće od količine municije na vatrenom položaju.

Kriterijum za određivanje virtuelnih zaliha municije koju divizion treba da ima na vatrenom položaju je minimum matematičkog očekivanja količine municije za koju se može dogoditi da ostane na vatrenom položaju prilikom premeštanja, ili da nedostaje za izvršenje svih potrebnih zadataka.

Sa slike 1 može se videti da je u prvom slučaju matematičko očekivanje količine municije koja ne može da se preveze raspoloživim transportnim sredstvima prilikom premeštanja na naredni vatreni položaj, sledeće:

$$M(R_{vp} - Q) = \int_{-\infty}^{R_{vp}} (R_{vp} - Q) f(Q) dQ \quad (1)$$

gde je:

$f(Q)$ — funkcija gustine utroška municije na vatrenom položaju.

U drugom slučaju, utrošak municije je veći od formiranih virtuelnih zaliha, a manji od količine municije kojom divizion raspolaže pa je matematičko očekivanje količine municije koja nedostaje ili ostaje na vatrenom položaju jednako nuli.

U trećem slučaju matematičko očekivanje količine municije koja nedostaje do potreba divizona je:

$$M(Q - R_{vp} - R_n) = \int_{R_{vp} + R_n}^{\infty} (Q - R_{vp} - R_n) f(Q) dQ \quad (2)$$

Traži se takvo R_{vp} da zbir matematičkih očekivanja bude minimalan, odnosno:

$$\min Z(R_{vp}) = M(R_{vp} - Q) + M(Q - R_{vp} - R_n) \quad (3)$$

Znači, vrednost R_{vp} može se dobiti rešavanjem jednačine:

$$-\frac{d}{dR_{vp}} \left[\int_{-\infty}^{R_{vp}} (R_{vp} - Q) f(Q) dQ + \int_{R_{vp} + R_n}^{\infty} (Q - R_{vp} - R_n) f(Q) dQ \right] = 0 \quad (4)$$

Uz poznatu gustinu raspodele verovatnoća $f(Q)$, može se odrediti:

$$R_{vp} = g(R_n) \quad (5)$$

Za poznatu veličinu R_n , veličina R_{vp} potpuno je određena. Verovatnoća zadovoljenja potreba divizona je:

$$P_v = P(R_{vp} < Q < R_{vp} + R_n) \quad (6)$$

gde je:

P_v — verovatnoća da će se prilikom premeštanja na naredni vatreni položaj sva municija moći poneti raspoloživim transportnim sredstvima i da potrebe divizona na tom vatrenom položaju neće biti veće od imajuće količine municije.

Pod uslovom da se utrošak municije pokorava normalnoj raspodeli, rešavanjem jednačine (4) dobija se:

$$R_{vp} = \mu - \frac{1}{2} R_n \quad (7)$$

gde je:

μ — matematičko očekivanje utroška municije, odnosno prognozirani utrošak municije na vatrenom položaju.

Matematički gledano, virtuelne zalihe R_{vp} mogu dobiti negativne vrednosti. Po svojoj prirodi količina municije ne može imati negativnu vrednost. Značenje ove negativne vrednosti jeste da na vatrenom položaju, za određenu verovatnoću zadovoljenja potreba divizona, a pri malim očekivanim utrošcima municije, divizion ne mora nužno imati onolike količine municije koliko ima raspoloživih transportnih kapaciteta.

Može se uočiti da veličina R_{vp} , uz konstantno R_n , zavisi neposredno samo od očekivanog utroška municije, a ne i od rasturanja oko matematičkog oče-

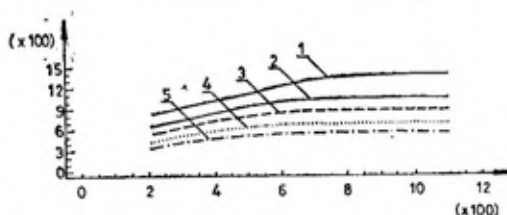
Divizioni	Utrošak municije (raspodele u komadima)		
	velik	srednji	mali
H-105 mm	N(1020,265)	N(710,215)	N(470,205)
H-122 mm	N(850,270)	N(590,180)	N(390,170)
T-130 mm	N(750,175)	N(545,155)	N(290,125)
TH-152 mm	N(540,110)	N(370,100)	N(190,80)
H-155 mm	N(430,55)	N(335,85)	N(210,105)

kivanja. Međutim, matematičko očekivanje μ i količina municije za koje divizion ima raspoložive transportne kapacitete R_n moraju biti nezavisne veličine, inače bi rešenje ovog problema bilo veoma komplikovano. Pored toga, veličina R_n mora biti konstantna po svojoj prirodi, jer bi se, u suprotnom, dovodila u pitanje postavljena organizacija sistema snabdevanja municijom. Zbog toga je nužno utvrditi zavisnost R_n od μ .

Ova zavisnost može da se dobije, postavljanjem zahtevane verovatnoće zadovoljenja potreba divizionu, iterativnim postupkom. Za određeni očekivani utrošak municije, iterativnim postupkom traži se takvo R_n da se dobije postavljena verovatnoća zadovoljenja potreba. Očigledno je da najveći uticaj na veličinu R_n ima veličina standardnog odstupanja.

Za ilustraciju utvrđivanja oblika tražene zavisnosti veličine R_n od μ uzeta su za izabrane divizione najveća standardna odstupanja usvojenih utrošaka municije prikazanih u tabeli 1. Verovatnoće zadovoljenja potreba divizionu za koje je tražena zavisnost su 0,7; 0,8; 0,9; 0,95 i 0,99. Za divizion 122 mm zavisnost je prikazana na slici 2, a za ostale divizione oblik zavisnosti je isti.

Sa slike 2 uočava se da zavisnost R_n od μ posle određene veličine prakti-



Sl. 2 — Zavisnost municije za utrošak od očekivanog utroška municije

1 — verovatnoća 0,99; 2 — verovatnoća 0,95;
3 — verovatnoća 0,9; 4 — verovatnoća 0,8;
5 — verovatnoća 0,7

čno ne postoji. To znači da veličina R_n za datu verovatnoću zadovoljenja potreba mora biti veća ili jednaka od određene vrednosti. Te vrednosti date su u tabeli 2.

Tabela 2

Granične vrednosti R_n za postavljene verovatnoće

Divizioni	Verovatnoće (količine u komadima)				
	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99
105 mm	550	680	870	1040	1350
122 mm	560	680	780	910	1190
130 mm	360	440	560	690	900
152 mm	220	280	340	430	560
155 mm	215	260	340	410	510

Uobičajeno je da se municija koja se ešelonira u nekoj jedinici posmatra prema mestu ešeloniranja. Tako je za divizion uobičajeno da se posmatraju količine municije koje se ešeloniraju uz oruđe i količine municije koje se nalaze u rezervi divizionu, odnosno u njegovoj snabdevačkoj jedinici. Za potrebe ovog rada, municija koja se ešelonira u divizionu posmatra se kao jedna celina u odnosu na mesto gde se municija u divizionu nalazi, a dekompozicija se vrši prema nameni municije. Na ovaj način razlikuju se tri komponente, a to su:

- neprikosnovena rezerva,
- municija za utrošak,
- sigurnosna rezerva.

Neprikosnovena rezerva

Neprikosnovena rezerva (R_{kr}) municije jeste rezerva kojom raspolaže starešina nivoa komandanta brigade i viši, a može se trošiti samo po njegovom naređenju ili odobrenju. Namenjena je za preživljavanje jedinice u kritičnim situacijama, kad se jedinica nađe u okruženju, pri neposrednoj odbrani i pri trenutnom narušavanju sistema snabdevanja. Praktično, komandantu se ostavlja mogućnost da interveniše pri nastanku bilo kojih poremećaja, koji ugrožavaju opstanak jedinice. Ova količina municije mora jedinici stalno biti na raspolaganju, što govori da mora biti ešelonirana u divizionu. Na veličinu neprikosnovene rezerve najviše utiče procena potrebne količine municije da se izvedu neke od taktičkih radnji, i to je osnovni razlog što veličina neprikosnovene rezerve nije predmet posebnog razmatranja.

Municija za utrošak

Pod municijom za utrošak podrazumevaju se one količine municije koje se ešeloniraju u divizionu, a za čiji

utrošak na vatrenom položaju nema ograničenja kao kod prethodne komponente, izuzev odobrenog utroška. Međutim, u fazi dimenzionisanja veličine ove komponente ovakvo ograničenje se ne može uzimati u obzir. Ograničavajući ovu komponentu odobrenim utroškom, moglo bi se dogoditi da ta veličina poprimi vrednosti odobrenog utroška. Za ovu komponentu u divizionu se obezbeđuju transportna sredstva, uzimajući u obzir transportna vozila i vozila za vuču oruđa.

Određivanje ove veličine moguće je iterativnim postupkom za prihvatljivu veličinu verovatnoće zadovoljenja potreba divizionu za municijom na vatom položaju. Variranjem municije za utrošak (R_n), uz određivanje virtuelnih zaliha (R_{vp}), izračunava se vrednost verovatnoće zadovoljenja (V_z). Prema kriterijumu da municije ne ostaje na vatom položaju ili nedostaje na vatom položaju, verovatnoća zadovoljenja iznosi:

$$V_z = \int_{R_{vp}}^{R_{vp} + R_n} f(Q) dQ \quad (8)$$

Na taj način dobija se zavisnost

$$V_z = h(R_n) \quad (9)$$

Za vrednost verovatnoće zadovoljenja koja je prihvatljiva, vrednost količine municije za utrošak je određena.

Međutim, pošto intenzitet upotrebe divizionu i raspodele verovatnoća utrošaka municije mogu biti različiti, a grupisani su u klase, postavlja se pitanje koja raspodela verovatnoća i koji intenzitet upotrebe je relevantan za određivanje vrednosti R_n . Za ilustraciju rešavanja problema određene su vrednosti ove veličine za date kombinacije intenziteta upotrebe i raspodele verovatnoća utroška, i prikazani u tabeli 3. Vrednosti su određene prema intenzitetu upotrebe i verovatnoćama pojave klasa utrošaka za odgovarajući intenzitet.

Tabela 3

Verovatnoće pojave utroška municije prema intenzitetu upotrebe

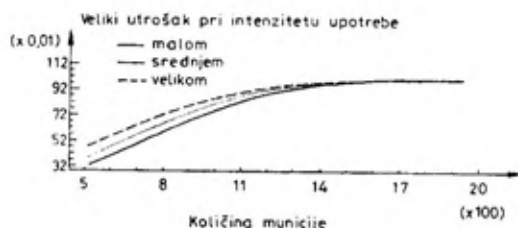
Intenzitet upotrebe	Verov. pojave	Prognoza utroška municije (verovatnoće)		
		veliki	srednji	mali
Veliki	0,2	0,35	0,45	0,2
Srednji	0,5	0,2	0,45	0,35
Mali	0,3	0,1	0,4	0,5

Vrednosti su određene za verovatnoće zadovoljenja 0,9; 0,95 i 0,99. Verovatnoća zadovoljenja za relevantno stanje određuje se prema izrazu:

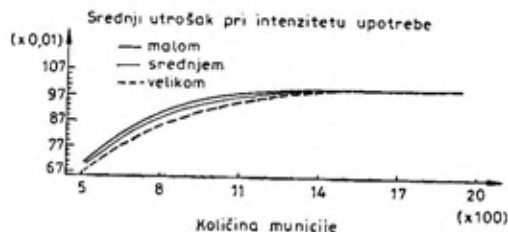
$$V_z = \sum_{i=1}^n p_i \int_{R_{vp}}^{R_{vp}+R_n} f_i(Q) dQ \quad (10)$$

gde je:

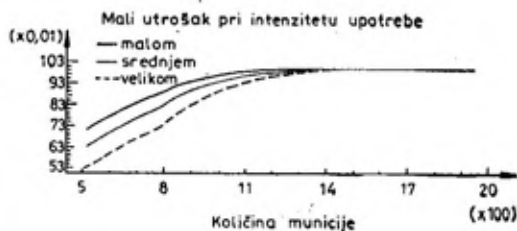
p_i — verovatnoća pojave intenziteta upotrebe za odgovarajuću prognozu utroška municije.



Sl. 3 — Zavisnost verovatnoće zadovoljenja od količine municije



Sl. 4 — Zavisnost verovatnoće zadovoljenja od količine municije



Sl. 5 — Zavisnost verovatnoće zadovoljenja od količine municije

Dobijene zavisnosti za divizion 122 mm prikazane su na slikama 3, 4 i 5. Vrednosti količina municije za utrošak za divizion 122 mm, uz verovatnoću zadovoljenja 0,9, prikazane su u tabeli 4.

Tabela 4

Municija za utrošak za divizion 122 mm i verovatnoću 0,9

Intenzitet upotrebe	Utrošak municije (komada)		
	veliki	srednji	mali
Veliki	1092	911	1010
Srednji	1168	825	910
Mali	1222	790	818

Pošto je do sada uziman u obzir isključivo jedan vatreni položaj i stanja u kojima se divizion može naći na vatrenom položaju, a nije posmatrana dinamika i uticaj sistema snabdevanja na potrebne količine municije na vatrenom položaju, ne usvaja se visoka verovatnoća zadovoljenja potreba diviziona. Dinamika i uticaj sistema snabdevanja umanjuju verovatnoću zadovoljenja potreba diviziona, što izaziva potrebu uvođenja još jedne komponente u određivanju količine municije koja će se ešelonirati u divizionu. Nužno postojanje dodatne količine municije (sigurnosna rezerva) ima povratan uticaj na povećanje verovatnoće zadovoljenja zahteva.

Vrednosti komponente municija za utrošak i verovatnoće zadovoljenja potreba diviziona

Divizion	105 mm	122 mm	130 mm	152 mm	155 mm
R_n (kom.)	934	790	732	504	352
V_z	0,82	0,78	0,84	0,82	0,78

Za potrebe ovog rada, da bi se mogao pokazati ceo postupak, usvajaju se vrednosti municije za utrošak za verovatnoću zadovoljenja 0,9, a u odnosu na navedenu orijentaciju birane su najmanje vrednosti iz tabele 5.

Usvojene vrednosti zadovoljavaju uslov da je potrebno da budu veće od vrednosti datih u tabeli 2.

Sigurnosna rezerva

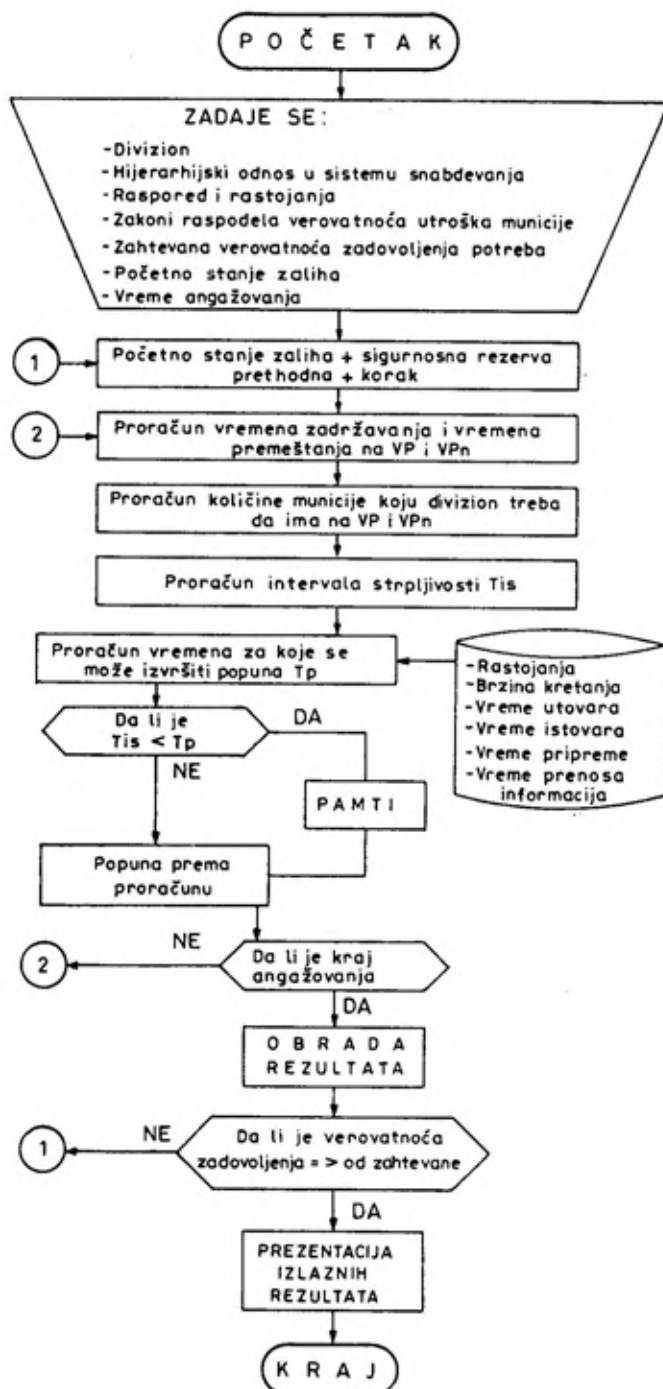
Pri određivanju prethodnih komponenti količina municije koju je potrebno ešelonirati u divizionu i veličine virtuelnih zaliha posmatran je jedan vatreni položaj i stanja u kojima se divizion može naći vezano isključivo za jedan vatreni položaj. Uvedena pretpostavka bila je da će sistem snabdevanja sve zahteve divizionu zadovoljiti bez ograničenja, što znači da se pretpostavlja da će municija divizionu stići u traženo vreme, na traženo mesto u zahtevanoj količini. Međutim, po svojoj prirodi, odvijanje borbenih dejstava povezano je i sa neizvesnošću i sa neodređenošću, tako da vreme, od momenta kada je moguće formulisati zahtev za popunu do momenta kada je neophodno da municija stigne u divizion, mora biti u dopuštenim okvirima. Sistemu snabdevanja takođe je potrebno neko vreme da reaguje na zahtev za popunu. Potrebno je vreme za obradu zahteva, prenos informacija do izvršioca, pripremu za izvršenje popune, utovar (pretovar) municije, izvršenje transporta do divizionu i istovar municije.

Ako je vreme od momenta prijema zahteva za popunu do momenta kad je neophodno da municija stigne divizionu veće od vremena koje je potrebno sistemu snabdevanja da reaguje, tada sistem snabdevanja može da zadovolji zahtev divizionu po vremenu. Međutim, u obrnutom slučaju, municija ne može stići na vreme, pa se pojavljuje potreba da se divizionu poveća »strpljivost«, odnosno da se produži vreme koje se sistemu snabdevanja daje na raspolaganje.

Način rešavanja ovog problema zavisi od frekvencije pojave da municija ne može stići na vreme. Ako je frekvencija ove pojave mala, odnosno ako se retko događa, nema potrebe za sistemskim rešenjem. U tom slučaju može se ostaviti da se u konkretnoj situaciji, kada se prognozira veliki utrošak municije i brzo premeštanje divizionu, municija približi divizionu angažovanjem transportnih sredstava iz snabdevačkih jedinica, ostavljanjem municije na narednom vatrenom položaju ili na drugi način.

Međutim, ako je frekvencija ovog događaja velika, nužno je iznaći sistemsko rešenje. Produženje vremena koje se ostavlja sistemu snabdevanja da izvrši popunu moguće je postići povećanjem količine municije koja se ešelonira u divizionu. Ova količina, kao posledica opisane pojave, sigurnosna je rezerva.

Određivanje veličine sigurnosne rezerve moguće je iterativnim postupkom na simulacionom modelu. Za svaku iteraciju, povećanjem sigurnosne rezerve (R_n), određuje se veličina verovatnoće



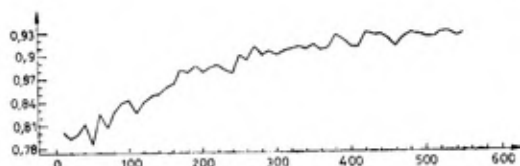
Sl. 6 — Algoritam matematičkog modela za određivanje veličine sigurnosne rezerve

Veličina sigurnosne rezerve

Divizion	105 mm	122 mm	130 mm	152 mm	155 mm
Sigurnosna rezerva (kom.)	450	380	140	220	290

zadovoljenja. Prihvata se ona veličina sigurnosne rezerve kada verovatnoća zadovoljenja potreba divizionu bude jednaka zahtevanoj. Algoritam matematičkog modela za određivanje veličine sigurnosne rezerve prikazan je na slici 6.

Uzimajući ulazne veličine kako su definisane i polazeći od veličine R_n , kao prvog koraka u iterativnom postupku, uz izračunavanje veličine virtuelnih zaliha, dobija se zavisnost verovatnoće zadovoljenja potreba divizionu od sigurnosne rezerve. Ova zavisnost je, za divizion 122 mm, prikazana na slici 7. Za traženu verovatnoću zadovoljenja 0,9, veličine sigurnosnih rezervi za izabrane divizione date su u tabeli 6.



Sl. 7 — Zavisnost verovatnoće zadovoljenja od veličine sigurnosne rezerve

Formiranje sigurnosne rezerve ima smisla samo u slučaju da verovatnoća zadovoljenja znatno opada zbog nemogućnosti sistema snabdevanja da zadovolji potrebe divizionu. Da bi se pokazala opravdanost uvođenja sigurnosne rezerve, nadalje će se posmatrati ukupna verovatnoća zadovoljenja potreba divizionu, bez obzira na uzroke koji dovode do njene određene vrednosti. Ako se na nivou divizionu ne ešelonira sigurnosna rezerva nego samo municija za utrošak (R_n), verovatnoće

Tabela 7

Verovatnoća zadovoljenja divizionu (bez sigurnosne rezerve)

Divizion	Verovatnoća zadovoljenja sa nivoa		Verovatnoća nezadovoljene tražnje
	armije	brigade	
105 mm	0,4	0,33	0,27
122 mm	0,48	0,3	0,22
130 mm	0,82	—	0,18
152 mm	0,65	—	0,35
155 mm	0,58	—	0,42

zadovoljenja divizionu imaće vrednosti prikazane u tabeli 7. Povećavajući količinu municije koja se ešelonira u divizionu za veličinu sigurnosne rezerve dobijaju se vrednosti verovatnoće zadovoljenja, kako je to prikazano u tabeli 8.

Tabela 8

Verovatnoća zadovoljenja divizionu (sa sigurnosnom rezervom)

Divizion	Verovatnoća zadovoljenja sa nivoa		Verovatnoća nezadovoljene tražnje
	armije	brigade	
105 mm	0,72	0,18	0,1
122 mm	0,8	0,1	0,1
130 mm	0,9	—	0,1
152 mm	0,9	—	0,1
155 mm	0,9	—	0,1

Znači pitanje uvođenja sigurnosne rezerve može se postaviti kao pitanje prihvatljive verovatnoće zadovoljenja potreba diviziona. Ako je verovatnoća zadovoljenja potreba diviziona za municijom u borbenim dejstvima bez sigurnosne rezerve prihvatljiva, tada sigurnosna rezerva nije potrebna. Povećanjem zahteva u odnosu na verovatnoću zadovoljenja povećava se i sigurnosna rezerva.

Količina municije koju je potrebno ešelonirati R_e , na nivou divizionu, predstavlja zbir komponenti:

$$R_e = R_{kr} + R_n + R_s \quad (11)$$

Količina municije koju divizion treba da ima na vatrenom položaju izračunava se prema izrazu:

$$R_{sn} = R_{kr} + R_n + R_s + R_{vp} \quad (12)$$

Brojčano izražene komponente količina municije koje se ešeloniraju u divizionu predstavljaju izraz ulaznih veličina i postavljenih odnosa, kao i tražene verovatnoće zadovoljenja. Za drugačije ulazne veličine, drugačije postavljene odnose i promenjenu traženu veličinu zadovoljenja potreba dobiće bi se i drugačije vrednosti i drugačiji odnos veličina komponenti.

Zaključak

Određivanje količina municije koju divizion treba da ima na vatrenom položaju u vezi je sa kriterijumom zadovoljenja potreba divizionu za municijom. Ova količina municije razložena je na dve komponente: ešelonirane količine municije u divizionu i virtualne zalihe municije.

Virtualne zalihe municije promenljiva su veličina i postoje samo u toku izvođenja borbenih dejstava. Za konstantnu količinu municije, koja se ešelonira u divizionu, ova veličina zavisi isključivo od očekivanog utroška municije. Svojim postojanjem ova veli-

čina, za zadanu verovatnoću zadovoljenja, smanjuje količinu municije koju je potrebno ešelonirati u divizionu. Na taj način, omogućava se podizanje rezervi municije na viši nivo ešeloniranja, čime se povećava raspoloživost artiljerijske municije za podršku i omogućava usmeravanje municije prema potrebi. Posebno je značajno da je određivanje ove veličine jednostavno, a primenjivost nije samo u fazi projektovanja i dimenzionisanja resursa, nego i u operativnoj upotrebi. Ova veličina je u vojnom žargonu poznata kao »popuna preko norme«. Metod određivanja i potreban matematički aparat detaljno su opisani u literaturi [6].

Količina municije koja se ešelonira u divizionu razložena je na tri komponente. *Neprikosnovena rezerva* predstavlja posebnu rezervu i usvaja se u skladu sa važećim normama. Komponenta *municija za utrošak* predstavlja rezervu municije koja neutrališe uticaj odstupanja stvarnog utroška municije od očekivanog na vatrenom položaju. Ova veličina zavisi od veličine standardnog odstupanja. Znači, ova komponenta predstavlja izraz mere nezvesnosti i neodređenosti koje postoje. Postupak za kvantifikovanje ove komponente opisan je i proveden za date uslove.

Treća komponenta, *sigurnosna rezerva*, predstavlja mogućnost sistema snabdevanja da reaguje na zahtev za popunu u zahtevanom vremenu. Ova veličina zavisi od karakteristika sistema snabdevanja, ali i od toga koliko zahtev za popunu ostavlja vremena za realizaciju popune. Kada bi zahtevi mogli biti ispostavljeni uvek tako da vreme strpljivosti divizionu bude veće od vremena realizacije popune, ova komponenta ne bi trebalo da postoji. Uzimajući u obzir dinamiku, brze promene stanja u toku izvođenja borbenih dejstava i procese koji se odvijaju u toku izvođenja borbenih dejstava, a slučajnog su karaktera, u divizionu se mora ešelonirati određena količina mu-

nicije. Definisanjem uslova, ulaznih veličina i zahteva, a primenom razvijenog modela, količina municije koju je potrebno ešelonirati na nivou divizion može se kvantifikovati. Postupak kvantifikovanja i opravdanost uvođenja ove komponente je pokazana. Prikazane su verovatnoće zadovoljenja potreba za municijom artiljerijskog divizion na podršku sa nivoa armije i nivoa brigade pri postavljenim uslovima, ako ne postoji i ako postoji sigurnosna rezerva. Verovatnoća da će nivo brigade morati biti angažovan iznosi oko 0,3,

što znači da će se brigada angažovati u svakoj trećoj popuni, dok se u drugom slučaju brigada angažuje jednom u 6 do 10 popuna.

Mogućnošću kvantifikovanja svih komponenti količina municije koja se ešelonira, količina municije koju je potrebno ešelonirati u divizionu je određena. Za druge uslove i druge zahteve dobile bi se druge količine municije, ali je definisan metod za dimenzionisanje količina municije koju divizion treba da ima na vatrenom položaju.

Literatura:

- [1] Rosić, B., Vidojević, V., Rodić, D., Fetahović, I., Radman, Z., Marčesku, N.: Artiljerija taktičko-operativna upotreba, VIZ, Beograd, 1976.
- [2] Peredeljskij, G. E.: Artiljerijski divizion u boju, Voennoje izdateljstvo, Moskva, 1984.
- [3] Mišković, V.: Utvrđivanje kompleta municije artiljerije za podršku u funkciji intenziteta upotrebe artiljerijskih divizona, magistarski rad, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1987.
- [4] Mišković, V.: Razvoj modela i postupaka za određivanje resursa snabdevanja municijom artiljerije za podršku, doktorska disertacija, VTA VJ, Beograd, 1994.
- [5] Maksimović, S.: Brzina reagovanja artiljerije u borbi, Vojni glasnik, br. 5/88, str. 8-14.
- [6] Mišković, V., Maksić R., Kerec Z.: Simulacioni model borbene upotrebe artiljerijskog divizona za određivanje utroška municije, Vojni glasnik, br. 1/89, str. 25-37.
- [7] Saković, V. A.: Modeli upravljenja zapasami, Nauka i tehnika, Minsk, 1986.
- [8] Mišković, V.: Optimalni nivo snabdevenosti municijom artiljerijskog divizona na vatrenom položaju, Vojnotehnički glasnik, br. 3/88, str. 293-296.

Prikazanim rešenjima i rezultatima izvršenja tipičnih borbenih zadataka afirmiše se primena samonavođene artiljerijske municije. Njenim uvođenjem u operativnu upotrebu revolucionarno se menjaju i proširuju zadaci artiljerijskih oruđa. Vojska Jugoslavije već je opremljena savremenim artiljerijskim oruđima 152 mm treće generacije. To je dobra hardverska osnova, koja obezbeđuje da se u kratkom roku artiljerijski sistem, uvođenjem u upotrebu samonavođene municije, sopstvenim razvojem ili na drugi način učini bitno efikasnijim za vođenje protivoklopne borbe.

Uvod

Svoj osnovni zadatak, vatrenu podršku sopstvenih jedinica u odbrani i napadu, artiljerijska oruđa izvršavaju primenom municije sa razornim projektilima. Izmenom strukture borbenog kompleta, najpre uvođenjem u upotrebu municije sa kasetnim projektilima, a poslednjih godina municije sa navođenim projektilima, bitno je izmenjena i proširena struktura borbenih zadataka artiljerijskih oruđa. Ona postaju respektivna borbena sredstva kojima se, na vrlo velikim daljinama, uspešno vodi protivoklopna borba sa naglašeno dobrim odnosom cena-efikasnost u rešavanju dobijenog borbenog zadatka.

Postupci vođenja protivoklopne borbe na vrlo velikim daljinama

Već početkom sedamdesetih godina u vodećim zapadnim zemljama postavljen je zadatak da se kreiraju nova borbena sredstva za protivoklopnu borbu posrednim gađanjem na vrlo veli-

kim daljinama. Ideja vodilja ovako postavljenog zadatka bila je da se izbegne bliska »čeon« borba sa oklopnim sredstvima protivnika, u kojoj je i verovatnoća sopstvenih gubitaka vrlo visoka. Pošto rasturanje standardnih projektila na tako velikim daljinama nije kompatibilno sa malim dimenzijama cilja, trebalo je razviti »pametnu« (u zapadnoj stručnoj terminologiji usvojen je engleski naziv smart) municiju. U tako postavljenim programima istraživanja i razvoja razmatrana su dva koncepta ovakve municije:

— prvi, ispaljivanje žiroskopski stabilisanog projektila koji, po dolasku u rejon ciljeva, izbacuje veći broj manjih bojnih glava snabdevenih senzorima (različitih principa dejstva) pomoću kojih se detektuje cilj i potprojektil usmerava ka njemu;

— drugi, ispaljivanje žiroskopski stabilisanog projektila koji se na završnom delu putanje (različitim postupcima) integralno navodi na cilj.

Vodeće zapadne zemlje započele su sopstvene ili zajedničke programe razvoja samonavođene artiljerijske mu-

nicije, kao što su programi (po njima su neki tipovi municije i nazvani) primenjeni na artiljerijskoj municiji kalibra 155 mm:

— američki program SADARM¹⁾, koji svojim nazivom »oseti i uništi oklop« definiše koncept rešenja [1]. Razvoj projektila 155 mm, sa potprojektilima usmerenog dejstva započet je 1986. godine, a završen je 1991. godine. Serijska proizvodnja trebalo je da započne 1994. godine, a 1995. treba da se usvoji verzija projektila za višecelni lanser raketa MLRS;

— francuski program ACED²⁾ koji svojim nazivom upućuje na razvoj bojne protivtenkovske glave sa usmerenim dejstvom [1, 2]. Istraživanja u dve konkurentne grupacije³⁾ započeta su 1980. godine, a od oktobra 1990. godine vršena su uporedna ocenska ispitivanja projektila 155 mm. Kvalifikaciona ispitivanja za usvajanje u naoružanje planiraju se za 1996. godinu, a prve isporuke u 1998. godini;

— nemački program SMART⁴⁾ iniciran je 1983. godine sa početnim zadatkom da se definiše koncept »pametne« municije kalibra 203 mm [1]. Kasnije, 1988. godine, promenjena je odluka i projekat je nastavljen razvojem tog tipa municije kalibra 155 mm, prema balističkim rešenjima američkog projektila M483 i nemačkog DM612/642, a za oruđa 155 mm sa balističkim rešenjima cevi dužine 39 i 52 kalibra. U toku 1991. godine vršena su ispitivanja funkcije bojnih glava potprojektila sa skanirajućim senzorom. Planirano je da razvoj bude završen 1995. godine, a da serijska proizvodnja otpočne 1996. godine;

— švedski program BONUS odnosi se na razvoj »pametne« municije po konceptu sličnom američkom SADARM

i nemačkom SMART programu [1]. Dopunski zahtev jeste da bojne glave potprojektila 155 mm M483A1 i da budu kompatibilne za primenu iz raketnih artiljerijskih sistema. Planirano je da u petogodišnjem periodu, počevši od 1994. godine, švedska armija izvrši modernizaciju svoje artiljerije uvođenjem ove municije u naoružanje.

U realizovanim praktičnim rešenjima, dejstvo po oklopnim ciljevima protivnika (tenkovi i druga oklopna borbena sredstva), koji su zaklonjeni iza prirodnih i drugih prepreka, a nalaze se u rejonima prikupljanja protivničkih snaga, ostvaruje se sledećim postupcima:

— za dejstva na daljinama 6 do 8 km primenjuju se sistemi oružja sa »tačnim navođenjem«, čiji su tipični predstavnici jurišni avion A-10A naoružan vođenom raketom vazduh-zemlja MAVERIK, ili helikopter AH-64A APAČ naoružan vođenom protivtenkovskom raketom HELFAIR (Hellfire). Taj postupak zahteva angažovanje helikoptera i aviona, što izvršenje zadatka čini posebno skupim;

— razvojem i uvođenjem u upotrebu vođenih projektila sa navođenjem na završnom delu putanje TGSM⁵⁾, ugrađenih u bojnu glavu raketa zemlja-zemlja, kao što je, na primer, američka vođena raketa LENS (Lance LTV) [3]. U toku razvoja ovog projekta trebalo je rešiti više tehničkih problema, a osnovni je bio individualno dodeljivanje do devet različitih ciljeva u isto vreme i u istoj zoni projektilima TGSM koje nosi ista raketa LENS. Konačno, zbog nerentabilnog odnosa cena-efikasnost, ovaj sistem oružja nije bio uveden u operativnu upotrebu;

— u drugoj polovini osamdesetih godina NATO je započeo razvoj projektila vođenog na završnom delu putanje XMR-21 uz učešće Kanade, Fran-

¹⁾ SADARM (Sense And Destroy ARMour).

²⁾ Ili još preciznije TACED (Tête AntiChar à Effet Dirigé).

³⁾ Jednu je predvodila privatna firma Thomson Brandt, a drugu državna industrijska grupa Giat.

⁴⁾ SMART (Suchzunder Munition für die Artillerie).

⁵⁾ TGSM — Terminally Guided Sub Munitions.

cuske, Nemačke, Italije, Holandije, Španije, Turske, Velike Britanije i SAD, i formiranje četiri konzorcijuma sačinjenih od poznatih firmi tih zemalja [2]. Serijska proizvodnja planirana je za 1997. godinu. Projektili XMR-21 je, zapravo, kasetni projektil 155 mm sa jednim potprojektilom koji se izbacuje na nekoliko kilometara od cilja, a zatim pada ka tlu putanjom oblika čigre. Kada senzor potprojektila detektuje cilj, aktivira se mali buster-motor i usmerava potprojektil ka cilju. Zavisno od tipa projektila (sa upuštenim dnom ili sa generatorom gasa) maksimalni domet iznosi oko 24 km. Osnovni problem koji treba da se reši u municiji ovog koncepta jeste da komponente senzora izdrže ubrzanje od najmanje 16000 G u trenutku opaljenja. Umesto IC vođenja u svim konkurentskim rešenjima primenjuje se radarsko navođenje u milimetarskom talasnom području (sada 94 GHz, a razvije se rešenje sa 140 GHz) [2];

— već pomenutim programom *Ased* francuska vojska i grupacija *Zit* razvili su kasetni projektil 155 mm koji nosi tri potprojektila 130 mm, odnosno protivoklopne glave sa dirigovanim efektom. Svaki potprojektil ima po dva pasivna IC senzora koji rade u talasnom području 3 do 5 mikrona i 8 do 12 mikrona respektivno. Potprojektili se izbacuju pirotehničkim uređajem koji aktivira vremenski upaljač. Posle 100 m slobodnog pada otvaraju se padobrani i potprojektili padaju brzinom od 20 m/s, rotacionim kretanjem sa 9 do 10 obrta/s i pokrivanjem zone od 30° od vertikale. Potprojektili mogu da probiju homogenu oklopnu ploču debljine 100 mm, a verovatnoća pogađanja cilja (krovne ploče tenka) iznosi 30% do 40%. Maksimalni domet ovog kasetskog projektila je 17,5 km. Firma Tomson Brant razvila je projektil *ASED* za minobacač 120 mm, koji može da probije homogenu oklopnu ploču debljine 85 do 90 mm [2];

— postupkom vođenja artiljerijskog projektila tipa CLGP⁶⁾ po princi-

pu poluaktivnog samonavođenja na laserom označen cilj. Ovaj postupak je, svojevremeno, šef američkog projekta afirmisao sledećom izjavom: »Primenom artiljerijskog projektila tehnikom vođenja na završnom delu putanje ideja da se bilo koji top ili haubica pretvori u protivoklopno sredstvo velikog dometa postaje realnost, a po mnogo nižoj ceni u odnosu na cene odgovarajućih vođenih raketa« [4]. Upravo zahvaljujući dobrom odnosu cena-efikasnost ovim postupkom razvili su i uveli u operativnu upotrebu samonavodene artiljerijske projekte najpre Amerikanci, a zatim i Rusi.

Američki laserski vođeni artiljerijski projektil 155 mm M-712 KOPERHED (Copperhead)

KOPERHED⁷⁾ je vođeni artiljerijski projektil 155 mm prve generacije, koji se sastoji od poluaktivne glave za samonavođenje, upravljačkog bloka, organa upravljanja, kumulativnog eksplozivnog punjenja i upaljača. Projektil na svom središnjem i zadnjem delu ima po četiri krilca koja su pre gađanja uvučena u telo projektila. Zadnja krilca otvaraju se kada projektil napusti usta cevi, a središnja kada dođe u teme putanje. Masa projektila je 61 kg, što znači da je samo 15 kg teži od klasičnog projektila istog kalibra.

Glava za samonavođenje ima žiroskop i senzor brzine. Da bi se održala stabilnost žiroskopa i pri ispaljivanju, kada dolazi do velikog preopterećenja, sator je izrađen u obliku kugle. Posle ispaljivanja, kada projektil dođe u teme putanje, prostor između satora i rotora ispunjava se komprimiranim vazduhom koji pokreće rotor, stvarajući vazdušni sloj — film za podmazivanje. Elektromagnetski davač postavljen oko rotora vrši korekciju od-

⁶⁾ CLGP (Cannon Launched Guided Projectile).

⁷⁾ Razvila ga je američka firma MARTIN MARIETTA.

stupanja. Na silaznom delu putanje optički uređaj hvata cilj i srazmerno odstupanju pravca cilja od uzdužne ose



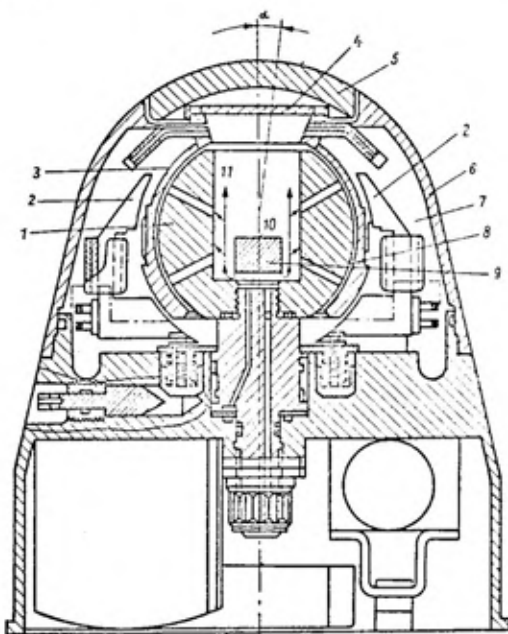
Sl. 1 — Vodeni artiljerijski projektil 155 mm M-712

projektila daje signale upravljačkom bloku za korekturu putanje projektila [4].

Za gađanje ovim projektilom potrebno je da osmatrač sa zemlje ili iz helikoptera, neposrednim osmatranjem, ozrači cilj laserskim snopom. Glava za samonavođenje, koja se nalazi na vrhu projektila, prihvata reflektovani laserski signal sa cilja, pa se u upravljačkom bloku obrađuje primljena informacija i kao upravljački signal prenosi na elemente za vođenje, koji vrše korekturu putanje u pravcu cilja [4].

Projektil M-712 namenjen je za upotrebu iz samohodne haubice 155 mm M109 i vučne haubice 155 mm M198. Operacije punjenja i gađanja izvode se na isti način kao sa dvodelnom

artiljerijskom municijom. Projektil M-712 za pogon koristi standardne barute. Nije potrebna nikakva modifikacija haubice, pa se mogu alternativno ispaljivati vođeni projektil M-712 i klasični projektil.



Sl. 2 — Glava sa laserskim navođenjem artiljerijskih projektila

1 — stator žiroskopa (u obliku kugle), 2 — elektromagnetski davači, 3 — rotor žiroskopa (u obliku sferičnog obruča), 4 — sočivo optičkog sistema, 5 — providni poklopac, 6 — aerodinamička kapa, 7 — unutrašnjost kućišta, 8 — unutrašnja elastična prevlaka površine rotora, 9 — geometrijsko težište rotora, 10 — foto-element, 11 — šupljina kugle (strelice označavaju pravac strujanja komprimiranog vazduha), 12 — ugao između uzdužne ose projektila i pravca cilja

Ruski samonavođeni artiljerijski projektili

U uslovima ograničene upotrebe nuklearnog oružja, savremene vojne doktrine (pa i ruska) posebnu ulogu i značaj pridaju oružju visoke tačnosti. Novi vid takvog oružja su sistemi »korekturnog artiljerijskog naoružanja«, koje, u osnovi, čine cevna artiljerijska

oruđa i samonavođeni artiljerijski projektili.

Osamdesetih godina u naoružanje KOV ruske vojske uvedena su dva sistema korekturnog artiljerijskog naoružanja prve generacije sa samonavođenjem: 1 K 113 SMELJČAK za minobacače 240 mm i 2K24 SANTIMETAR za top-haubice 152 mm. Oni su namenjeni za uništavanje malogabaritnih maskiranih ciljeva, i to: oklopnih vozila u rejonima prikupljanja, raketnih lansera i artiljerijskih oruđa, komandnih mesta i dr. Osnovne taktičko-tehničke karakteristike ovih sistema date su u tabeli 1 [5].

Tabela 1

Osnovni tehnički podaci za sisteme
SMELJČAK i SANTIMETAR

Sistem	1K113 smelj- čak	2K24 santi- metar
Karakteristika		
Daljina gađanja (km)	3,6 do 9,2	2 do 12
Daljina laserskog o- zračivanja (km)	0,2 do 0,5	0,2 do 0,5
Utrošak projektila (mina) za uništenje cilja (kom.)	1 do 3	1 do 3
Korekturni projektil (mina):		
— vreme samonavo- đenja (sec)	0,1 do 3,0	0,05 do 3,0
— kalibar (mm)	240	152
— masa (kg)	134,2	49,5
— trotilski ekviva- lent bojne gl. (kg)	32	8,5
Laserski ozračivač — daljinomer:		
— masa (kg)	60(30)* ± 5	isto kao za 1K113
— tačnost merenja daljine (m)	1,5	
— ugao laserskog snopa (hiljaditi)		
Sredstva sinhroniza- cije:		
— masa bloka ko- mandira (kg)	2,5	isto kao za 1K113
— masa bloka izviđa- ča (kg)	1,2	

* Masa posle modernizacije.

teristike ovih sistema date su u tabeli 1 [5].

U sastav sistema ulaze: korekturni projektil 152 mm 30F38, odnosno mina 240 mm 3F5 sa mehaničkim vremenskim uređajem, sredstva sinhronizacije (SS), laserski ozračivač cilja-daljinomer (LCD) sa tajmerom i vizirnim kanalom sa nišanskom tačkom i štabna sredstva artiljerijske jedinice.

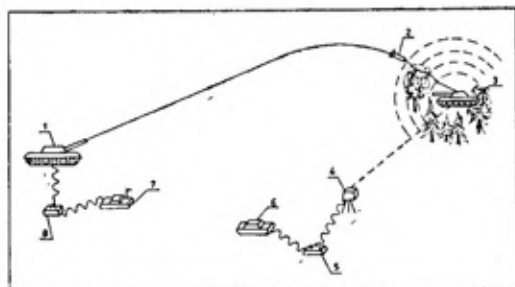
Pomoću LCD vrši se izviđanje ciljeva sa isturenog komandno-osmatračkog punkta (KOP). Posle odabiranja ciljeva vrši se određivanje njihovih koordinata pomoću LCD, uvode se neophodna vremenska podešavanja projektila, vrši se punjenje i zauzimaju zadane vrednosti na uglomeru i daljinaru. Nišanska tačka vizirnog kanala LCD drži se na cilju. Kada se izvrši opaljenje, signal o opaljenju se sredstvima veze sa vatrenog položaja, preko komandnog pribora SS, predaje KOP-tu i preko bloka izviđanja SS pušta se u pogon tajmer LCD. Po balističkoj putanji projektil kreće u rejon cilja. Na krajnjem delu leta projektila automatski se uključuje LCD, vrši ozračivanje cilja i laserski snop (nevidljiv za oko), odbijen od cilja, prima sistem za navođenje projektila, koji pri promašaju uključuje bočni raketni sistem korekcije. Pošto se korekcija vrši na završnom delu balističke putanje, u toku kratkog vremenskog intervala⁸⁾, praktično je nemoguće postaviti prepreku, uočiti izvor laserskog zračenja i uništiti ga. Američki vođeni projektil 155 mm KOPERHED je ranjiviji na ometanje, jer samonavođenje traje 15 sekundi [5].

Korekturni artiljerijski projektil (mina) ima jednostavnu i pouzdanu konstrukciju, bez žiroskopskih i dru-

⁸⁾ Na primer, pri direktnom gađanju iz top-haubice lasersko ozračivanje traje 1 sekundu, a pri gađanju sa zaklonjenog položaja 3 sekunde.

gih preciznih mehaničkih uređaja sa povratnom spregom. U toku eksploatacije ne zahteva kontrolu i tehničko održavanje. U slučaju postavljanja prepreke ili pri otkazu sistema navođenja

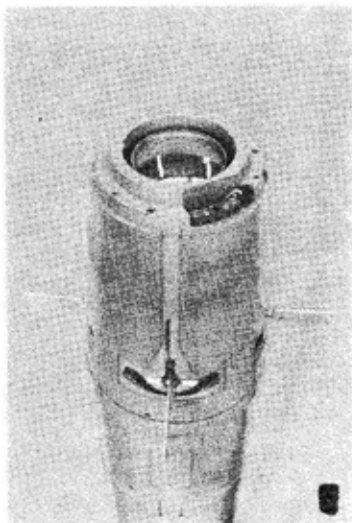
Navedeni korekturni samonavodeni sistemi obezbeđuju efikasno uništa-



Sl. 3 — Sematski prikaz upotrebe samonavodnog artiljerijskog sistema

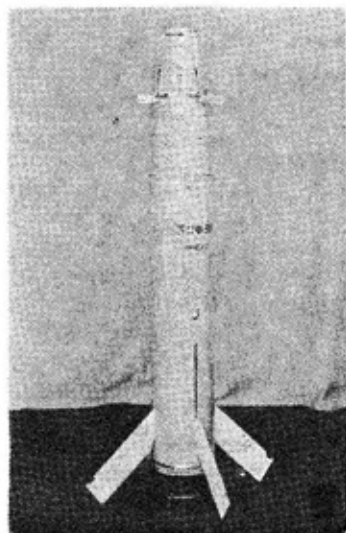
1 — artiljerijsko oruđe, 2 — samonavodeni projektil, 3 — cilj, 4 — laserski ozračivač cilja — daljinomer, 5 — sredstva sinhronizacije, 6 — vozilo komandira baterije, 7 — vozilo izvršioca gađanja, 8 — sredstva sinhronizacije

korekturni projektil zadržava efikasnost i sigurnost dejstva kao standardni artiljerijski projektil.

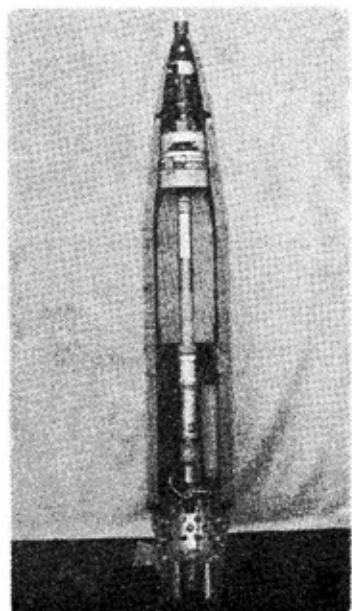


Sl. 5 — Glava za samonavođenje artiljerijskog projektila 152 mm 30F38

vanje malogabaritnih ciljeva gađanjem sa zaklonjenih vatrenih položaja pri svim meteorološkim uslovima (kiša,

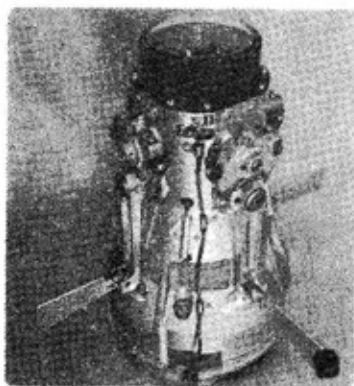


Sl. 4 — Vođeni artiljerijski projektil 152 mm 30F38



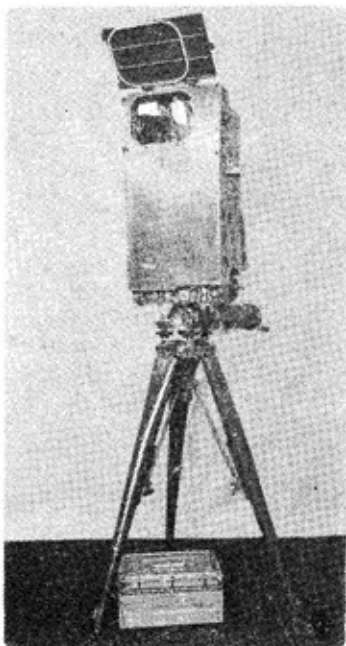
Sl. 6 — Vođena mina 240 mm 3F5

sneg, niska oblačnost), uz uslov da postoji vidljivost cilja kroz vizirni kanal LCD (videti tabele 2 i 3).



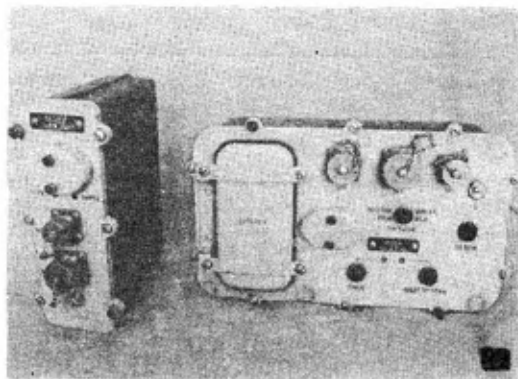
Sl. 7 — Glava za samonavođenje mine 240 mm 3F5

Posebno važna karakteristika ove vrste projektila je efikasno gađanje plotunom po jednom cilju, odnosno postizanje visoke gustine vatre. Kao što



Sl. 8 — Laserski ozračivač cilja

se vidi iz tabele 2, to svojstvo je iskorišćeno za gađanje utvrđenja plotunom, vodom ili baterijom (videti gađanja na rednom broju 3, 4 i 5), pri čemu je vremenski razmak između sukcesivnih ispaljenja bio 0,1 do 0,2 sekundi. Američki projektil KOPERHED nema mogućnost gađanja plotunom, jer je minimalni vremenski razmak između dva uzastopna opaljenja veći (1 do 1,5 s) i već pri prvoj eksploziji cilj se prekri-va dimom i prašinom, pa je onemogućeno tačno lasersko osmatranje.



Sl. 9 — Merač daljine sa sredstvima za sinhronizaciju

Da bi se skratilo vreme uništavanja nekoliko ciljeva, predviđen je režim automatskog uključivanja LCD posle fiksiranog vremenskog perioda od 15 sekundi radi izvršenja rednog gađanja. Pri tome se, po unapred proračunatom redosledu, gađa »svoj« cilj i posle prve eksplozije projektila LCD se prebacuje na redni rad i automatski uključuje pri doletu projektila na cilj. U samom LCD ugrađen je program rednog gađanja sa šest projektila.

Analiza izvršenih bojnih gađanja pokazuje da je efikasnost korektivnih projektila čak do 100 puta veća u poređenju sa standardnim projektilima (videti tabele 4 i 5). Rešenje borbenog zadatka (videti tabelu 3) primenom

Tabela 2

Rezultati gađanja sistemom 1K113 SMELJČAK sa zaklonjenog vatrenog položaja (daljina gađanja 2,5 do 8,4 km, daljina ozračavanja 1,2 do 5 km) u brdskim uslovima leti

Broj zadatka	Zadatak gađanja	Utrošak projektila	Rezultati gađanja
1	razoriti 7 utvrđenja	10	sva utvrđenja razorena
2	razoriti 6 pećina	15	sve pećine razorene
3	razoriti 5 tipskih ciljeva	15	svi tipski ciljevi razoreni
4	neutralisati živu silu i vatrena sredstva u 4 utvrđenja	6	sva utvrđenja razorena sa 70 do 90%
5	uništiti 2 mitraljeza DSK iza kamene stene	2	oba mitraljeza uništena
6	uništiti lanser raketnog sistema	1	lanser uništen

Tabela 3

Rezultati gađanja sistemom 2K24 SANTIMETAR sa zaklonjenog vatrenog položaja (daljina gađanja 5,4 do 6,6 km, daljina ozračavanja 2 do 3 km) u brdskim uslovima zimi

Broj zadatka	Zadatak gađanja	Redosled izvršenja zadatka	Broj opaljenja/pogodak	Rezultati gađanja
1	neutralisati 3 vatrene tačke u utvrđenju	jedinačna paljba	1/1 1/1 1/1	cilj uništen cilj uništen cilj uništen
2	neutralisati 6 vatreneh tačaka u utvrđenju	redno gađanje vodom (3 oruđa)	3/2 3/3	uništena 2 cilja za 50 sekundi uništena 3 cilja za 50 sekundi
3	neutralisati 2 vatrene tačke u utvrđenju	gađanje vodom plotunom (3 oruđa)	3/2 3/2	cilj uništen cilj uništen
4	neutralisati živu silu i vatrena sredstva u dva utvrđenja	gađanje vodom plotunom (3 oruđa)	3/3 3/3	cilj uništen cilj uništen
5	razoriti 4 utvrđenja	gađanje baterijom plotunom (6 oruđa)	6/6 6/6 6/6 6/6	utvrđenje razoreno utvrđenje razoreno utvrđenje razoreno utvrđenje razoreno

Tabela 4

*Rezultati proračunske ocene izvršenja zadataka standardnim projektilom 30F25 GRIF sa zaklonjenog vatrene položaja (daljina gađanja 5,4 do 6,6 km, daljina osmatranja 2 do 3 km)**

Redni broj	Zadatak gađanja	Poredak izvršenja borbenih zadataka	Potreban broj metaka
1	neutralisati 6 vatre-nih tačaka u utvrđe-njima	gađanje baterijom uz kon-trolu elemenata pomoću sis-tematske vatre	837
2	neutralisati 6 vatre-nih tačaka u utvrđe-njima	"	1395
3	neutralisati 2 vatrene tačke u utvrđenjima	"	468
4	neutralisati živu silu i vatrena sredstva u dva utvrđenja	"	468
5	razoriti četiri utvrđe-nja	"	2340

* Elementi za gađanje određuju se probnim gađanjem. Utrošak municije za probno gađanje — 18 metaka. Ukupan broj metaka — 5526.

Tabela 5

Uporedna proračunska efikasnost artiljerijskih projektila 30F25 GRIF, 30F38 SANTIMETAR i KOPERHED

Tip municije	Složenost izrade (norma/čas)	Utrošak za uništenje cilja (ko-mada)	Uslovna cena u je-dinicama izrade (nor./čas)	Verovatnoća pogađanja/verovatnoća uništenja
30F25 GRIF	6	5526	33156	0,01 do 0,03/1,0
30F38 SANTIMETAR	241	49	11809	0,94/1,0
M712 KOPERHED	800 (orijentaciono)	38	30400	1,0/1,0

korekturnog artiljerijskog projektila 30F38 SANTIMETAR, u poređenju sa standardnim projektilom 30F25 GRIF je 2,8 puta jeftinije, sa 110 puta manjim utroškom municije i sa 5 puta manjim vremenom izvršenja zadatka. Upotreba američkog vođenog projekti-

la KOPERHED u poređenju sa ruskim korekturnim artiljerijskim projektilom SANTIMETAR je 2,6 puta skuplja.

Artiljerijski sistemi SMELJČAK i SANTIMETAR prvi put su bili prikazani na izložbama naoružanja septembra 1993. godine u Donjem Novgoro-

du («Jesen 93») i u Ankari («IDEF 93»). Posebno je pokazan veliki interes za kompleks SMELJČAK zbog bezžiroske konstrukcije glave za samonavođenje. Konkurentska prednost navedenih projektila zasniva se na njihovoj povećanoj efikasnosti, visokoj tehnološkoj, zaštićenosti od ometanja, pouzdanosti dejstva, jednostavnosti u eksploataciji, a posebno na naprednom (inteligentnom) rešenju sistema vođenja, pa se mogu smatrati artiljerijskim vođenim projektilima druge generacije.

U naoružanju ruske vojske nalaze se, pored navedenih, još dva samonavodena artiljerijska sistema novije generacije. To su sistemi KRASNOPOLJ i KITOLOV-2.

Sistem KRASNOPOLJ čine parčadno-fugasni vođeni projektil 152 mm 30F39 koji se, zavisno od daljine gađanja, kompletira barutnim punjenjem 54-ŽN-546 ili smanjenim promenljivim punjenjem 54-Ž-546U, i laserski ozračivač cilja-daljinomer 1D15, a moguća je i primena laserskih ozračivača 1D20 ili 1D22 [6].

KRASNOPOLJ se ispaljuje iz vučnih oruđa 152 mm D20 i 2A65 MSTA-B i samohodnih oruđa 152 mm 2S3 AKACIA i 2S19 MSTA-S, a namenjen je za uništavanje pokretnih (do brzina 10 m/s) i nepokretnih borbenih vozila. Njegovom upotrebom smanjuje se utrošak municije za 10 do 15 puta, a vreme izvršavanja borbenog zadatka za 5 do 10 puta.

Osnovne tehničke karakteristike ovog sistema su: daljina gađanja 5 do 20 km; daljina ozračavanja cilja 200 do 7000 m; verovatnoća pogađanja cilja > 70%; sistem vođenja: na srednjem delu putanje inercijalno vođenje, a na završnom delu putanje lasersko poluaktivno samonavođenje; projektil 30F39: dužina 1305 mm, masa 50,8 kg, masa eksplozivnog punjenja 6,3 kg.

Artiljerijski sistem 152 mm MSTA-S i samonavodeni projektil KRASNOPOLJ je prvi put javno prikazan na

izložbi naoružanja IDEX-93⁹⁾. Na prikazanom gađanju mu nije bilo premca, jer je sa 40 ispaljenih samonavodjenih projektila KRASNOPOLJ uništeno 38 realnih ciljeva na daljini 15 km. U režimu brze paljbe, sistem je pokazao visoku stabilnost i tačnost pogađanja ciljeva na daljini 7 km [7].

Sistem KITOLOV-2 čine parčadno-fugasni vođeni projektil 122 mm i laserski ozračivač cilja-daljinomer [8]. KITOLOV-2 ispaljuje se iz vučne haubice 122 mm D-30 i samohodne haubice 122 mm 2S1 GVOZDIKA, a namenjen je za uništavanje lakooklopljenih pokretnih i nepokretnih ciljeva. Osnovne karakteristike ovog sistema su: daljina gađanja do 12 km; verovatnoća pogađanja > 80%; masa projektila 25 kg; dužina projektila 1225 mm.

Zaključak

Spektar tipičnih artiljerijskih zadataka bitno je izmenjen uvođenjem u operativnu upotrebu samonavodjenih artiljerijskih projektila namenjenih za borbu protiv oklopnih borbenih vozila, pre svega tenkova, na vrlo velikim daljinama, čak preko 20 km.

Sistem oruđa kakav je, na primer, rusko samohodno oruđe 152 mm MSTA-S i samonavodeni projektil KRASNOPOLJ, a koji i najvećim skepticima pokazuje da je za borbu protiv tenkova moguće realizovati malo ranjiv sistem oruđa sa izvanrednim koeficijentom cena-efikasnost, bitno će uticati na tendencije u projektovanju protivoklopnih, ali i oklopnih sredstava. Značajno je i ohrabrujuće saznanje da Vojska Jugoslavije ima u svom naoružanju vučni top-haubicu 152 mm M84-B1, oruđe koje je po svojim balističkim karakteristikama na nivou oruđa

⁹⁾ U Ujedinjenim Arapskim Emiratomima u Abu Dabiju, a reпрizno na izložbi IDEX-95, marta 1995. godine.

MSTA, što znači da ispunjava uslove za ispaljivanje vođenih artiljerijskih projektila tipa KRASNOPOLJ. Odlukom da se takav sistem uvede u upotrebu (nabavkom, sa odgovarajućom modifikacijom, ili sopstvenim razvo-

jem), posle višegodišnje stagnacije u razvoju i opremanju, naša artiljerija bi (u kratkom roku) ponovo zauzela ono prestižno mesto u društvu moderno opremljenih vojski koje joj je (do nedavno) po tradiciji pripadalo.

Literatura:

- [1] Ian Bustin: The Writing on the Wall, What Future for the Western Ammunition Industrial Base? *Military Technology* 11/1992, str. 20—32.
- [2] G. Turbé: Far-reaching changes in French artillery, *International Defense Review* 2/1987, str. 185—186.
- [3] Furlong: Le projectile d'artillerie guidé de L'US Army, *Revue internationale de defense* 1/1976, str. 117—119.
- [4] Đorđević I.: Signalna informacija, Artiljerijski projektil sa laserskim samonavedenjem, VTI KoV, broj 25/1977, Beograd.
- [5] Vladimir Vishnevsky: Laser guides to target, Military parade, juli-avgust 1994, str. 82—85.
- [6] Prospekt: KRASNOPOL, Guided Artillery projectile system, Государственный завод „ИЖМАШ“.
- [7] MSTA-S Self Propelled Howitzer 2S19, Military Parade, mart-april 1995, str. 26—27.
- [8] Prospekt: KITOLOV 2, Artillery Guided weapon.

Mr Predrag Petrović,
dipl. inž.

Ljubiša Marković,
dipl. inž.

Dr Slobodan Janković,
dipl. inž.

REPIČIN METILESTER KAO ALTERNATIVNO GORIVO DIZEL-MOTORA

Demografske procene organizacije UN su da će 2005. godine svetska populacija iznositi 7 milijardi, a 2020. godine 8 milijardi stanovnika. Porast stanovništva pratiće i adekvatan rast broja motornih vozila. U odnosu na sadašnjih 500 miliona automobila, 2020. godine očekuje se 1,2 milijarde, što će svakako, doprineti intenzivnijem utrošku rezervi nafte. Zbog toga se sve više podstiču istraživanja primene alternativnih goriva kao zamena gorivima fosilnog porekla. U tom kontekstu, vršena su obimna ispitivanja metilestera biljnog ulja repice, a deo tih rezultata prikazan je u ovom radu.

Uvod

U poslednjih desetak godina vrlo je aktuelna tendencija supstitucije mineralnih dizel-goriva, gorivima na bazi biljnih kultura. U tom kontekstu u našoj zemlji je evidentna sve veća povezanost nauke, proizvođača, industrije i korisnika radi sagledavanja ukupnih saznanja i potreba, kao i brže i efikasnije realizacije primene u praksi.

Iz te saradnje u Institutu Industrije motora u Rakovici proistekla su laboratorijska ispitivanja dva tipa dizel-motora serijske proizvodnje sa primenom goriva repičin metilester (RME).

Vršena su uporedna ispitivanja funkcionalnih karakteristika i emisije izduvnih gasova, sa primenom referentnog goriva D2 i metilestera, kao i homologacijska i vanmotorska ispitivanja. Na osnovu dobijenih rezulta-

ta utvrđena je uzajamna korelacija navedenih karakteristika.

U ovom trenutku za našu zemlju veoma je aktuelan zadatak istraživanja mogućnosti primene alternativnih goriva biljnog porekla u odnosu na konvencionalna mineralnog porekla. U tom pogledu u svetu visoko mesto zauzima biljna proizvodnja kao potencijalni proizvođač energije, pa se obimna istraživanja usmeravaju, uglavnom, na dve osnovne grupe proizvoda, i to:

— proizvodnju alkohola (etanola) na bazi skroba i šećera. Osnovu čine šećerna trska, šećerna repa, žito, krompir, i sl. Dalje usmeravanje je ka dođavanju benzina radi dobijanja mešavina ili kao potpuna zamena benzina.

— proizvodnja ulja na bazi uljanih kultura kao što su: uljana repica, suncokret, soja, lan i sl. Dalje usmeravanje je zamena mineralnih dizel-goriva, odnosno iznalaženja mogućnosti spravljanja mešavina sa njima,

Tehnološki postupak dobijanja metilestera repičinog ulja u suštini se sastoji od tri faze:

— standardnim postupkom vrši se presovanje zagrejanog semena i ekstrakcijom odvajanje ulja;

— dobijeno ulje oplemenjuje se metilalkoholom postupkom reesterifikacije uz dodavanje natrijuma ili kalijum-hidroksida, kao katalizatora i, praktično, pretvara se u biodizel;

— u nastavku procesa u reaktorima se vrši raslojavanje (fosforno-kalijevo đubrivo, lož ulje, glicerol, voda, metilalkohol, itd.).

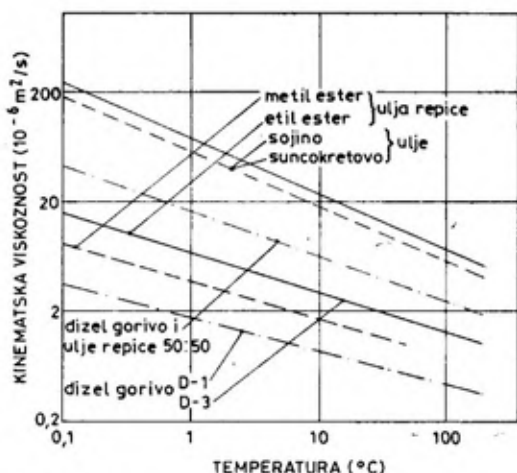
Za buduća istraživanja obe grupe proizvoda mogu biti aktuelne, ali proizvodnja RME ima najpogodnije uslove za brzu i ekonomičnu primenu. To navodi na činjenicu da je u svetu sve veći trend povećanja proizvodnje uljane repice i izgradnje manjeg broja fabrika ulja sa usmerenjem proizvodnje ka biodizelu, kao i otvaranje sve većeg broja pumpi na kojima se prodaje biodizel.

Karakteristike repičinog ulja i RME-a kao alternativnog goriva dizel-motora

Da bi se uopšte primenilo alternativno gorivo u klasičnim dizel-motorima, odnosno motorima koji nisu prilagođeni tom alternativnom gorivu, moraju se proveriti sledeće osnovne karakteristike goriva:

- kinematska viskoznost,
- upaljivost,
- donja toplotna moć,
- gustina.

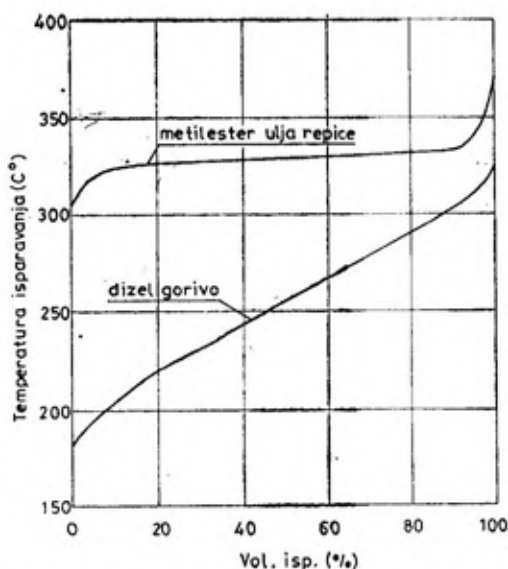
Viskoznost biljnih ulja, a time i ulja repice, znatno je viša od viskoznosti dizel-goriva na temperaturi okoline. Ta razlika izražena je i na višim temperaturama, što je prikazano na sl. 1.



Sl. 1 — Uporedne karakteristike viskoziteta dizel-goriva i biljnih ulja u zavisnosti od temperature

Prema dosadašnjim saznanjima, ulje repice i njegovi estri, kao i ostala biljna ulja, nisu primenljiva za temperature ispod 10°C.

U slučaju primene, a da bi se smanjio napor u napojnom sistemu goriva motora, pad pritiska u filterima i sl.,



Sl. 2 — Uporedne krive isparljivosti dizel-goriva i metilestera ulja repice

preporučuje se dogrevanje biljnih ulja do 80°C.

Usporedne krive toka isparavanja dizel-goriva i esterifikovanog ulja re-pice prikazane su na sl. 2. Vidi se da je za isparljivost goriva od 50%, kod RME potrebna viša temperatura od oko 80°C. Iz toga sledi da bi za ostvarivanje istog kvaliteta radne smeše RME-a i vazduha, u odnosu na smešu sa D2, bilo potrebno da se u kompresionom prostoru ostvari viša temperatura najmanje za navedenu razliku.

Niskotemperaturni kvalitet RME-a

Primena repičinog metil estera u dizel-motorima, u uslovima sniženih temperatura okoline, zahteva od goriva ispoljavanje niskotemperaturnog kvaliteta. Definisanje temperaturnih granica primene goriva u uslovima sniženih temperatura okoline, zahteva zadovoljenje nekoliko zahteva, koji su proizišli iz fizičko-hemijskih karakteristika goriva, a definisani su: tačkama zamucenja, filtrabilnosti i stinjanja, paljenja, toplotnom moći, viskozitetom i gustinom, što direktno utiče na mogućnost primene u uslovima sniženih temperatura okoline. Sprovedena istraživanja realizovana su u laboratoriji prema standardnim metodama, u mernim (hladnim) komorama, prema hladnom testu operatibilnosti goriva HTG.

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja (podaci u tabeli 2) može se zaključiti da karakteristične tačke zamucenja, filtrabilnosti i stinjanja imaju povoljne vrednosti za mogućnost primene goriva na temperaturama nižim od 0°C, tj. vrednosti bliske dizel-gorivu D1. Kod RME-a uočena je razlika u odnosu na dizel-gorivo D2 u tački paljenja, viskoziteta i gustini, što direktno utiče na niskotemperaturni kvalitet. Metodom HTG testa operatibilnosti goriva, određuju se karakteristični parametri dotoka goriva (protok, pritisak, granične temperature pri-

mene goriva). Na osnovu graničnih parametara i određene granične temperature operatibilnosti goriva, moguće je donošenje zaključka o njegovom niskotemperaturnom kvalitetu.

Došlo se do zaključka da je primena RME-a moguća do graničnih temperatura $T_{GR} = -11^{\circ}\text{C}$. Međutim, zbog visoke temperature paljenja i niže toplotne moći, gorivima na niskim temperaturama okoline potrebno je duže vreme za startovanje motora.

U našoj zemlji postoji veći broj potencijalnih proizvođača RME-a, što u pogledu fizičko-hemijskih i drugih karakteristika dovodi do široke lepeze kvaliteta, pa njihova primena u dizel-motorima, u pogledu funkcionalnosti i pouzdanosti, može biti nepovoljna. U sadašnjem trenutku, toj stihijskoj proizvodnji doprinosi nepostojanje standarda sa definisanim odgovarajućim svojstvima RME-a.

Pošto je definisanje i uvođenje standarda veoma dug proces, koji mora obuhvatiti analizu uticaja svake komponente RME-a na rad motora, kao i definisanje metoda za određivanje tih komponenata, mora se prvo pristupiti formiranju određenih normativnih propisa koji bi bili prethodnica zvaničnom standardu.

Prema saznanjima dostupnim iz literature, nije poznato uvođenje standarda o svojstvima RME, sem standarda ONORM C 1190 koji je donet februara 1991. godine u Austriji, kao velikog proizvođača i potrošača RME, posle obimnih i sveobuhvatnijih ispitivanja. Propisi o tom standardu odnose se na:

— osnovni materijal (jodni broj, saponifikacioni broj, gustina, viskozitet, tačka smrzavanja, cetanski broj, toplotna moć);

— gotov proizvod (temperatura paljenja, stepen esterifikacije, sadržaj glicerina i pepela);

Standard ONORM C 1190, preporuke Mercedesa i Evropske unije

	Jedinica	RME	Dizel gorivo	Mercedes-preporuka	Evropski propis
Jodni broj	ca. 115				
Saponifikacioni broj	ca. 190				
Prateće masne materije	%	< 1			
Sastav C	%	77,0	863		
H	%	12,1	13,7		
O	%	10,9	0,0		
P	mg/kg	max. 20			max. 10
S	%	max. 0,02	0,03	max. 0,02	max. 0,01
Minimalna količina vazduha za sagorevanje	m ³ /kg	9,7	11,2		
Minimalna količina gasa za sagorevanje	m ³ /kg	10,5	11,0		
Gustina na 20°C g/cm ³ /15°C*	g/cm ³	0,83 do 0,85 0,87 do 0,89		0,875 do 0,885	0,86 do 0,90
Brzina zvuka na 40°C	m/s	ca. 1333	1400 do 1500		
Kinematska viskoznost na 20°C	mm ² /s	6,5 do 8	3 do 8	6,0 do 9,0	
Tačka zamućenja	°C	—1	+6 do —12		
Temperatura filtrabilnosti	°C	—1	+6 do —12		
Količina isparenog pri 200°C	%	<	20 do 30		
Toplotna moć	MJ/kg	36,8	42,8		
Toplotna moć smeše	MJ/m ³	3,53	3,56		
Cetanski broj		48	ca. 50	min. 50	min. 49
Temperatura paljenja	°C	min. 100	>55	min. 55	min. 100
Sadržaj metanola	mg/g	max. 020		max. 0,3	max. 0,3
Slobodni glicerol	mg/g	max. 0,02		max. 0,03	max. 0,03
Vezani glicerol	mg/g	max. 0,24		max. 0,20	max. 0,25
Stepen esterifikacije %	96,9 do 98,5				
Koksni ostatak	%	0,02	<<		
CFPP Letnje Zimsko	°C	max. 0 max. -15		max. -5 max. -15	max. 0 max. -15
CCR od 100% od 10%	% %	max. 0,05		max. 0,05	

Tabela 2

Komparativni pregled fizičko-hemijskih, energetskih i strukturnih karakteristika dizel goriva D2, i RME-a

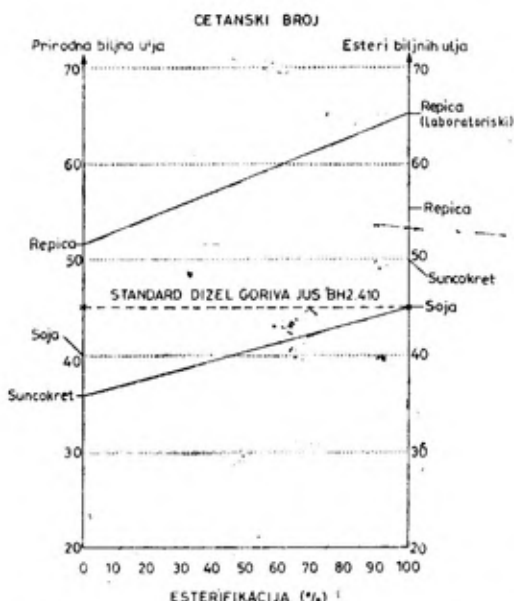
Red. br.	Karakteristike	Jedinica mere	Dizel D-2 JUS B.H2.410	RME
1.	Fizičko-hem. karakter.			
1.1.	Gustina, 15°C	kg/m ³	839	886
1.2.	Viskozitet, 20°C	mm ² /s	3,342	8,35
1.3.	Donja toplotna moć, H	kJ/kg	42,600	36,070
1.4.	Tačka paljenja	°C	70	173
1.5.	Filtrabilnost, ispod	°C	-9	-8
1.6.	Cetanski broj		49	49,2
2.	Elementarna analiza			
2.1.	Sadržaj ugljenika (C)	%	86,5	76,5
2.2.	Sadržaj vodonika (H)	%	13,4	21,0
2.3.	Sadržaj azota (N)	%		0,1
2.4.	Sadržaj kiseonika (O)	%		11,5
3.	Destilacija			
	početak destilacije	°C	181	323
	10%	°C	209	334
	20%	°C	218	336
	40%	°C	238	337
	60%	°C	257	340
	80%	°C	283	348
	90%	°C	298	335
	kraj destilacije	°C	325/94	365/98
4.	Primeše			
4.1.	Sadržaj koksa-Cornadson	%	0,028	0,023
4.2.	Sadržaj pepela	%		0,006
4.3.	Sadržaj vode	%	0,10	0,19
4.4.	Korozija Cu-trake (3h na 100°C)	%	2	18
4.5.	Sadržaj sumpora (S)	ppm	900	<10
5.	Sastav i komponente			
5.1.	Zasićene masne kiseline			
5.1.1.	Palmitinska kiselina	%		4,6
5.1.2.	Stearinska kiselina	%		1,6
5.2.	Nezasićene masne kis.			
5.2.1.	Oleinska kiselina	%		64,2
5.2.2.	Linolna kiselina	%		20,2
5.2.3.	Linolenska kiselina	%		9,0
5.2.4.	Eureka kiselina	%		0,4
6.	Stepen esterifikacije	%		90,2
7.	Zamućenje	°C		- 8
8.	Filtrabilnost (isp.)	°C		-10

— uskladištenje (neutralizacioni broj, sadržaj slobodnih masnih kiselina, sadržaj vode, koroziona proba na bakarnom limu).

Karakteristike RME-a sa preporukama Mercedesa i Evropske unije prema standardu ONORM C 1190, prikazane su u tabeli 1.

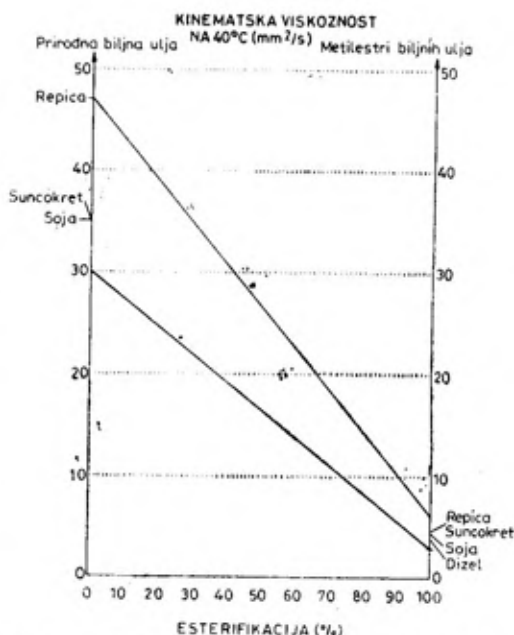
Na osnovu ispitivanja dat je komparativni pregled fizičko-hemijskih, energetskih i strukturnih osobina dizel-goriva D2 i RME-a u tabeli 2.

Esterifikacijom biljnih ulja povećava se cetanski broj i dovodi na vrednost koja je potrebna za normalan rad dizel-motora. Upoređujući ga sa minimalnim cetanskim brojem prema standardu za dizel-gorivo, kod suncokretovog ulja cetanski broj ima znatno nižu vrednost ali se esterifikacijom iznad 80% dovodi na nivo standarda i većih vrednosti. Zavisnost cetanskog broja od stepena esterifikacije prikazana je na slici 3.



Sl. 3 — Zavisnost cetanskog broja od stepena esterifikacije prirodnih biljnih ulja i estara biljnih ulja

Kao parametar za komparaciju zavisnosti stepena esterifikacije biljnih ulja i metilestera biljnih ulja, prikazana je kinematska viskoznost na slici 4. Uočava se da kinematska viskoznost nivoa standardnog dizel-goriva ima potrebnu vrednost sa esterifikacijom iznad 95%. Navedene zavisnosti navode da kvalitet RME-a direktno utiče od procesa esterifikacije, odnosno stepena esterifikacije.



Sl. 4 — Zavisnost kinematske viskoznosti od stepena esterifikacije prirodnih biljnih ulja i estara biljnih ulja

Neka svetska iskustva u primeni RME-a

Prema iskustvima iz prakse i raspoloživim podacima, pokazalo se da je nepodobno korišćenje ulja repice kao goriva u klasičnim dizel-motorima, odnosno motorima koji nisu prilagođeni toj alterativnoj vrsti goriva, iako su motori radili određeno kratko vreme bez bitnog pada snage. Međutim, već posle 50 časova rada došlo je do kok-

sovanja brizgaljki, stvaranja naslaga na čeonim površinama klipova, ventilima, sedištim ventila, glavi motora, cilindarskoj košuljici u delu iznad gornje mrtve tačke klipa, i na klipnim prstenovima. Takav epilog je bio katastrofalan, jer je nastala havarija većeg broja motora.

Takav ishod desio se primenom čistog ulja uljane repice i drugih biljnih ulja i sa mešavinama u različitim odnosima sa dizel-gorivom.

Znatno bolji rezultati primene u dizel-motorima očekuju se od esterifikovanog ulja repice i to bez prilagođavanja motora tom alternativnom gorivu.

Očekuje se, u odnosu na čisto ulje repice koje doprinosi lošem obrazovanju radne smeše u kompresionom prostoru zbog nižih temperatura od potrebnih, a zbog nepovoljne strukture molekula, bolje ostvarenje smeše uz porast temperature. Zbog toga se očekuje primena esterifikovanog ulja repice na motorima sa direktnim ubrizgavanjem, a još bolji rezultati dobili bi se na motorima sa podeljenim kompresionim prostorom.

Zbog viših temperatura u kompresionom prostoru, za primenu RME-a pogodniji su dizel-motori sa pretkomorom.

Motori sa direktnim ubrizgavanjem nepovoljniji su za pripremu RME-a s obzirom na to da je kod njih odnos površine kompresionog prostora, prema njegovoj zapremini, manje povoljan. Na osnovu toga realno je očekivati bolje rezultate kod motora koji imaju veći odnos D/H, odnosno tzv. kratkohodni motori.

S obzirom na težu isparljivost RME-a, a da bi se ostvario približno isti kvalitet smeše kao sa dizel-gorivom D2, proizilazi da bi motori koji koriste RME trebalo da imaju veći stepen kompresije, čime bi se povećala temperatura u kompresionom prostoru.

Prema nekim iskustvima, povoljniji za korišćenje RME-a su motori čija je zapremina kompresionog prostora veća od 1 dm³, a delimično je smešten u klip, radi povoljnijeg odnosa zapremine i površine.

Bez obzira na to koji je tip komore za sagorevanje primenjen, mora se voditi računa o intenzivnijem hlađenju brizgaljki, nego što je to potrebno kod klasičnih dizel-motora sa primenom dizel-goriva D2.

Pred istraživanjima koja se bave alternativnim gorivima postoji dilema: da li prilagoditi RME klasičnim dizel-motorima ili ih prilagoditi karakteristikama sagorevanja RME-a.

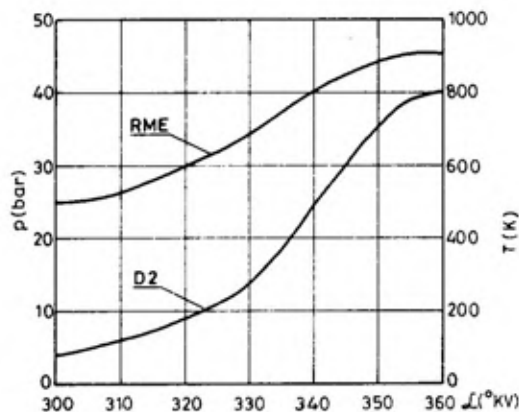
Prvi pravac zastupaju istraživači u Austriji, korišćenjem esterifikacije ulja repice, odnosno katalitičkom razgradnjom strukture ulja alkoholom, čime se smanjuju površinski napon ulja i viskozitet, a povećava cetanski broj.

Drugi pravac ima pristalice u Nemačkoj, odnosno firmi ELSBETT, koja je patentirala dizel-motor sa direktnim ubrizgavanjem, koji kao gorivo koristi čisto ulje repice bez prethodne pripreme, odnosno esterifikacije. To je jedan uspešan pokušaj primene direktnog ubrizgavanja u pretkomorni motor.

Visoka zagrejanost zidova kuglaste komore u klip potpomaže brzom isparavanju i intenzivnijem vrtloženju, pri čemu se stvara dovoljno homogene smeša. U komoru se ubrizgava čisto ulje preko dve brizgaljke sa tangencijalnim pravcem mlaza. Došlo se do saznanja da se kod motora sa direktnim ubrizgavanjem postižu povoljniji rezultati primenom tzv. M postupka sa klipom od livenog gvožđa ili sa klipom od aluminijuma sa kompresionim prostorom u njemu od legure Fe-Ni (tzv. FEROTHERM klip), tako da se površina komore zagreva na 330 do 430°C, što doprinosi boljem samoupaljenju goriva.

S obzirom na to da kriva isparavanja dizel-goriva D2 počinje na znat-

no nižoj temperaturi, a na kraju nema bitnih razlika, uticaj isparavanja na proces obrazovanja smeše u motoru je prikazan na sl. 5, gde je data proračunata promena pritiska i temperature vazduha u cilindru tokom sabijanja.



Sl. 5 — Promena pritiska i temperature u cilindru motora u toku sabijanja

Vidi se da je u momentu početka ubrizgavanja goriva kod jednog od ispitivanih motora ($\approx 19^\circ$ pre SMT) temperatura sabijenog vazduha iznad 500°C , što je daleko iznad temperature isparavanja 90% goriva RME-a.

Iz toga proizilazi da razlika u krio-voj isparavanja ne bi trebalo bitnije da utiče na proces obrazovanja smeše.

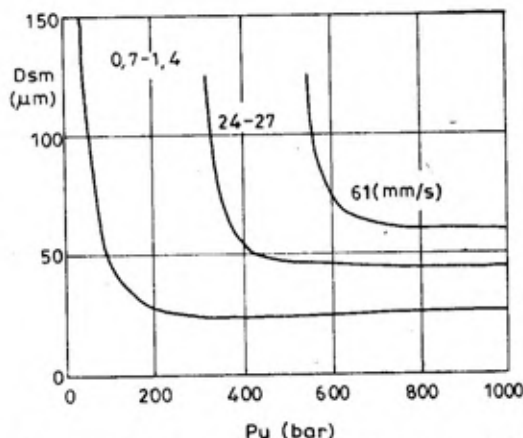
Drugi problem je razlika u gustini i viskoznosti goriva. Veća gustina i viskoznost RME-a znače da će biti veća količina ubrizganog goriva po ciklusu.

Viskoznost goriva, pored uticaja na otpor strujanja, značajnije utiče na proces raspršivanja goriva tokom ubrizgavanja.

Uticaj viskoziteta na veličinu kapljice raspršenog goriva (tzv. srednji SAUTER-ov prečnik — Dsm prikazan je na slici 6. Vidi se da srednji prečnik kapljice znatno raste sa porastom viskoziteta pri nižim pritiscima ubriz-

gavanja, dok je pri dovoljno visokom pritisku ubrizgavanja ta razlika manja.

Pored završetka istraživanja primene RME na osnovu kojih treba doneti određene verifikacije, potrebno je preispitati mogućnosti proizvodne stru-



Sl. 6 — Uticaj viskoziteta goriva na srednji Sauterov prečnik kapljica goriva u mlazu

kture i strategije proizvodnje RME kod nas radi eventualnog podsticaja i komercijalne primene u praksi.

Mnogi svetski proizvođači traktora su, nakon detaljnih ispitivanja biodizela kao goriva za motore, odobrili njegovo korišćenje kao pogonskog goriva. Firme koje su to učinile su: JOHN DEERE, MASSEY FERGUSON, SAME, FORD, FENDIT, DEUTZ, MERCEDES-BENZ, STAYUR, LINDNERE, RENAULT i dr.

Uslovi, način i objekti laboratorijskih ispitivanja primene RME-a

Radi verifikacije primene repičnog metilestera kao pogonskog goriva dizel-motora, Institut Industrije motora Rakovica izvršio je više različitih ispitivanja, a deo tih rezultata prikazan je u ovom radu.

Izvršena su preliminarne ispitivanja funkcionalnih karakteristika i emisije izduvnih gasova na dva najmasovnije proizvođena motora iz proizvodnog programa Industrije motora Rakovica. To su motori sa različitim sistemima sagorevanja, odnosno sa direktnim ubrizgavanjem DM33, i sa indirektnim ubrizgavanjem M33, čiji su osnovni tehnički podaci prikazani u tabeli 3.

Homologacijska ispitivanja goriva RME obavljena su na probnom stolu i to na motoru M33 u trajanju od 250 h, a DM33—350 h, pri režimu punog opterećenja.

Potrebno je napomenuti da su funkcionalna i homologaciona ispitivanja obavljena na standardnoj — serijskoj

U okviru laboratorijskih ispitivanja, primenom goriva RME vršena su vanmotorska ispitivanja, u trajanju od 500 časova, sistema za ubrizgavanje goriva (pumpa visokog pritiska — cevovod — brizgaljke).

Istraživanja u okviru sniženih temperatura obuhvatala su ispitivanja *operatibilnosti* goriva i hladnog starta dizel-motora TS54 ugrađenog u vozilo TARA — IMR.

Ispitivanje *operatibilnosti* goriva odnosi se na niskotemperaturni kvalitet goriva, odnosno alokaciju problema startovanja motora kada promenom karakteristika goriva dolazi do prestanka protoka, koji je rezultat otpora strujanja kroz filter za gorivo. Jedan

Tabela 3

Osnovni tehnički podaci za motore M33 i DM33

	M33	DM33
Broj cilindara	3	3
Zapremina motora	2,5 lit.	2,5 lit.
Stepen kompresije	17,4 : 1	16,5 : 1
Nominalna snaga	31 kW/2250 min ⁻¹	34.5 kW/2250min ⁻¹
Max. obrtni moment	149 Nm/1400min ⁻¹	162Nm/1350min ⁻¹
Minimal. specif. potr. goriva	255 g/kWh	237 g/kWh
St. elast. motora po momentu	Km=1,110	Km=1,109
St. elast. motora po broju obrtaja	Kn=0,65	Kn=0,60
Pumpa za ubrizgavanje	LP/RP	RP
Masa motora	186 kg (bez. zam.)	290 kg

verziji motora, odnosno bez prilagođavanja bilo kojih komponenata motora gorivu. Ispitivanja su obavljena uporedo sa primenom RME-a i D2.

takav prilaz definisanju kvaliteta goriva prema sniženim temperaturama, obavljen je na razvijenoj merno-regulacionoj opremi instaliranoj u hladnoj

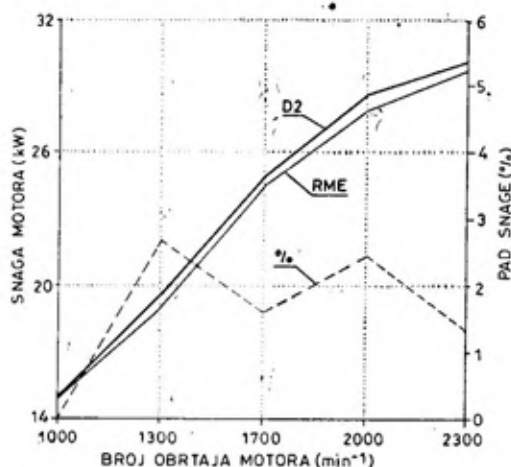
komori, na kojoj se mogu simulirati realni uslovi protoka goriva na motoru.

Funkcionalna ispitivanja motora primenom RME-a

Funkcionalna ispitivanja obuhvataju sledeće performanse motora: snagu, moment, specifičnu potrošnju goriva i ubrizganu količinu goriva.

Rezultati ispitivanja funkcionalnih karakteristika prikazani su dijagramski.

Uporedni pregled snage motora M33 primenom dizel-goriva D2 i RME-a, i pada snage (%) prikazan je na slici 7, momenta i pada momenta (%) na



Sli. 7 — Uporedni dijagram snage motora M33

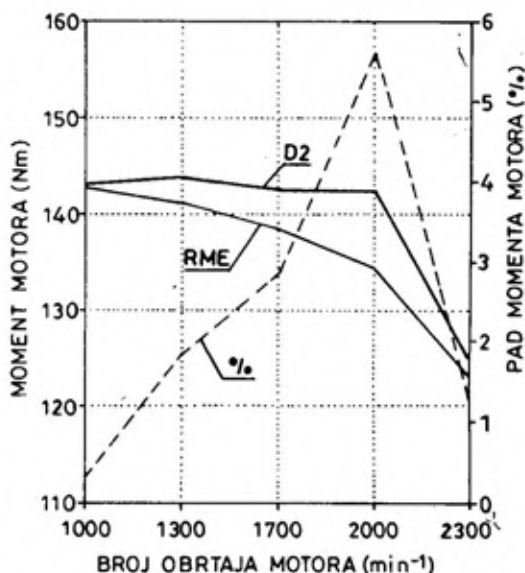
slici 8, specifične potrošnje goriva i njeno povećanje (%) na slici 9, ubrizgane količine goriva i njeno povećanje (%) na slici 10.

Za motor sa indirektnim ubrizgavanjem M33 prosečan pad snage primenom RME-a u celokupnom području broja obrtaja (1000 do 2300 min⁻¹) iznosi oko 2,5% u odnosu na primenu D2. Slična konstatacija odnosi se i na

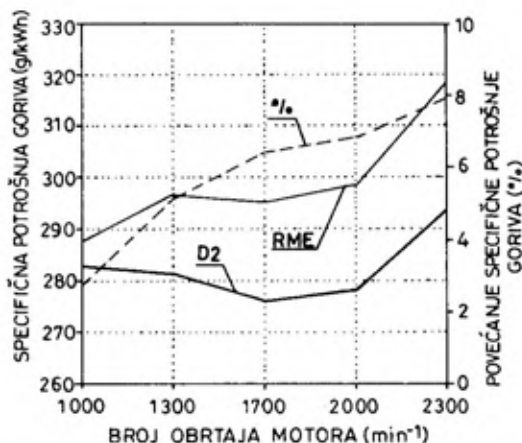
pad momenta za iste uslove ispitivanja.

Specifična potrošnja goriva kod motora M33 je u proseku za 5,5% veća, a ubrizgana količina goriva je veća za oko 3,5% u odnosu na primenu D2 u istim uslovima ispitivanja.

Za motor sa direktnim ubrizgavanjem DM33 prosečan pad snage prime-



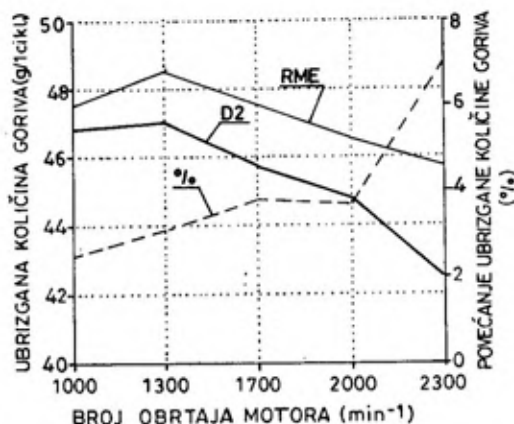
Sli. 8 — Uporedni dijagram momenta motora M33



Sli. 9 — Uporedni dijagram specifične potrošnje goriva motora M33

nom RME-a u celokupnom području broja obrtaja (1000 do 2300 min⁻¹) iznosi oko 5% u odnosu na primenu D2.

Slična konstatacija odnosi se i na pad momenta za iste uslove ispitivanja.



Sl. 10 — Uporedni dijagram ubrizgane količine goriva motora M33

Specifična potrošnja goriva kod motora DM33 je u proseku veća oko 8% u odnosu na primenu D2 u istim uslovima ispitivanja.

Uticaj RME-a na sklopove motora, kvalitet motornog ulja i na vanmotorska ispitivanja

Ova ispitivanja obavljena su u laboratorijskim uslovima na probnim stolovima za ispitivanje motora tipa SCHENCK sa pratećom opremom.

U motorima je korišćeno motorno ulje SAE, gradacije 15W/40, nivoa kvaliteta API CD/SF.

Uticaj RME-a na sklopove motora

Pre početka ispitivanja motori su bili industrijski remontovani, pri čemu su izvršena mikrometražna merenja i vizuelni pregled sledećih karakterističnih elemenata:

- cilindarske glave,
- zaptivača cilindarske glave,
- ventila,
- klipova,
- klipnih prstenova,
- košuljica cilindara.

Svi elementi zadovoljili su zahteve predviđene dokumentacijom. Analiza rezultata izvršena je upoređivanjem početnog i krajnjeg stanja, kao i upoređenjem sa rezultatima dobijenim sa referentnim dizel-gorivom D2, i pokazuje:

— mikrometražna merenja pokazala su da su kod oba motora posmatrani delovi u propisanim granicama za rad motora u određenom vremenskom periodu;

— na osnovu vizuelnog pregleda posmatranih delova može se konstatovati, da su povećane naslage koksa i gareži u odnosu na rad motora sa dizel-gorivom D2, da su naslage boja i lakova povećane i da je zaprljanost ulja za podmazivanje znatno veća. S obzirom na primećene pojave koje nisu karakteristične za rad motora sa dizel-gorivom D2 potrebno je nastaviti istraživanja u tom pravcu radi definisanja standarda i metodologije ispitivanja goriva.

Naslage koksa i gareži nalazile su se na cilindarskoj glavi, pećurki i vratu ventila, čeonj površini klipova, košuljicama cilindara u zoni sagorevanja, na unutrašnjim površinama klipnih prstenova i ojačanim delovima zaptivača.

Na osnovu izvršenih analiza može se konstatovati da su oba motora na probnom stolu radila bez zastoja i kvara i da su zadovoljili zahteve testa.

Ispitivanja su vršena u kontinuitetu neprekidno po 24 časa, tako da su ukupno trajala 15 do 20 dana. Za to vreme RME bio je kompaktan i nije bilo nikakvih raslojavanja u njemu, mada ima nagoveštaja da posle dužeg stajanja (npr. mesec dana i više) dola-

zi do raslojavanja, što bi svakako negativno uticalo na rad motora, a naročito na sistem za ubrizgavanje goriva.

Mikrometražna merenja delova motora pokazala su da su habanja u granicama propisanih vrednosti.

Uticaaj RME-a na kvalitet motornog ulja

Tokom rada motora na probnom stolu, svakih 50 časova uzimani su uzorci motornog ulja koji su laboratorijski analizirani. Dolivanje ulja u motore vršeno je prema potrebi, s tim što ukupno dolivena količina ulja nije prešla polovinu ukupne količine koja je upotrebljena na početku ispitivanja.

Kod uzoraka ulja ispitivane su sledeće karakteristike:

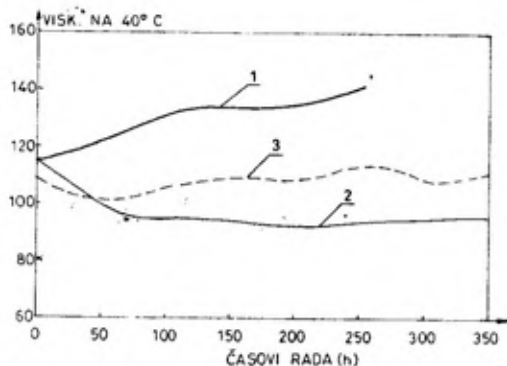
- viskozitet na 40°C i na 100°C,
- totalni bazni broj,
- membranska filtracija na 0,3 μ m-fileru,
- sadržaj metala: Fe, Cu i Al,
- sadržaj vode,
- sadržaj goriva.

Režimi na kojima su motori radili bili su promenljivi, a odabrani su tako da se motori izlože najtežim (i najlakšim) uslovima rada, kako bi se za predviđeno vreme pokazalo sve ono što eventualno ne valja kod ispitivanog goriva.

Na osnovu izvršenih analiza uzoraka motornog ulja dobijeni su sledeći rezultati koji se odnose na pojedine komponente:

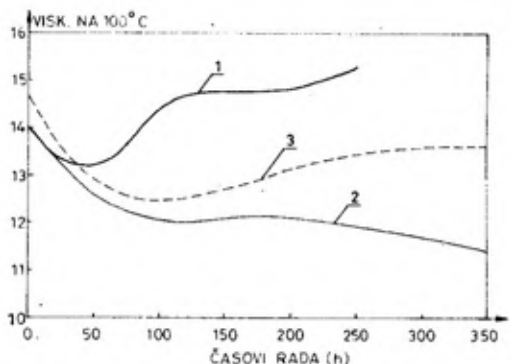
viskozitet

Viskozitet ulja na temperaturama 40°C i 100°C, uzetog iz motora sa direktnim ubrizgavanjem goriva DM33/T, pokazuje nagli pad u prvih 100 časova rada, a zatim stagnira do kraja ispitivanja (sl. 11 i sl. 12).



Sl. 11 — Promena viskoziteta motornog ulja na 40°C

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2



Sl. 12 — Promena viskoziteta motornog ulja na 100°C

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

Viskozitet ulja na temperaturama 40°C i 100°C, uzetog iz motora sa indirektnim ubrizgavanjem goriva M33/T, pokazuje blagi porast tokom celog ispitivanja.

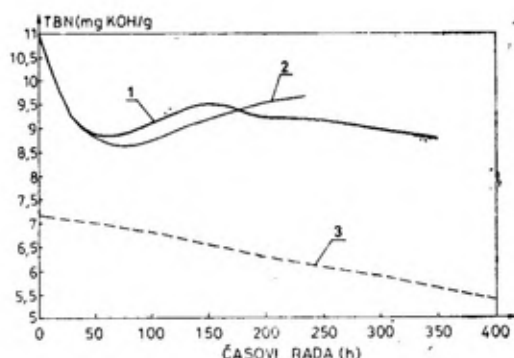
Važno je istaći da, tokom ispitivanja, viskozitet ulja u oba motora ne odstupa od predviđenih granica viskoziteta za tu gradaciju ulja.

totalni bazni broj (TBN)

Promena vrednosti TBN-a bila je neznatna tokom celog ispitivanja i kretala se od 10,6 mg KOH/g na početku ispitivanja do 9,3 mg KOH/g, odnosno

8,7 mg KOH/g, na kraju ispitivanja. Vrednosti TBN-a od 9,3 mg KOH/g nalaze se daleko iznad minimalno dozvoljenih za tu vrstu ulja (2—3 mg KOH/g).

Promena vrednosti TBN-a prikazana je na slici 13.

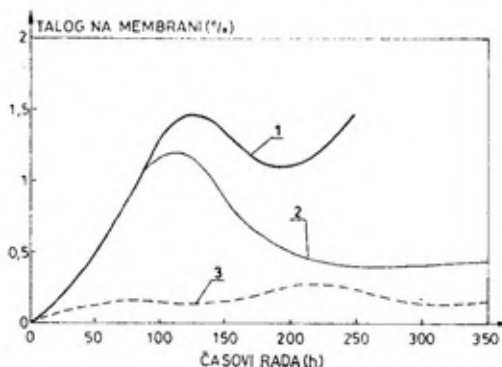


Sl. 13 — Promena totalnog baznog broja (TBN) motornog ulja

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

membranska filtracija (sadržaj čvrstih materija u ulju)

Sadržaj čvrstih materija u ulju, određen membranskom filtracijom, pokazuje stalan blagi porast suspendovanih čvrstih materija u ulju, što uka-



Sl. 14 — Sadržaj čvrstih materija u motornom ulju

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

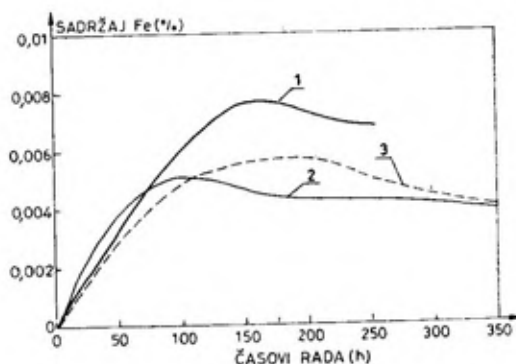
zuje na dobre deterdžentnodisperzivne osobine ulja, koje su zadržane tokom celog ispitivanja (sl. 14).

sadržaj metala

Sadržaj metala u ulju praćen je atomskom apsorpcionom analizom. Praćen je sadržaj Fe, Cu i Al.

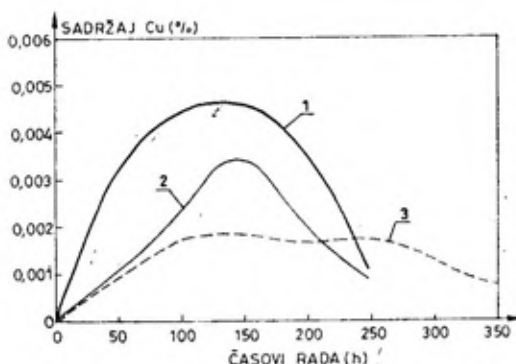
Sadržaj gvožđa (Fe) u uzorcima ulja, uzetih iz oba motora, pokazuje porast u prvih 100 časova rada, a zatim stagnira.

Sadržaj bakra (Cu) u uzorcima ulja, uzetih iz oba motora, pokazuje



Sl. 15 — Sadržaj Fe u motornom ulju

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

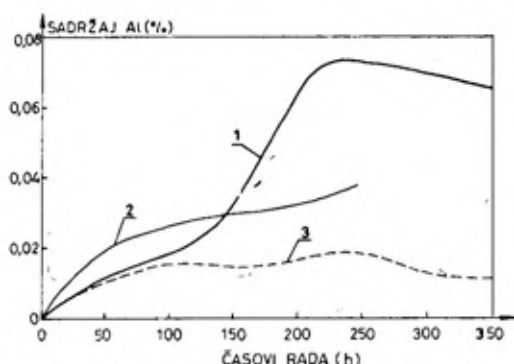


Sl. 16 — Sadržaj Cu u motornom ulju

1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

postepen porast u prvih 150 časova rada, a zatim naglo pada na svega 0,0006%.

Sadržaj aluminijuma (Al) u uzorcima ulja, uzetih iz oba motora, pokazu-



Sl. 17 — Sadržaj Al u motornom ulju
1 — motor DM33/T sa RME, 2 — motor M33/T sa RME, 3 — motor M33/T sa D2

je nagli porast između 150 i 200 časova rada, a zatim stagnira.

Promene sadržaja Fe, Cu i Al prikazane su na slikama 15, 16 i 17. Ukupan sadržaj metala u ulju je zadovoljavajući i nalazi se u granicama koje obezbeđuju — pokazuju efikasno podmazivanje.

sadržaj vode

Voda u ulju nije pronađena ni u jednom uzorku.

sadržaj goriva

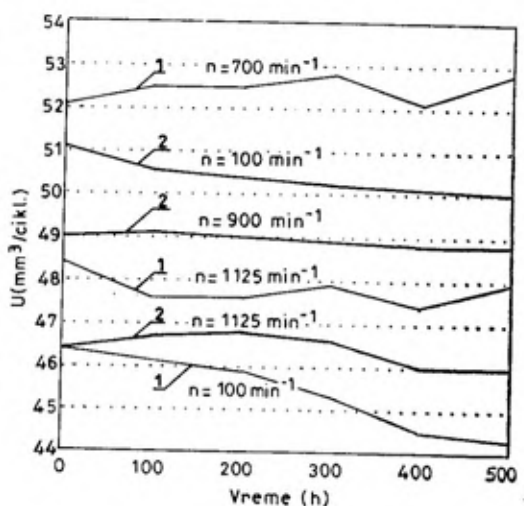
Gorivo u ulju nije pronađeno ni u jednom uzorku.

Na osnovu izvršenih analiza uzoraka motornog ulja može se konstatovati da motorno ulje SAE, gradacije 15W/40, nivoa kvaliteta API CD/SF, u potpunosti zadovoljava sve zahteve upotrebe RME-a kao goriva.

Vanmotorska ispitivanja RME-a

U okviru vanmotorskih ispitivanja vršena su funkcionalna ispitivanja pumpe visokog pritiska (PVP) u trajanju od 500 časova, pri maksimalnom otklonu poluge za dovod goriva. Svakih 100 časova rada PVP je proveravana na stolu za funkcionalno ispitivanje. Ispitivane su dve različite pumpe koje se ugrađuju u motor DM33 (KOH 055) i motor M33 (KG 012).

Ispitivanja pumpi na svakih 100 časova obuhvatala su promenu ubrizgane količine goriva, transfer-pritisk i ugao predubrizgavanja. Promena ubrizgane količine goriva po ciklusu za oba motora, u zavisnosti od broja časova rada, prikazana je na sl. 18.



Sl. 18 — Promena ubrizgane količine goriva
1 — motor DM33/T, 2 — motor M33/T

U periodu stabilizacije pumpe (200 časova rada) ubrizgana količina goriva neznatno raste, što je očekivana pojava. Međutim, u daljem periodu (200 do 500 časova), ubrizgana količina goriva blago opada, što se može dovesti u vezu sa početkom istrošenja rotirajućih delova pumpe. Zbog toga dolazi i do blagog pada transfer-pritiska, što je uobičajeno i sa primenom

goriva D2. Taj pad transfer-pritiska ne izaziva promene ugla predubrizgavanja, koje bi mogle bitno uticati na karakteristike motora.

Na osnovu vizuelnog pregleda funkcionalnih elemenata PVP uočeno je da nije bilo curenja, mada je zaptivni materijal imao značajna oštećenja. Uočeno je izvesno bubrenje zaptivki i gumених zaptivača, što je uobičajeno sa primenom D2. Agresivne osobine RME-a uočene su i u dodiru sa far-bom (uljane i nitro), što je bilo naročito izraženo na samom probnom stolu na kojem su vršena vanmotorska ispitivanja.

Prema saznanjima iz literature i ispitivanjima obavljenim na drugim mestima utvrđena su agresivna svojstva RME-a na gumene delove i zaptivni materijal. Gumena creva izrađena od FLUOR-kaučuka podnose RME, dok su gumene cevi na bazi STIPOL-BUTTADILEN kaučuka neotporne prema RME.

Laboratorijsko ispitivanje emisije izduvnih gasova

Program istraživanja dizel-motora sa pogonom na repičin metil ester obuhvatio je i ispitivanje emisije izduvnih gasova. Cilj ovih ispitivanja je utvrđivanje efekta primene RME na smanjenje sadržaja toksičnih gasnih zagađivača u izduvnom gasu dizel-motora.

Na osnovu ranijih iskustava kao opitni motor izabran je DM33 sa direktnim ubrizgavanjem goriva, koji je u pogledu emisije izduvnih gasova izrazito nepovoljan. Ispitivanja su obavljena na dizel-motoru sa pogonom na RME i dizel-gorivo D2. Na osnovu rezultata ispitivanja, uporednom analizom može se izvesti zaključak o uticaju repičinog metil estera na kvalitet izduvne emisije dizel-motora, u odnosu na primenu dizel-goriva D2.

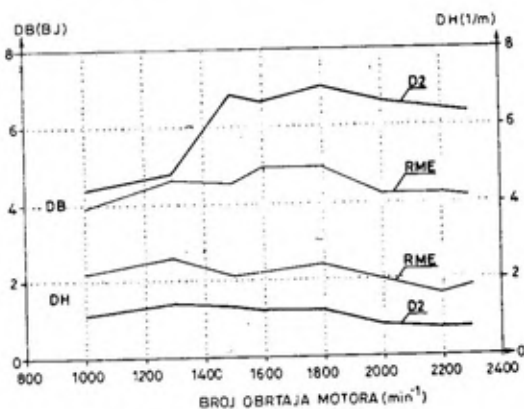
Ispitivanje emisije gasnih zagađivača tretira nivo vidljivih gasnih zaga-

đivača (dimnost), prema pravilniku ECE-R24 i nivo gasnih zagađivača NO_x (azotovi oksidi), HC (uglјovodonik), CO (uglјenmonoksid) i PM (čestice) prema pravilniku ECE-R49.

Korišćena merna instalacija odgovara navedenim pravilnicima.

Ispitivanje emisije vidljivih gasnih zagađivača (dima) obavljeno je pri punom opterećenju motora na ustaljenim brzinskim režimima između minimalnog i maksimalnog broja obrtaja motora. Merenje dima vršeno je na standardni način merenjem dimnosti izduvnog gasa (metoda HARTRIDGE), ali i pomoću metode BOSCH, radi uporedjenja.

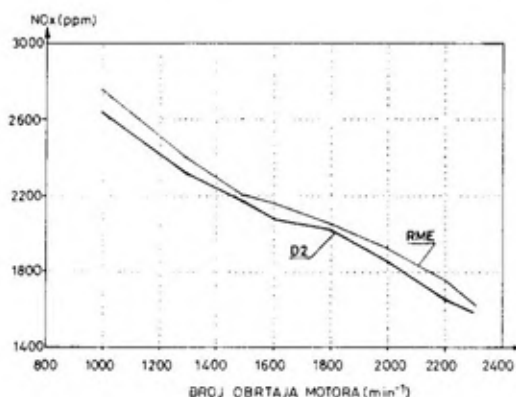
Uporedna emisija dima sa pogonom na dizel-gorivo D2 i RME prikazana je na slici 19.



Sl. 19 — Emisija dima

Ispitivanje emisije gasnih toksičnih komponentata (CO, NO_x , HC i PM) izvršeno je merenjem uporedne emisije pri pogonu motora sa gorivom D2 i RME na režimima krive pune snage, i korišćenjem standardnog trinaestostepenog kontrolnog testa (pravilnik ECE-R49). Na dijagramima 20, 21 i 22 prikazan je uporedni pregled emisije gasnih toksičnih komponenti na režimima punog opterećenja, na pogonu motora na dizel-gorivo D2 i RME.

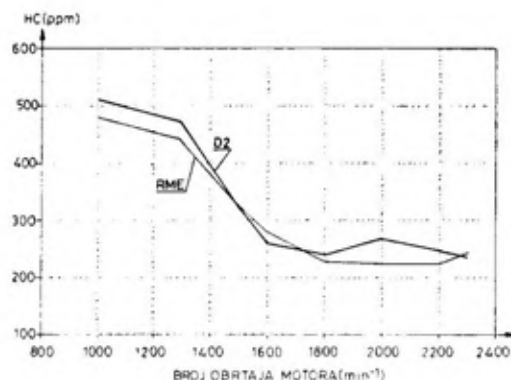
Sa dijagrama 19 može se videti da je emisija dima dizel-motora sa pogonom na repičin metil ester znatno smanjena u odnosu na pogon sa dizel-gorivom D2. Dakle, za ceo test smanjenje iznosi oko 30%.



Sl. 20 — Emisija azotovih oksida NO_x

Komparativno upoređenje emisije izduvnih gasova, prikazano na dijagramima 20, 21 i 22 ukazuje na to da je emisija NO_x na krivoj pune snage veća u proseku za 12% sa pogonom na RME. Znatno je i smanjenje emisije CO sa pogonom na RME za 20 do 30%. Kod emisije HC sa pogonom na RME povećanje iznosi oko 5%.

Analiza rezultata ispitivanja emisije gasnih zagađivača dizel-motor sa



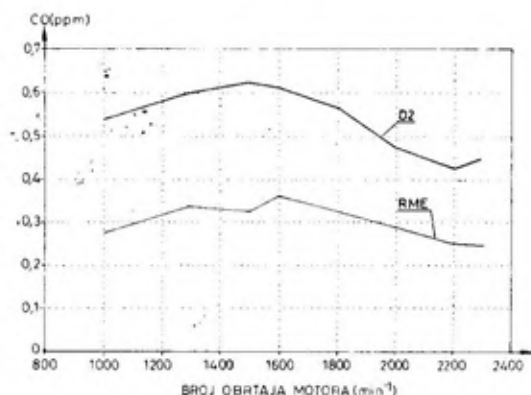
Sl. 21 — Emisija ugljovodonika HC

primenom RME-a kao pogonskog goriva pokazuje da je:

— emisija ugljenmonoksida CO smanjena za 20 do 30%,

— emisija nesagorelih ugljovodonika HC blago povećana za oko 5%,

— emisija azotnih oksida NO_x povećana za oko 12%,



Sl. 22 — Emisija ugljenmonoksida CO

— emisija vidljivih gasnih zagađivača (dima) smanjena za oko 30% pri pogonu na RME.

Što se tiče procenjene vrednosti čvrstih čestica (PM), ona je niža u kontrolnom testu za oko 25% zbog manje emisije dima.

Mora se istaći da se primenom repičinog metil estera smanjuje nivo vidljivih gasnih zagađivača (dima), ugljenmonoksida CO i čestica PM, što je značajno radi smanjenja zagađenja okoline.

Istraživanja su pokazala nedostatak primenjene metodologije ispitivanja emisije izduvnih gasova dizel-motora pri pogonu na RME, zbog ograničenog učinka detekcije toksičnih komponenti u izduvnom gasu. Na osnovu tih saznanja, dalje smernice istraživanja idu u pravcu sveobuhvatnog ispitivanja emisije izduvnog gasa dizel-motora, pa bi posebnu pažnju trebalo posvetiti dru-

gim mogućim toksičnim komponentama koje potiču iz goriva biljnog porekla.

Zaključak

Proizvodnja dizel-goriva esterifikacijom ulja repice vrlo je važna jer:

— ovo gorivo može da ima vrlo veliki strateški značaj u kriznim situacijama,

— u okviru zatvorenih poljoprivrednih sistema može se postići proizvodnja koja svojom ekonomičnošću i autonomnošću može obezbediti korisnicima prednosti u odnosu na dizel-gorivo D2.

Upotrebom esterifikacionog ulja repice kao goriva za dizel-motore ostvaruje se niži nivo emisija čestica i ugljovodonika u odnosu na dizel-gorivo D2, što je značajno sa ekološkog stanovišta.

S druge strane, potrošnja goriva u odnosu na D2 se povećava, snaga motora opada, a eksploatacija u zimskim uslovima postaje problematična zbog većeg viskoziteta i više tačke paljenja metilestera.

Pored navedenih problema, stabilnost ovog goriva predstavlja element koji bitno ograničava njegovu širu upotrebu na ovom nivou njegovog razvoja.

U našoj zemlji predstoji veća aktivnost na detaljnom ispitivanju ovog goriva i njegovom daljem razvoju, kako bi se celokupan tehnološki lanac njegove proizvodnje doveo na nivo koji korisnicima garantuje tehnički korektnu upotrebu na postojećoj populaciji dizel-motora.

Poseban značaj u ovom delu imaju već razvijene metode motorskih ispitivanja goriva u Institutu IMR-a, kojima se vrši brza ocena verifikacije goriva i daju smernice proizvođačima za potrebne korekcije.

Literatura:

- [1] Ispitivanje funkcionalnih karakteristika dizel-motora M33 i DM33 primenom RME-a i D2, Izveštaj Instituta IMR-a.
- [2] Ispitivanje emisije izduvnih gasova primenom RME-a i D2, Izveštaj Instituta IMR-a.
- [3] Izveštaj homologacionih ispitivanja motora primenom RME-a, Izveštaj Instituta IMR-a.
- [4] Vanmotorska ispitivanja trajnosti sistema za ubrizgavanje goriva primenom RME-a, Izveštaj Instituta IMR-a.
- [5] Ispitivanje goriva RME-a pri sniženim temperaturama, Izveštaj Instituta IMR-a.
- [6] Primena biodizela kao pogonskog goriva dizel motora. Dr B. Veselinović, Mr P. Petrović, Lj. Marković, dipl. ing., Institut IMR-a, Poljotehnika — tematsko savetovanje: Biodizel u poljoprivredi, IV 1994.
- [7] Primena repičnog metilestera (RME) kao goriva za dizel motore Mr P. Petrović, Lj. Marković, dipl. ing., Dr B. Veselinović, Institut IMR-a; JUGOMA 1994. Novi Sad.
- [8] Laboratorijska ispitivanja goriva dizel motora u uslovima sniženih temperatura, Lj. Marković, dipl. ing., Mr. P. Petrović, Institut IMR-a, S. Dželetović — TOC, JUGOMA 1994. Novi Sad.
- [9] Neki tehnički zahtevi za kvalitetno sagorevanje ulja repice kao alternativnog goriva motora, Dr A. Stefanović, V. Stefanović, VII simpozijum MVM 94, Kragujevac.
- [10] Efekat primene bio-ulja pogonske karakteristike i izduvnu emisiju dizel motora, Dr M. Tomić, Dr S. Petković, Dr B. Veselinović, i dr, VII simpozijum MVM 94, Kragujevac.
- [11] Dr ONNO SYASSEN: Chancen und problematik nachwachsender kraft-stoffe, MTZ XI/92.
- [12] Razvojna ispitivanja metilestera (RME) kao goriva za dizel motore (I i II faza), Izveštaj Instituta IMR-a.

Mr Branko Livada,
potpukovnik, dipl. inž.

PROTIVELEKTRONSKA BORBA U OBLASTI PRIMENE OPTOELEKTRONSKIH UREĐAJA I SISTEMA

Dat je prikaz i izvršena analiza stanja i mogućnosti protivelektronske borbe (PEB) u oblasti primene optoelektronskih sredstava i sistema. Polazeći od opštih karakteristika i klasifikacije vojnih optoelektronskih uređaja i analize opštih uslova za izvođenje PEB u oblasti primene optoelektronskih uređaja, daje se kratak prikaz metoda PEB u oblasti primene optoelektronskih uređaja. Razmatran je uticaj tehničko-tehnoloških preduslova kao i trendovi razvoja PEB. Pokazano je da napredak u istraživanju i razvoju optoelektronskih uređaja čine PEB sve kompleksnijom, tako da zahteva neprekidnu i povećanu brigu pri uvođenju novih i usavršavanju postojećih metoda PEB.

Uvod

Snažan naučno-tehnički napredak posebno je uočljiv u oblasti primene optoelektronike u sredstvima i sistemima ratne tehnike. Optoelektronski uređaji omogućavaju prikupljanje i obradu informacija iz optičkog dijapazona elektromagnetnog spektra. Zahvaljujući tome, omogućili su razvoj velikog broja novih sredstava ratne tehnike koja su dovela do bitnih izmena u mogućnostima vođenja oružane borbe. Najveći napredak postignut je u povećanju mogućnosti korišćenja sredstava ratne tehnike u specifičnim uslovima vezanim za:

- upotrebu oružanih snaga noću i u uslovima ograničene vidljivosti,
- precizno pogađanje ciljeva.

Noću i u uslovima ograničene vidljivosti mogućnosti oka su znatno smanjene, pa se takvi uslovi smatraju vrlo složenim za izvođenje borbenih dejstava.

Iako su uslovi za izvođenje borbenih dejstava složeni, izražena je tendencija za dejstvom i u tim uslovima,

jer umanjene mogućnosti vizuelnog kontakta sa protivnikom omogućavaju postizanje pozitivnih efekata, kao što su: postizanje iznenađenja, efikasna primena oružanih dejstava uz korišćenje posebnih postupaka i namenskih tehničkih sredstava, korišćenje tehničko-tehnoloških slabosti protivnika, izbegavanje efikasnih odbrambenih dejstava protivnika, smanjenje gubitaka, izazivanje negativnih psiholoških efekata, održavanje tempa napada, i dr.

Među sredstvima koja omogućavaju izvođenje borbenih dejstava u uslovima ograničene vidljivosti značajnu ulogu imaju optoelektronska sredstva (uređaji, sprave) koja omogućavaju korišćenje informacija koje sadrži slika osmatranog prostora [1]. Zbog toga je izražen interes za razvoj i upotrebu optoelektronskih sredstava koja podržavaju izvođenje borbenih dejstava u uslovima ograničene vidljivosti (uređaji sa pretvaračima i pojačivačima slike, termovizijski uređaji i sistemi).

Optoelektronska sredstva mogu biti aktivna i pasivna [1]. Aktivna sred-

stva u svom sklopu sadrže veštačke izvore zračenja (IC far, laserski označavač), koji su za golo oko nevidljivi, ali se korišćenjem adekvatnih prijemnika u optoelektronskom uređaju može učiniti vidljivom raspodela reflektovanog zračenja korišćenog izvora, u posmatranoj sceni. Pasivna sredstva koriste za svoj rad prirodne izvore zračenja koji su za golo oko nevidljivi ili slabo vidljivi.

Zračenje sa noćnog neba (Mesec, zvezde) osnovni je izvor zračenja za pasivne optoelektronske uređaje sa pojačavačima svetlosti (slike). Sopstveno »toplotno zračenje« scene koristi se u termovizijskim uređajima.

Razvoj aktivnih uređaja (pretvarači slike i IC far) počeo je tridesetih godina, a praktično su korišćeni i u Drugom svetskom ratu. Intenzivno usavršavanje i opremanje jedinica ovom vrstom sredstava karakteriše prvih dvadeset godina posle rata, tako da se i danas mogu sresti u opremi jedinica.

Krajem pedesetih i početkom šezdesetih godina započeo je intenzivan razvoj i primena pasivnih sprava sa pojačavačima slike prve generacije. Njihovo usavršavanje i dalje traje, tako da se u upotrebi nalazi treća generacija pojačavača slike sa GAAs NEA foto-katodom. Vrlo je izvesan razvoj foto-katoda koje su osetljive u srednjem IC području (3 do 5 μm) sa verovatnom primenom u sistemima za noćno pilotiranje helikoptera.

Vizuelizacija prostorne raspodele toplotne energije, tj. konverzija prostorne raspodele IC energije u odgovarajuću vidljivu sliku daje nove mogućnosti za prikupljanje novih i nevidljivih informacija o okolini, i njihovu upotrebu u najrazličitije svrhe, a otvara novo poglavlje u razvoju nauke i tehnike — *Termovizije*.

Iskustva iz većine lokalnih ratova i sukoba u periodu posle Drugog svet-skog rata ukazuju na poseban značaj mogućnosti izvođenja borbenih dejstava noću. Takođe, uočene su i sve pred-

nosti i mane primene uređaja sa pretvaračima i pojačavačima slike.

Pri planiranju i korišćenju optoelektronskih sredstava za izvođenje borbenih dejstava noću prisutna su dva osnovna pristupa koja se međusobno preklapaju i dopunjuju, a to su: težnja da se »noć pretvori u dan« i da se što više iskoriste prednosti koje pružaju uslovi ograničene vidljivosti za izvođenje borbenih dejstava.

Razvoj sredstava ratne tehnike i ratne veštine ukazuje na dva osnovna motiva koji su pokretačka snaga istraživanja i razvoja sredstava ratne tehnike: postizanje što većeg stepena zaštićenosti sopstvenih snaga i povećanje efikasnosti uništenja protivničkih ciljeva.

Masovnost upotrebe i pokazana efikasnost optoelektronskih sredstava ukazuju na neophodnost i poseban značaj protivelektronske borbe u uslovima primene optoelektronskih sredstava. U ovom radu učinjen je pokušaj da se prikaže raznovrsnost primene optoelektronskih sredstava, kompleksnost protivelektronske borbe i analiziraju uslovi i mogućnosti za smanjenje efikasnosti primene protivničkih optoelektronskih sredstava.

Opšte karakteristike i klasifikacija vojnih optoelektronskih uređaja

Optoelektronski uređaji omogućavaju prikupljanje, obradu, prikazivanje i korišćenje informacija koje nosi elektromagnetsko zračenje optičkog dijapazona spektra, tako što omogućavaju pretvaranje optičkog signala u odgovarajući električni signal koji se može dalje obrađivati i/ili prikazivati. Osnovni element svakog optoelektronskog uređaja je detektor zračenja koji omogućava konverziju optičkog u električni signal.

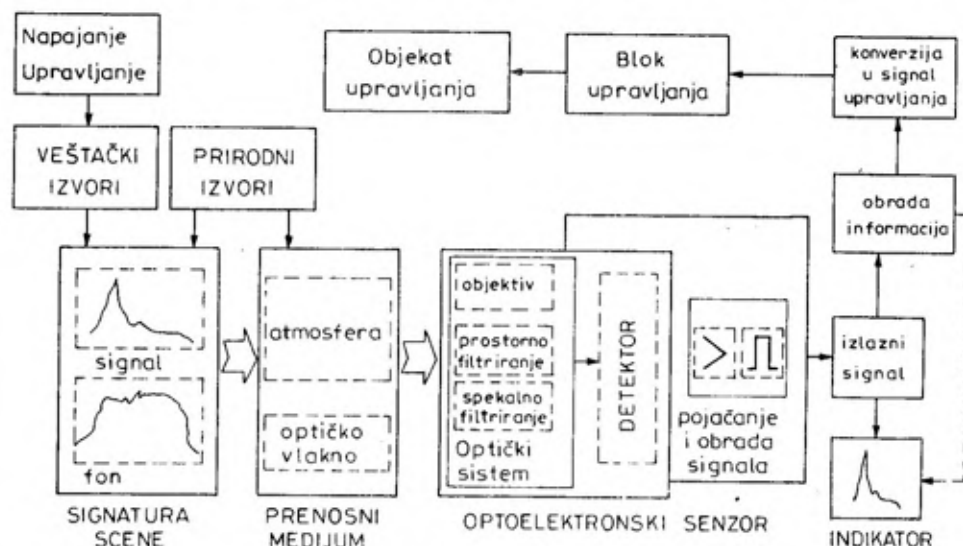
Uopštena strukturna blok-shema optoelektronskih uređaja sa naznačenim

osnovnim faktorima koji utiču na funkciju uređaja prikazana je na slikama 1 i 2.

Informacije koje koristi optoelektronski uređaj sadržane su u okviru tzv. signature posmatrane scene. Sig-

UV — B srednje ultraljubičasto zračenje (280 do 315 nm)

Zračenje Sunca u ovom spektralnom opsegu apsorbuje se na ozonskom omotaču atmosfere, tako da ne utiče na signaturu scene, iako je transmisija



Sl. 1 — Uopštena blok-šema strukture i funkcionisanja optoelektronskih uređaja

natura scene je skup karakteristika zračenja objekata (energetske, spektralne, prostorne, vremenske, i dr.) koje opisuju polje zračenja a omogućavaju detekciju, prepoznavanje i identifikaciju scene i/ili objekata i pojava koje na njoj postoje, tj. sadrže informaciju o stanju scene.

Na signaturu scene ključni uticaj imaju izvori zračenja u sceni (prirodni i veštački). Spoljašnji izvori zračenja utiču na signaturu scene preko procesa refleksije. Raspodela emisivnosti (materijali, orijentacija) i temperature objekata u sceni doprinose sopstvenom zračenju objekata scene.

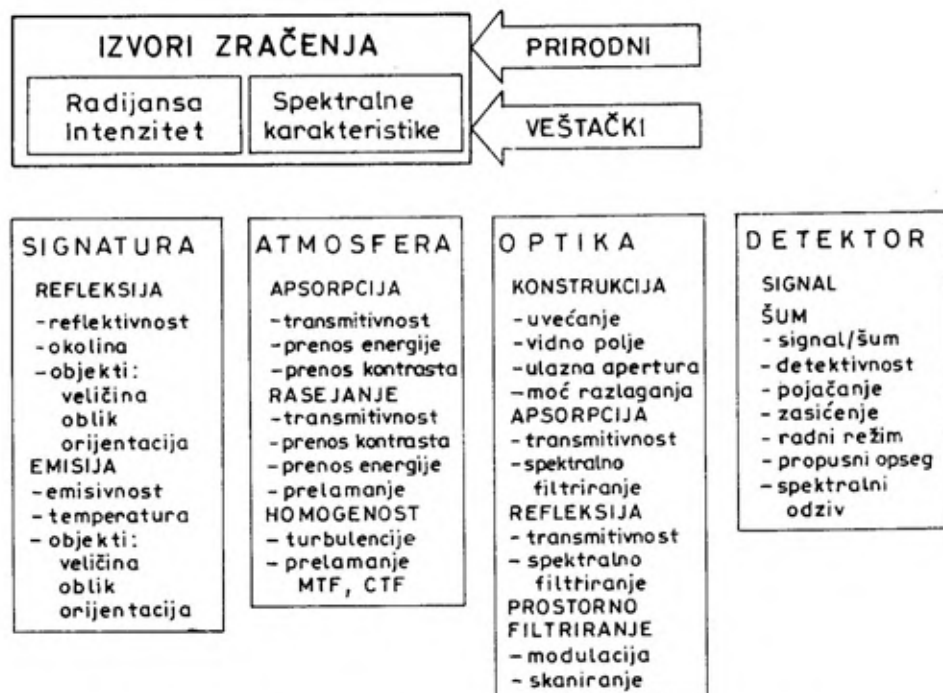
Sadržaj informacija u signaturi u mnogome zavisi od spektralnih karakteristika, odnosno od spektralnog opsega funkcionisanja uređaja. Za funkcionisanje optoelektronskih uređaja značajni su sledeći spektralni opsezi:

prizemnih atmosferskih slojeva dobra. Zračenje koje se može pojaviti u sceni potiče od produkata sagorevanja (avionski motori, raketni motori, sagorevanje pirotehničkih smeša, bljesak artiljerijskog naoružanja i sl.). Najčešće se koristi za detekciju lansiranja i leta raketa. Ovaj opseg se koristi i kao dopunski senzorski kanal za zaštitu glava za samonavođenje (GSN) samonavodjenih raketa od ometanja pirotehničkim mamcima.

UV — A blisko ultraljubičasto zračenje (315 do 400 nm)

Rasejano zračenje Sunca u atmosferi formira uniformni UV fon. Svaki objekat koji se pojavi u vidnom polju može se detektovati preko izrazitog kontrasta (zaklanjanjem) u odnosu na uniformni fon.

VID vidljivo zračenje (400 do 770 nm)



Sl. 2 — Šematski prikaz delovanja procesa i uticajnih faktora na funkcionisanje optoelektronskih uređaja

Reflektovano zračenje Sunca osnovni je sačinilac signature scene u dnevnim uslovima. Koristi se za formiranje slike u televizijskim uređajima.

Rasejano zračenje neba i svetlost Meseca i zvezda osnovni je sačinilac signature u noćnim uslovima. Koristi se u pasivnim uređajima sa pojačivačima slike (I i II generacija) i televizije niskog nivoa osvetljaja.

BIC — blisko infracrveno zračenje (0,77 do 1,5 μm)

Zračenje prirodnih izvora koristi se u pasivnim uređajima sa pojačavačima slike (III generacija) i u aktivnim uređajima sa pretvaračima slike. U ovom opsegu radi veliki broj laserskih uređaja (Nd:YAG, poluprovodnički laseri).

KTIC — kratkotalasno infracrveno (IC) zračenje (1,5 do 3,0 μm)

Osnovni doprinos signaturi u ovom opsegu daje sopstveno zračenje jako zagrejanih objekata ($T > 500\text{ K}$). Koristi se za detekciju toplotno jako aktivnih objekata.

STIC — srednjetalasno IC zračenje (3,0 do 6,0 μm)

Osnovni doprinos signaturi u ovom opsegu daje sopstveno zračenje slabo zagrejanih objekata i intenzivno zračenje zagrejanog CO_2 u okolini 4,3 μm . Koristi se u termovizijskim uređajima i za detekciju objekata koji tokom rada stvaraju zagrejanu sagorevanja u kojima se nalazi i ugljen-dioksid.

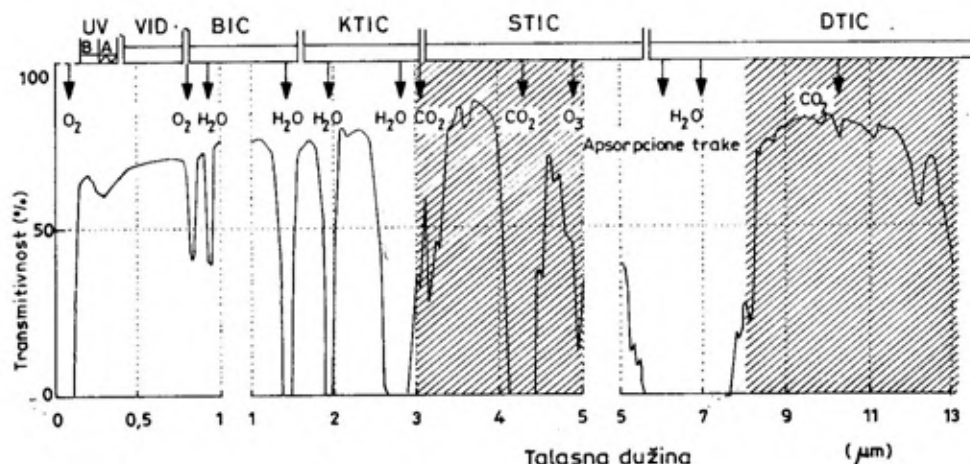
DTIC — dugotalasno IC zračenje (6,0 do 14,0 μm)

Signatura scene određena je sopstvenim zračenjem objekata scene. Ra-

zlike u prostornoj raspodeli radianse potiču od razlika u emisivnosti objekata u sceni (materijali i orijentacija) i razlika u prostornoj raspodeli temperature u sceni.

Pri izboru spektralnog opsega rada pored informativnosti signature, bitnu ulogu ima i spektralna transmisija atmosfere (prozori transmitivnos-

— **UREĐAJI SA FORMIRANJEM SLIKE (UFS)** koji prostornu raspodelu polja elektromagnetnog zračenja u okviru vidnog polja uređaja transformišu u vidljivu sliku ili odgovarajuću prostornu raspodelu signala (video signal). Razlikuju se dve osnovne podgrupe ovih uređaja, u odnosu na tehniku koja se primenjuje za realizova-



Sl. 3 — Spektralna zavisnost transmisije standardne atmosfere

ti). Spektralna zavisnost transmitivnosti standardne atmosfere prikazana je na slici 3.

Konstrukcija optoelektronskog uređaja (izbor optičkih materijala, spektralnog opsega osetljivosti detektora) prilagođena je izabranim opsezima rada, a obrada signala i informacija sadržaju informacija iz signature koje definišu namenu uređaja.

Vrlo je teško napraviti jednoznačnu klasifikaciju optoelektronskih uređaja. Za potrebe ove analize, radi lakše preglednosti i naglašavanja specifičnosti vezanih za PEB, koristi se sledeća klasifikacija [2]:

Prema osnovnoj funkciji koju uređaj obavlja, odnosno prema vrsti informacija koje obezbeđuje, mogu biti [11, 12, 13]:

nje prostorne strukture slike (signala), a to su: uređaji sa simultanim obrazovanjem slike (TV, LLLTV, pojačavači i pretvarači slike) i uređaji sa skaniranjem (termovizijski uređaji, LIDAR).

— **KOORDINATORI - LOKATORI (K)** koji omogućavaju određivanje koordinata cilja u odnosu na zadati referentni koordinatni sistem. Osnovni izvor informacija koje koristi ova klasa uređaja je, najčešće, signatura pojedinačnih objekata. Prostornim filtriranjem i obradom informacija određuju se ugaone koordinate izvora u odnosu na referentne ravni koordinatora.

— **DALJINOMERI LASERSKI (LD)** koji se koriste za određivanje udaljenosti do cilja. To su aktivni uređaji koji omogućavaju da se poređenjem emitovanog i reflektovanog laserskog

zračenja (kašnjenje ili faza) određuje daljina odabranih objekata.

— **OPTOELEKTRONSKI KOMUNIKACIONI UREĐAJI (OKU)** koji omogućavaju prenos signala i informacija (govor, slika) velikom gustinom i brzinom, uz visoki stepen zaštićenosti komunikacionog kanala. Mogu biti sa optičkim vlaknima i sa atmosferskim kanalom prenosa informacija.

— **OPTOELEKTRONSKI MERNI UREĐAJI (OMU)** koji omogućavaju kvantitativno ili kvalitativno određivanje svojstva, stanja ili položaja objekata ili pojava. Najčešće se koriste kao osnovne senzorske jedinice u složenim sistemima.

Prema primeni u odgovarajućim sistemima NVO mogu biti:

— **SISTEMI ZA OSMATRANJE, IZVIĐANJE I NIŠANJENJE UPRAVLJANJE VATROM (SOIN)** koji omogućavaju detekciju, prepoznavanje i iden-

tifikaciju cilja, tako što formiraju i prikazuju sliku osmatranog prostora.

— **SISTEMI ZA UPRAVLJANJE VATROM (SUV)** koji objedinjuju više značajnih funkcija: detekciju, prepoznavanje i identifikaciju cilja, praćenje cilja, određivanje koordinata i parametara kretanja cilja (pravac, smer, brzina), prenos informacija do oruđa i upravljanje oruđem.

— **SISTEMI VOĐENJA I SAMONAVOĐENJA PROJEKTILA (SVP)** ugrađuju se na projektilu (samonavođenje) ili na lanseru (vođenje) a objedinjuju sledeće funkcije: otkrivanje cilja, određivanje koordinata cilja (projektila) i upravljanje letom projektila.

— **SISTEMI ZA ALARMIRANJE I OBEZBEĐENJE (SAO)** koriste se za detekciju cilja, dejstva ili prisustva objekata ili pojava koji ugrožavaju bezbednost štićenog prostora.

Tabela 1

Funkcionalne klase optoelektronskih uređaja i spektralni opsezi rada

Spektralni opseg	Funkcionalne klase uređaja					Optoelektronski sistemi			
	UFS	K	LD	OKU	OMU	SOIN	SUV	SVP	SAO
UV B (0,28 do 0,315 μm)					+				+
UV A (0,315 do 0,4 μm)		+			+			+	
VID (0,4 do 0,77 μm)	+	+			+	+	+	+	+
BIC (0,77 do 1,5 μm)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
KTIC (1,5 do 3,0 μm)		+			+			+	
STIC (3,0 do 6,0 μm)	+	+			+	+	+	+	+
DTIC (6,0 do 14,0 μm)	+	+	+		+	+	+	+	+

Prema osnovnim tehnikama i tehnologijama koje se koriste mogu biti:

— *INFRACRVENI UREĐAJI (ICU)* koji rade u talasnom području infracrvenog zračenja (*BIC, KTIC, STIC, DTIC*) i, shodno tome, koriste tehnologije primenljive za detekciju IC zračenja.

— *LASERSKI UREĐAJI (LU)* koji koriste lasersko zračenje kao osnovni nosilac informacija o cilju ili za dejstvo na cilj.

— *SENZORSKI UREĐAJI (SU)* koji koriste zračenje optičkog dijapazona za detekciju prisustva cilja, dejstva ili aktivnosti protivnika, i generišu signal za preduzimanje odgovarajućih aktivnosti ili protivmera.

— *UREĐAJI SA OPTIČKIM VLAKNIMA (UOV)* u kojima se optičko vlakno koristi za prenos informacija, odnosno za dobijanje informacija o cilju.

Osnovni opredeljujući faktor efikasnosti primene optoelektronskih uređaja je spektralni opseg rada. U tabeli 1 prikazana je međusobna veza spektralnih opsega rada i funkcionalnih klasa optoelektronskih uređaja.

Opšti uslovi za izvođenje protivelektronske borbe u oblasti primene optoelektronskih uređaja

U okviru sprovođenja PEB neophodno je omogućiti ostvarivanje nekoliko globalnih funkcija, kao što su [4, 5, 6]:

— *otkriti upotrebu optoelektronskih sredstava.*

Otkrivanje upotrebe aktivnih optoelektronskih sredstava može se realizovati primenom optoelektronskih sredstava za izviđanje. Otkrivanje upotrebe pasivnih optoelektronskih sredstava realizuje se posredno preko otkrivanja upotrebe sredstva na koje je

ugrađeno ili procenom preko obaveštajnog obezbeđenja borbenih dejstava;

— *pratiti optoelektronsko sredstvo.*

Praćenje optoelektronskog sredstva može se realizovati primenom sličnih tehnika, kao i za otkrivanje upotrebe;

— *ometati rad i upotrebu optoelektronskog sredstva.*

Ometanje rada i upotrebe podrazumeva bitnu izmenu funkcije optoelektronskih uređaja, a realizuje se primenom više različitih tehnika primenjenih spektralnom opsegu i principima funkcionisanja;

— *smanjiti efikasnost upotrebe optoelektronskog sredstva ili sistema.*

Smanjenje efikasnosti odnosi se na smanjenje dometa ili preciznosti, a realizuje se primenom više različitih tehnika;

— *uništiti optoelektronsko sredstvo ili sistem.*

Uništenje optoelektronskog sredstva moguće je primenom različitih borbenih dejstava ili snažnih lasera. Podrazumevaju se trajna oštećenja vitalnih funkcija uređaja.

Planiranje, organizovanje i izvođenje PEB u oblasti optoelektronskih uređaja i sistema, podrazumevaju dve osnovne grupe aktivnosti:

PROCENA PRETNJE polazna je osnova za planiranje obima i mesta organizovanja PEB primerenoj očekivanom dejstvu protivnika, pri čemu se razmatraju:

— struktura i taktika upotrebe optoelektronskih uređaja i sistema čija se upotreba očekuje, a posebno je značajno da se identifikuju tipovi uređaja, masovnost i taktika njihove upotrebe;

— karakteristike konstrukcije identifikovanih tipova optoelektronskih uređaja i sistema kao što su spektral-

ni opseg rada, optički sistem, vrsta detektora, obrada signala, obrada informacija;

— karakteristike upotrebe identifikovanih tipova optoelektronskih uređaja i sistema kao što su: domet uređaja, uticaj meteoroloških (magla, atmosferski talog, doba dana) i drugih uslova na terenu (prašina) na efikasnost i verovatnoću njihove primene;

— zastupljenost u naoružanju i ubojna moć identifikovanih klasa optoelektronskih uređaja obavlja se radi procene ukupnih efekata upotrebe (moguće štete) optoelektronskih sredstava protivnika i obima PEB.

PROCENA SOPSTVENIH SNAGA polazna je osnova za planiranje obima i mesta organizovanja PEB primereno sopstvenim mogućnostima i potrebama, pri čemu se razmatraju:

— karakteristike signature objekta (scene) koji se štiti (demaskirajući efekti).

Polazna osnova za planiranje, organizovanje i izvođenje PEB je poznavanje ukupne signature objekata i drugih elemenata prisutnih u sceni, značajna za funkcionisanje i upotrebu identifikovanih optoelektronskih sredstava protivnika;

— procena značaja objekta.

Verovatnoća upotrebe određenih klasa optoelektronskih uređaja i sistema (visoka cena), a time i obim primene mera i sredstava za PEB, koji bitno zavise od značaja objekta koji se štiti;

— opremljenost za PEB.

Uslovljava obim i raznovrsnost PEB;

— obučenost.

Saznanja o načinu funkcionisanja i karakteristikama optoelektronskih sredstava moraju biti dostupna svima koji su odgovorni za PEB, što se postiže kroz odgovarajuću obuku. S obzi-

rom na dinamiku usavršavanja optoelektronskih sredstava, poželjno je da se organizuju periodični kursevi za starije koji su odgovorni za PEB, kao što su komandanti jedinica ranga bataljona i višeg.

Osnovni principi taktike PEB su:

— potpuna koordinacija PEB sa borbenim dejstvima jedinica drugih rodova po vremenu i prostoru. Podrazumeva se pravovremeno otkrivanje upotrebe, lokacije i pravca dejstva, kao i preduzimanje PEB i koordiniranje dejstava ubojnih sredstava;

— masovnost upotrebe što podrazumeva raznovrsnost i razuđenost upotrebe metoda PEB sa težnjom da se ostvari nadmoćnost, kako po broju, tako i po kvalitetu;

— izbor cilja PEB što podrazumeva pravilnu procenu pretnje i kategorizaciju po prioritetu, kako prema mogućnostima protivnikovih sistema, tako i po značaju sopstvenih objekata koji se štite;

— iznenađenje koje se postiže pravilnim izborom početka, načina (rasporeda) i metoda PEB.

Taktika PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava i sistema neprekidno se usavršava i prilagođava mogućnostima novih optoelektronskih sredstava i sistema. U tom smislu posebna se pažnja posvećuje obuci, počevši od obrazovanja, preko opremljenih kabineta do specijalnih poligona gde se verno dočaravaju mogućnosti optoelektronskih sistema i efikasnost sredstava za PEB.

Metode PEB u uslovima primene optoelektronskih sredstava

Razvoj tehnika PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava vezan je za razvoj tehnika i tehnologija

koje se koriste u konstrukciji, izradi i upotrebi optoelektronskih uređaja. Primena optoelektronskih sredstava u tehničkim sistemima koji su u naoružanju savremenih armija vrlo je raznolika i široka. Primena optoelektronike opredeljujući je faktor eksploatacijskih karakteristika složenih sistema za protivoklopnu borbu, sistema za izviđanje i osmatranje, sistema za protivvazдушnu odbranu na malim i srednjim udaljenostima, sistema za upravljanje vatrom tenka i artiljerijskih sredstava, sistema za protivraktnu odbranu pločila, i dr.

Posebna se pažnja posvećuje sistemu PEB u oblasti optoelektronskih sredstava, čija upotreba protivniku daje znatnu prednost, posebno pri izvođenju borbenih dejstava noću i u otežanim uslovima vidljivosti.

Za uspešno sprovođenje PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava treba raspolagati razvijenim sistemom mera, radnji, postupaka i dejstava koje omogućavaju sprovođenje PEB.

Pošto najveći broj optoelektronskih sredstava radi u pasivnom režimu neposredno otkrivanje upotrebe je otežano, pa do izražaja dolazi primena opštih mera, postupaka i konstrukcijskih rešenja koja vode umanjenoj efikasnosti primene optoelektronskih sredstava.

Za efikasno sprovođenje PEB u oblasti optoelektronskih sredstava potrebno je poznavanje konstrukcije i principa rada sredstva od čije se primene štiti. S druge strane, moguće je koncipirati mnoštvo postupaka i opštih mera zaštite, pošto su optoelektronska sredstva vrlo osetljiva na promene stanja scene (signature cilja) koja sadrži potrebne informacije, kao i na stanje uslova prostiranja zračenja kroz atmosferu.

Elektronsko izviđanje

Osnovna prednost pasivnih optoelektronskih sredstava upravo je u tome što se vrlo teško otkriva njihova upotreba i teško se ometa. Na elektronsko izviđanje manje su otporna aktivna optoelektronska sredstva (npr. laserska).

Za elektronsko izviđanje upotrebe aktivnih optoelektronskih sredstava najčešće se koriste detektori ozračenja koji mogu imati manje ili više kompleksnu obradu informacija. Posebno je značajno otkriti upotrebu laserskih označavača cilja koji se koriste u sistemima samonavedenih projektila na laserom označeni cilj.

Za elektronsko izviđanje upotrebe pasivnih optoelektronskih sredstava može se koristiti laserska sonda sa skeniranjem snopa (LIDAR) koja na bazi refleksije zračenja sa površina optičkih elemenata detektuje prisustvo optoelektronskih uređaja u rejonu elektronskog osmatranja i izviđanja. Procenjuje se da primena laserske sonde, u sprezi sa snažnim laserima namenjenim za uništenje osetljivih sklopova optoelektronskih uređaja, u principu, može predstavljati značajnu pretnju za protivničke optoelektronske uređaje i sisteme. Ovakvi sistemi tehnički su vrlo složeni i ekstremno skupi, a verovatnoća efikasne upotrebe je relativno niska.

Otkrivanje upotrebe optoelektronskih sredstava može se vršiti i posredno preko izviđanja prisustva sistema koji sadrže optoelektronske uređaje (npr. otkrivanje upotrebe samonavedenih i vođenih raketa preko detekcije zračenja raketnog motora).

Napredak u mikromehaničkoj i prostornoselektivnoj obradi silicijuma otvorio je put razvoju silicijumskih fotodioda sa pogodnom geometrijom, koja omogućava prisluškivanje komunikacionih veza sa optičkim vlaknima. Naime, geometrijski oblik silicijumske

foto-diode može se formirati tako da omogućiti lokalnu deformaciju vlakna koja ne unosi bitnije narušavanje bilansa snage u vlaknu, a generiše se dovoljno rasejanog zračenja na mestu deformacije koje se detektuje sa foto-diodom, čime se omogućava prisluškivanje, tj. pristup toku informacija u vlaknu.

Izviđanje prisustva i upotrebe optoelektronskih sredstava u borbenim dejstvima vrlo je otežano zbog relativno malih gabarita i razuđenosti u potrebe.

Protivelektronska dejstva u uslovima primene optoelektronskih sredstava

Protivelektronska dejstva u oblasti primene optoelektronskih sredstava su raznovrsna i zavise od karakteristika sredstava prema kojima se primenjuju. Prema zajedničkim svojstvima uticaja na optoelektronske sisteme protiv kojih se primenjuju, mogu se grupisati u dve osnovne grupe [8, 9]:

— **OMETANJE — SMANJENJE INFORMACIJA O OBJEKTU (CILJU)** predstavlja skup postupaka i mera kojima se dovodi do degradacije kontrasta i intenziteta zračenja, čime se bitno utiče na mogućnost detekcije i raspoznavanja cilja, a time i na domet optoelektronskog sredstva od koga se štiti;

— **OBMANJIVANJE — POMERANJE NIŠANSKE TAČKE** (promena koordinata cilja) jeste skup postupaka kojima se omogućuje stvaranje efekta pomeranja ili multipliciranja cilja, čime se bitno smanjuje verovatnoća detekcije, prepoznavanja, identifikacije i pogađanja cilja.

Osnovni fizički procesi koji utiču na funkcionisanje i karakteristike optoelektronskih uređaja mogu se koristiti i za izvođenje PEB, a to su:

— emisija (sopstveno zračenje).

Najčešće se odnosi na veštačke izvore zračenja koji se unose u vidno polje optoelektronskog uređaja radi ometanja;

— apsorpcija (slabljenje zračenja usled apsorpcije).

Koriste se materije koje se razvijaju na putu prostiranja zračenja, tako da slabe energiju zračenja najznačajnijih sačinilaca signature scene (objekta);

— rasejanje (slabljenje zračenja usled rasejanja).

Koriste se materije koje usled izraženog procesa rasejanja dovode do slabljenja energije zračenja ili bitno utiču na prenos kontrasta;

— refleksija (refleksija zračenja spoljašnjih izvora).

Koriste se materijali koji imaju koeficijent refleksije približno jednak koeficijentu refleksije objekata okoline, tako da doprinose ujednačavanju kontrasta objekata u sceni;

— kondukcija (toplotna izolacija).

Koriste se materijali koji usporavaju proces prenosa toplote tako da smanjuju razliku temperatura oko toplotno aktivnih objekata u sceni.

Degradacioni uticaji različitih procesa koji se primenjuju u toku izvođenja PEB mogu biti manje ili više efikasni, što zavisi od načina i vremena primene, ali i od svojstava optoelektronskog uređaja protiv koga se vodi. Pregled nekih degradacionih uticaja i osnovnih procesa koji do njih dovode, prema mestu moguće primene, prikazan je u tabeli 2.

OMETANJE — Smanjenje informacije o cilju

Za omogućavanje smanjivanja informacija o cilju koji se štiti primenjuju se dve osnovne tehnike: primena aerosolnih i dimnih zavesa koje bi

Moguća primena degradacionih uticaja, procesa i sredstva za njihovu realizaciju

Mesto delovanja	Degradacioni uticaj	Procesi	Način realizacije
Signatura scene	Smanjenje kontrasta scene	EMISIJA (ujednačavanje emisivnosti i temperature) REFLEKSIJA (ujednačavanje reflektivnosti)	prevlake (bojenje), prekrivke (maskirne mreže, radijacioni štiti)
	Izmena sadržaja signature scene	EMISIJA (novi izvori — lažni ciljevi)	makete, mamci, klateri
Atmosfera	Slabljenje zračenja	APSORPCIJA RASEJANJE (slabljenje)	dim, prekrivanje prašina, dimna zavesa
	Degradacija kontrasta pri prostiranju	RASEJANJE (rasejanje zračenje izvora van scene)	aerosoli
Optika	Smanjenje transmisije, Smanjenje moći razlaganja	APSORPCIJA (oštećenja usled apsorpcije)	snažni laseri fizičko oštećenje
Detektor	Uticaj na signal detektora, Povećanje šuma, Zasićenje detektora, Uticaj na radni režim	EMISIJA (snažni izvori zračenja u spektralnom opsegu osetljivosti) APSORPCIJA	veštački snažni izvori zračenja (kontinualni, impulsi, modulisani), impulsi laseri

tno umanjuju transmisiju zračenja cilja u pravcu optoelektronskog sredstva, i izmena signature cilja (scene).

— Dimovi (aerosoli).

Razvijanje dimnih zavesa oko branjenog objekta (cilja) široko je primenjivan metod koji punu efikasnost pokazuje u vidljivom i bliskom IC delu spektra, dok dimovi za daleko IC zračenje još uvek nisu u zadovoljavajućoj meri razvijeni. Naime, kako maskirna efikasnost zavisi od broja i prečnika čestica u razvijenom aerosolu, za postizanje zadovoljavajuće maskirne efikasnosti treba formirati aerosol sa krupnim česticama, pri čemu je za pokrivanje prostora potreban veliki utrošak materijala, a formirani aerosol je

vremenski nestabilan zbog izraženijeg efekta taloženja.

Dim se, obično, formira tokom burnog i egzotermnog procesa sagorevanja specifičnih goriva (pirotehničke smeše, nafta, mineralna ulja i druge materije) i procesa mešanja produkata sagorevanja sa atmosferom.

Egzotermni proces omogućava zadržavanje željenog prostora, tj. širenje produkata sagorevanja u atmosferu. Tokom procesa mešanja produkata sagorevanja sa atmosferom odigravaju se fizičko-hemijski procesi koji omogućavaju formiranje relativno stabilnog aerosola. Trajanje i stabilnost stvorenog aerosola bitno zavisi od stanja u atmosferi (vlažnost) i postojanja vetra.

Dim sačinjavaju gasoviti produkti sagorevanja i čestice (tečne i čvrste) koje su formirane tokom sagorevanja i mešanja produkata sagorevanja sa atmosferom. Shodno tome, osnovni parametri razvijenog dima su koncentracija čestica (masena, broj čestica) i dimenzije čestica (raspodela po dimenzijama, dominantni prečnik), kao i koncentracija specifičnih gasovitih produkata sagorevanja. Ovi parametri utiču na stabilnost i koeficijent slabljenja dima. Na dimenzije čestica u dimu najviše utiču karakteristike procesa kondenzacije, koagulacije i disperzije koji se odvijaju tokom mešanja dima sa atmosferom.

Stabilnost dima najviše zavisi od načina kretanja čestica unutar dima. Ako su čestice sitnije ($D < 0,3 \mu\text{m}$) dominira Braunovsko kretanje, koje omogućava veću stabilnost dima, a ako su krupnije ($D > 1,0 \mu\text{m}$) dominira kretanje pod uticajem Zemljine teže koje utiče na smanjenje koncentracije kroz proces ukрупnjavanja i taloženja čestica. Visoka koncentracija čestica ($c_m > 0,1 \text{ g/m}^3$ ili $c > 10^6 \text{ l/m}^3$) pospešuje proces koagulacije, tako da su dimovi sa visokom koncentracijom čestica nestabilni. Stabilnost dimova sa krupnim česticama veliki je problem pri razvoju maskirnih dimova u IC oblasti spektra.

Koeficijent slabljenja dima, usled rasejanja zračenja, zavisi najviše od vrste (materijal — indeks prelamanja, dominantni prečnik) i koncentracije čestica. Slabljenje zračenja usled rasejanja direktno je srazmerno koncentraciji čestica, i najveće je ako je dominantni prečnik čestica istog reda veličine kao i talasna dužina zračenja (Mieova teorija rasejanja). Da bi se postiglo veliko slabljenje dima u spektralnom području osetljivosti termovizijskih uređaja mora se realizovati dim sa relativno krupnim česticama.

Efikasnost primene dima može se pratiti preko parametara. To su:

— *koeficijent slabljenja (transmitivnosti)* dima dobija se iz odnosa signala odabranog detektora za poznati izvor zračenja pri definisanim geometrijskim odnosima u uslovima kada dim ne postoji i kada je razvijen. To je objektivni pokazatelj, ali se u praksi teško koristi zbog nepredvidljivosti prostorne raspodele dima u realnim uslovima;

— *sposobnost zamućenja* dobra je mera za maskirnu efikasnost dima u uslovima primene uređaja sa formiranjem slike. Dim se razvija između posmatranog objekta i uređaja za formiranje slike, a povećava se koncentracija dima sve dok se ne izgubi slika objekta. Potrebna količina dima je mera moći zamućenja dima za zadati uređaj za formiranje slike.

Drugi, složeniji način definisanja sposobnosti zamućenja je preko praćenja promene kontrasta test-slike u funkciji koncentracije dima. Ovom vrstom merenja istovremeno se može odrediti integralna transmisija dima i moć zamućenja;

— *vreme razvoja dima* je vreme potrebno da se formira dim sa zadatim parametrima u zatom prostoru;

— *vreme trajanja dima* je vreme u kome dim zadržava potrebnu maskirnu efikasnost;

— *efikasnost razvoja dima* je mera sposobnosti dimne materije da stvori odgovarajuću zapreminu dima sa definisanom vrednošću maskirne sposobnosti. Izražava se u jedinici zapremine dima (m^3) po jedinici mase dimne materije (g). U toku izvođenja borbenih dejstava razvija se dimna zavesa koja treba da prikrije sopstvene jedinice od dejstva protivničkih optoelektronskih sistema. Razvijena dimna zavesa treba da ima dovoljnu maskirnu sposobnost i dovoljnu zapreminu da omogući prikrivanje sopstvenih snaga (objekata), kao i dovoljno dugo trajanje koje omogućuje ostvarivanje zaštite tokom dejstva ili izvođenja manevra izbega-

vanja. Osnovna teškoća pri upotrebi dimne zavese je određivanje pravca i vremena upotrebe optoelektronskih uređaja i sistema, što je zbog pasivnog rada otežano.

Pojačane su istraživačko-razvojne aktivnosti na iznalaženju rešenja za IC dimove koji kombinuju efekte apsorpcije i rasejanja, a imaju povećanu stabilnost formiranog aerosola (npr. primena statičkog naelektrisanja na česticama aerosola).

Sve šira primena termovizije u sistemima za osmatranje, nišanje, vođenje i samonavođenje, posebno potencira značaj primene protivelektronskih dejstava u IC delu spektra.

— *Prevlake*

Prevlake se koriste za privremenu ili trajnu (maskirno bojenje) izmenu osobina (refleksija, emisivnost) površine objekta koja omogućava »stapanje« objekta sa okolinom, a time i otežavanje prepoznavanja objekta. Prevlake se mogu koristiti za lokalizovane izmene ukupne signature objekata u sceni.

Prevlake imaju veću mogućnost primene u vidljivom i bliskom IC delu spektra. U dalekom IC delu spektra (termovizija) one imaju mnogo manju mogućnost primene zbog vrlo velikih razlika u emisivnosti materijala u okolini, i velikog uticaja razlika u emisivnosti na formiranje i izgled termovizijske slike, kao i procesa provođenja toplote. Da bi se prevlaka mogla koristiti za IC maskiranje, pored emisivnosti njenog materijala, transmisija materijala u odgovarajućem spektralnom području mora biti mala.

Korišćenje prevlaka u termovizijskom spektralnom opsegu je najefikasnije, ako je privremenog karaktera i ako je moguće i na drugim delovima posmatrane IC scene. Trajne prevlake za IC maskiranje u termovizijskom pod-

ručju su, praktično, neupotrebljive u slučaju primene na toplotnoaktivnim objektima.

— *Prekrivke*

Prekrivke u vidljivom i bliskom IC delu spektra služe za ujednačavanje refleksije sa objektima okoline i skrivanje objekata od osmatranja. Koriste se različite maskirne mreže i druga formacijska i neformacijska sredstva.

U termovizijskom spektralnom opsegu prekrivke se mogu koristiti za prikrivanje ciljeva preko ujednačavanja emisivnosti sa okolinom, pri čemu transmisija prekrivke za IC zračenje mora biti mala. Vrlo je teško napraviti sistem univerzalnih formacijskih prekrivki zbog velikog uticaja razlika u emisivnosti na formiranje i izgled termovizijske slike. Najbolji efekti sa korišćenjem prekrivki za IC maskiranje mogu se postići ako se, pored skrivanja cilja, prekrivke koriste i za generisanje lažnih ciljeva.

Ako su prekrivke napravljene kao dobre termoizolacione strukture i kvalitetne radijacione prepreke, mogu se koristiti za kratkotrajno lokalno prikrivanje zagrejanih delova ciljeva. Da bi se to ostvarilo, proces kondukcije toplote sa zagrejanih delova cilja mora biti znatno redukovan, a vreme korišćenja prekrivke ograničeno.

— *Klateri*

Klateri su lokalizovani izvori zračenja (topli ili hladni) sa velikom razlikom radjanse u odnosu na okolinu, a mogu se koristiti za deformaciju signature scene ili degradaciju slike usled zasićenja detektora ili indikatora.

Efekat deformacije signature scene manifestuje se kroz unošenje slika mogućih lažnih ciljeva u posmatranu scenu. Ovaj efekat više je izražen kod IC sistema sa slabijim mogućnostima prepoznavanja ciljeva.

Degradacija termovizijske slike u termovizijskim uređajima sa automat-

skom regulacijom sjajnosti i kontrasta postiže se preko uticaja radijanse klatera na automatsko određivanje temperaturnog nivoa i temperaturnog prozora u termovizijskom uređaju.

— Makete

Maketa je uprošćena kopija stvarnog cilja koja se koristi za imitaciju realnih ciljeva, što se postiže oblikom makete i ugrađenim agregatima za imitiranje signature cilja u svim spektralnim opsezima od interesa. Makete služe za unošenje lažnih informacija u scenu. Izrađuju se od različitih, uglavnom jeftinih materijala (drvo, guma, plastika i dr.).

Najbolji efekti primene tehnika PEB postižu se kroz istovremenu simultanu primenu više tipova radijacionih smetnji, pri čemu je značajno da se PEB sprovodi samo u vremenu očekivanog dejstva protivnikovih optoelektronskih sredstava ili sistema.

Pri upotrebi radijacionih smetnji moraju biti dobro poznati svi procesi delovanja radijacione smetnje na signaturu scene ili proces formiranja slike, jer se neadekvatnom primenom mogu lako postići neželjeni efekti (demaskiranje).

Mogućnosti primene radijacionih smetnji i drugih metoda PEB u oblasti primene termovizijskih sredstava moraju se vrlo pažljivo izučavati, kako zbog opštih mogućnosti optoelektronskih uređaja, tako i zbog mogućnosti demaskiranja u nekom drugom području spektra.

OBMANJIVANJE — pomeranje nišanske tačke

Pomeranje nišanske tačke najlakše se realizuje uz unošenje lažnog cilja u vidno polje optoelektronskog uređaja (sistema). U upotrebi su različite vrste IC mamaca koji se mogu programirati i ispaljivati sa aviona (pirotehnički IC mamci i IC baklje

kratkovremenog rada) ili biti pričvršćeni na cilju (avion, tenk) na bezbednom rastojanju od cilja, pri čemu imitiraju zračenje cilja tako da se nišanska tačka pomera na njih. Prva pojava mamaca u Arapsko-izraelskom ratu dala je izvanredne rezultate, ali su vrlo brzo nađena nova tehnička rešenja GSN koja su omogućila razlikovanje mamaca i cilja.

Nedostatak pirotehničkih mamaca je kratko vreme rada i neprilagođenost spektra zračenju realnih ciljeva [8, 10]. Imitacioni mamci su agregati koji su namenjeni za višekratnu primenu i mogu duže da rade i vernije imitiraju zračenje ciljeva koji se sa njima štite.

Druga grupa sredstava koji mogu da omoguće efektivno pomeranje nišanske tačke su ometači sa modulisanim zračenjem koji se uspešno primenjuju za ometanje samonavedenih raketa sa modulatorom u koordinatoru GSN [3]. Superpozicija modulisanog zračenja cilja i ometača dovodi do pogrešnog određivanja koordinata cilja.

Nehomogena raspodela gustine i vrste čestica u aerosolu (dimu) može izazvati efekat stvaranje atmosferskog makrosočiva koje, praktično, dovodi do krivljenja nišanske linije, a time i do pomeranja nišanske tačke. Primena dima u borbenim uslovima može pomoći zaštiti sopstvenih ciljeva, iako gustina dima nije dovoljna da bitno umanji informaciju o cilju.

Protivelektronska borbena dejstva

Masovnost upotrebe, razlike u doletu optoelektronskih uređaja, njihova relativno visoka cena i osetljivost konstrukcije na mehanička dejstva (optički elementi) uzrokuju da se u borbenim dejstvima, tj. direktnim oštećenjem ili uništenjem optoelektronskog sredstva, upotrebom vatre i drugih borbenih radnji, može bitno uticati na smanjenje ukupne efikasnosti njihove

upotrebe. Kako optoelektronski uređaji prema spoljašnjoj sredini komuniciraju preko mehanički osetljivog i lako lomljivog optičkog sistema, relativno je lako onesposobiti optoelektronski uređaj ukoliko je mogućan direktan pogodak u otvor optičkog sistema. Optoelektronski uređaji mogu se onesposobljavati:

— pešadijskim naoružanjem

Dobro organizovanom vatrom mogu se efikasno uništavati delovi optoelektronskih podistema SUV tenka, optoelektronski podsklopovi sistema za vođenje PO raketa na mestu lanse- ra, izviđačke bespilotne letelice i drugi optoelektronski uređaji koji su u do- metu pešadijskog naoružanja.

Za uspešno sprovođenje ovih aktivnosti neophodno je, kroz obuku stre- laca, omogućiti dobro upoznavanje sa izgledom i mestima montaže optoelek- tronskih uređaja, kao i sa podacima značajnim za njihovo uništenje;

— artiljerijskim i raketnim nao- ružanjem

Poseban značaj ima upotreba PA artiljerijskog naoružanja u protivra- ketnoj odbrani jedinica i objekata od samonavedenih raketa koje koriste o- ptoelektronske koordinate. Značaj upotrebe PA naoružanja u protivraket- noj odbrani brodova vrlo je važan, pri čemu se posebna pažnja posvećuje o- premanju, rasporedu i obuci posade za izvršenje specifičnih zadataka protiv- raketne odbrane.

U slučaju masovne primene opto- elektronskih sredstava u toku izvođe- nja borbenih dejstava, primena arti- ljerijskih razorno-parčadnih projekti- la može biti vrlo efikasna za uništenje optoelektronskih senzorskih jedinica, a time se postiže onesposobljavanje složenih borbenih sistema (npr. SUV tenka);

— laserskim sredstvima

Mogu se koristiti vrlo široko u okviru borbenih dejstava, pri čemu su mogući sledeći efekti: uništenje vital- nih delova optoelektronskih uređaja (detektora, delova optičkog sistema); zaslepljivanje, kako žive sile (posade) tako i uređaja dovodenjem u zasićenje detektora i drugih optoelektronskih sklopova; ometanje ispravnog rada (po- većan šum ili generisanje smetnji); pri- vremeno onesposobljavanje kroz pore- mećaj radnog režima, što je posebno izraženo kod optoelektronskih uređaja u kojima se koriste hladeni detektori sa rashladnim sistemima ograničenog rashladnog kapaciteta.

Zbog cene, gabarita i složenosti prateće opreme korišćenje laserskih sredstava je ograničeno i može biti o- pravdano samo kada su u pitanju zna- čajnija i skuplja optoelektronska sred- stva protivnika.

Posebna grupa protivelektronskih borbenih dejstava su tzv. elektronska dejstva. Pošto se u optoelektronske si- steme ugrađuje dosta elektronskih komponenti, primenom snažnih elek- tromagnetskih impulsa (npr. EMINE) mogu se onesposobiti i optoelektron- ska sredstva na sličan način kao i ele- ktronska.

Protivelektronska zaštita u uslovima primene optoelektronskih sredstava

Za organizovanje protivelektron- ske zaštite, pored poznavanja opštih principa funkcionisanja sredstva od koga se štiti, potrebno je poznavati i konkretne tehničko-taktičke karakte- ristike sredstava i sistema koja kori- ste optoelektronske senzore. S obzirom na raširenost primene optoelektron- skih sredstava, kao i različitost efeka- ta koji se koriste za njihov rad, prak- tično je nemoguće formirati univer- zalni sistem zaštite ili bi takva zaštita bila ekstremno skupa [6, 7].

Protivelektronska zaštita može biti uspešna samo ako se sprovodi stručno, organizovano, disciplinovano, dosledno i sveobuhvatno, kako u ratu, tako i u miru.

Protivelektronska zaštita od upotrebe optoelektronskih sredstava može se razmatrati u odnosu na dve najmasovnije grupe primena optoelektronskih sredstava, a to su:

— *zaštita od optoelektronskog osmatranja i nišanjenja*

S obzirom na relativno veliki dolet i rezoluciju optoelektronskih sredstava, kao i na mogućnost celodnevnog korišćenja, optoelektronska sredstva za osmatranje i nišanjenje znatno povećavaju mogućnosti prikupljanja podataka o objektima u prostoru izvođenja borbenih dejstava i omogućavaju vrlo precizna dejstva u ubojnim sredstvima po odabranim objektima. Znatno je povećana opasnost od njihove primene, tako da je posebno važno pitanje zaštite objekata od optoelektronskog osmatranja.

— *zaštita od optoelektronskih ubojnih sredstava*

Optoelektronska sredstva (vođeni ili samonavođeni projektili) omogućavaju vrlo precizno i selektivno pogađanje odabranih ciljeva. Posebno je izražena opasnost primene optoelektronskih sistema protiv letelica, plovila, oklopnih vozila i pojedinih objekata na terenu (KM, mostovi, brane, privredni objekti i dr.). Zato se posebna pažnja posvećuje zaštiti sopstvenih sredstava od dejstva optoelektronskih ubojnih sredstava, pri čemu se mere zaštite najčešće koordiniraju i dopunjuju sa protivelektronskim i drugim dejstvima.

U okviru sistema zaštite najčešće je prisutna primena dve osnovne grupe tehnika: maskiranje i povećanje neposredne zaštićenosti objekata.

— *maskiranje* je skup postupaka kojima se prikivaju sopstvena sred-

stva, objekti i snage, njihov raspored i pokret od protivničkih sredstava za izviđanje, osmatranje, praćenje i navođenje, čime se postiže iznenađenje i obmanjuje protivnik.

Primenom maskiranja vrši se neposredni uticaj na signaturu scene (objekta) koji se štiti. Realizuje se preko izmena reflektivnosti, emisivnosti ili raspodele temperature u sceni. Osnovni metodi koji se koriste su: skrivanje, deformacije i imitacija elemenata signature scene. Taktika izvođenja bitno zavisi od spektralnog opsega rada optoelektronskih uređaja.

Sredstva i postupci maskiranja vrlo su različiti. U vidljivom i bliskom IC delu spektra koristi se maskirno bojenje, maskirne mreže, odsečena vegetacija, ozelenjavanje, i dr. U termovizijskom delu spektra koriste se termoizolacioni materijali, radijacioni štitići, prirodni materijali, hlađenje, i dr. Zanimljivo je istaći da odsečena vegetacija koja je relativno efikasno sredstvo u vidljivom delu spektra deluje demaskirajuće u IC delu spektra.

Maskiranje je važna aktivnost koja se sprovodi, najčešće, u okviru inženjerijskog obezbeđenja borbenih dejstava i sprovodi se u miru i ratu, na taktičkom, operativnom i strategijskom nivou.

— *povećanje neposredne zaštićenosti objekta (cilja)* skup je mera postupaka i tehničkih rešenja koja su sastavni deo konstrukcije i taktike primene sredstava i objekata. Omogućavaju smanjenje efikasnosti upotrebe i ubojnog dejstva protivničkih optoelektronskih sredstava, ili pravovremeno alarmiranje opasnosti od upotrebe optoelektronskih sredstava i preduzimanje odgovarajućih unapred pripremljenih protivdejstava.

Povećanje neposredne zaštićenosti cilja se, pre svega, odnosi na ojačavanje vitalnih delova objekata i TMS od razornog dejstva ubojnih sredstava sa optoelektronskim senzorima.

Neposredna zašticećenost se poveća-
va uz primenu senzora za pravovreme-
no otkrivanje upotrebe optoelektron-
skih sredstava koja su sastavni deo
sistema zaštite radi njegovog automat-
skog aktiviranja posle alarma opasno-
sti. Takva sredstva su npr. detektori
laserskog ozračenja koji mogu signa-
lizirati ozračenje cilja laserskim sno-
pom i odrediti pravac dejstva laserskog
zračenja i vrstu primenjenog lasera.

U operativnoj upotrebi koriste se
senzori na avionima za detekciju poja-
ve lansiranja raketa i određivanje pra-
vca leta, što je osnovni preduslov za
pravovremenu i efikasnu primenu pro-
tivmera i mera zaštite (IC mamci, o-
metači i dr.).

Poseban problem predstavlja za-
štita sopstvenih optoelektronskih sred-
stava od protivelektronskih dejstava
protivnika. Mere zaštite se ugrađuju u
konstrukcionu rešenja preko izbora
spektralnog opsega rada, tipa i struk-
ture detektora, tehnika za obradu sig-
nala i informacija.

Specifičnosti postupaka, sredstava
i mera zaštite detaljnije će se razma-
trati u odnosu na zaštitu snaga (žive
sile), objekata i tehničkih sredstava.

Zaštita žive sile

Zaštita žive sile razmatra se kao
posebna kategorija zbog značaja koji
se posvećuje ljudskim resursima koji
se koriste u toku oružanih sukoba, iako
ih je relativno teško izdvojiti iz okvira
sredstava i objekata koje opslužuju.
Može se razmatrati individualna i ko-
lektivna zaštita.

Individualna zaštita od primene
optoelektronskih sredstava vrlo je
kompleksan problem i bitno zavisi od
vrste optoelektronskih sredstava čija
se primena očekuje. Zaštita žive sile
realizuje se preko primene individual-
nih zaštitnih sredstava ili kroz obuku
(taktički postupci). Kada su u pitanju
optoelektronska sredstva obuka ima
ključnu ulogu, jer njihova primena u-

nosi i bitne izmene u taktiku upotrebe
oružanih snaga tako da se kroz obuku
moraju dobro upoznati opasnosti koje
su izazvane upotrebom optoelektron-
skih sredstava i efikasnost pojedinih
mera i postupaka.

Maskirna odeća omogućava pri-
krivanje sopstvenih snaga u odnosu na
optoelektronska sredstva koja rade u
vidljivom delu spektra. Postoje tenden-
cije upotrebe maskirne odeće za zaš-
titu od termovizijskog osmatranja.
Polazeći od specifičnosti funkcionisa-
nja termovizijskih uređaja efikasna
primena maskirne odeće u termovizij-
skim spektralnim opsezima (STIC i
DTIC) ograničena je na mali broj spe-
cifičnih situacija i relativno kratko
vreme, tako da ne može biti u masov-
noj upotrebi.

Kako je primena laserskih sred-
stava sve šira (laserski daljinomeri, la-
serski ozračivači (označavači) cilja, la-
serski sistemi za praćenje ciljeva, la-
serska sredstva za uništenje ciljeva i
ometanje rada optoelektronskih uređaja
(snažni laseri), realno je očekivati da
u savremenim oružanim sukobima ži-
va sila bude izložena dejstvu laserskog
zračenja koje može da izazove znatna
oštećenja tkiva, a posebno čula vida.
Zbog toga je prirodno da se uočava sve
izraženiji trend individualne primene
zaštitnih naočara za zaštitu oka vojni-
ka, kao i drugih zaštitnih sredstava za
zaštitu otkrivenih delova tela (prema-
zi, rukavice i sl.).

Kolektivna (grupna) zaštita žive
sile uglavnom se realizuje u okviru za-
štite objekata i tehničkih sredstava ili
u okviru protivelektronske zaštite dej-
stava jedinica (manevar, pokret) na
svim nivoima izvođenja borbenih dej-
stava.

Primena optoelektronskih sred-
stava za izviđanje, osmatranje i niša-
njenje omogućava bitno proširenje
dnevnog resursa upotrebe oružanih
snaga (noću i u otežanim uslovima vid-
ljivosti), a time i povećanje dinamike
izvođenja borbenih dejstava, čime se

omogućava neprekidni tok pouzdanih informacija o kretanju i razmeštaju jedinica i sredstava.

To prouzrokuje bitne izmene u taktici upotrebe jedinica i sredstava ratne tehnike, jer se više ne mogu koristiti maskirna svojstva noći. Kroz obuku se mora postići takav stepen poznavanja opasnosti primene optoelektronskih sredstava i razrade taktičkih postupaka koji će omogućiti bolju zaštićenost žive sile primenom radnji koje smanjuju demaskirajuće efekte.

Zaštita objekata

Kako postoji veliki broj optoelektronskih sredstava za osmatranje i nišanje, kao i IC, televizijskih i laserski vođenih i samonavođenih projektila i avio-bombi koji omogućavaju precizno pogađanje sa bezbednih udaljenosti, a namenjeni su za uništenje značajnih vojnih objekata i objekata infrastrukture, neophodno je preduzimati i odgovarajuće mere zaštite koje mogu doprineti smanjenju efekata njihove primene. Ove mere mogu biti mere neposredne zaštite koje zavise od karakteristika sredstava od kojih se objekat štiti, ili mere koje se preduzimaju za maskiranje (skrivanje) objekata (npr. izgradnja lažnih objekata — maketa).

Za efikasnu zaštitu i kontrolu stepena zaštićenosti objekata neophodno je poznavanje signature objekta, tj. njihovih osobina vezanih za sopstveno zračenje ili refleksiona svojstva u spektralnom opsegu rada sredstva od koga se objekat štiti.

Pošto optoelektronska sredstva, uglavnom, reaguju na razliku kontrasta u posmatranoj sceni, osnovni način zaštite svodi se na umanjeње kontrasta objekta u odnosu na okolinu, pri čemu postoje bitne razlike u odnosu na različite delove spektra:

— vidljivo zračenje

Zaštita se postiže odgovarajućim maskirnim bojenjem ili korišćenjem

maskirnih mreža, prekrivki i drugih formacijskih i priručnih sredstava koja doprinose skrivanju objekata.

— lasersko zračenje

Zaštita objekata od primene laserskih sredstava ima dve komponente: mere koje doprinose umanjeњу mogućnosti otkrivanja objekta i mere koje doprinose smanjenju refleksije objekta. Smanjenje mogućnosti otkrivanja postiže se merama zaštite od osmatranja, a smanjenje refleksije laserskog zračenja korišćenjem apsorpcionih premaza ili rasporedom reflektujućih površina, tako da se očekivana difuzna refleksija objekta preoblikuje u relativno usmerenu refleksiju u pravcu koji je van vidnog polja laserskog sredstva u slučaju kada je moguće predvideti pravac dejstva protivnikovih laserskih sredstava. Primena detektora laserskog ozračenja omogućava alarmiranje i pravovremeno preduzimanje protivdejstava (razvijanje dimne zavesе, manevar, i sl.), tako da posredno doprinose povećanju stepena zaštićenosti.

— IC zračenje

Optoelektronski uređaji koji koriste IC zračenje reaguju na radijacioni kontrast koji zavisi od emisivnosti objekata i temperature objekta i okoline. Zbog toga nije moguće na jednostavan način postići zaštitu, jer je komplikovano i skupo postizanje ujednačavanja emisivnosti u sceni kao i perfektnе izolacije toplotno aktivnih agregata u IC sceni.

Za zaštitu objekata koriste se materijali koji imaju približno istu emisivnost kao i okolina (prirodni materijali), pri čemu treba težiti da oblik i obrada spoljašnjih površina što više odgovaraju prirodnom ambijentu. Uporedo sa tim mora se obezbediti i što bolji stepen termičke izolacije unutrašnjosti objekta prema okolini. Za te potrebe koriste se različiti izolacioni materijali, refleksione površine ka unutrašnjosti objekta i druge tehnike.

Pristup zaštiti objekata vrlo je kompleksan zbog različitosti i često prisutne kontradiktornosti izraženih zahteva zavisno od vrste sredstava a pošto se pri zaštiti moraju primeniti relativno složena i skupa građevinska rešenja, pri planiranju zaštite objekata mora se polaziti od njihovog ukupnog značaja.

Primena dima i dimnih zavesa često se svrstava u mere zaštite, mada je opravdanije da se razmatra kao protiv-elektronsko dejstvo koje se primenjuje samo u slučaju alarmirane ili pretpostavljene primene optoelektronskih uređaja.

Primena dima i dimnih zavesa u vidljivom i bliskom IC delu spektra omogućava relativno efikasno prikrivanje šticećenih snaga, sredstava i objekata u trajanju dovoljnom za izvršenje manevra ili smanjenje efikasnosti dejstva.

Primena dimnih zavesa u IC delu spektra takođe je moguća, ali za razliku od vidljivog dela spektra potrebne karakteristike dima je mnogo teže ostvariti (zahtevaju se krupnije čestice, zbog čega se dim teže razvija, a uz to je nestabilan i kratkotrajan).

Zaštita tehničkih materijalnih sredstava i borbenih sistema

Zaštita tehničkih materijalnih sredstava i borbenih sistema od dejstva optoelektronskih uređaja kompleksan je problem koji se rešava u toku projektovanja i izrade. Razlikuju se dva aspekta zaštite: zaštita sopstvenih sistema u uslovima primene optoelektronskih uređaja protivnika i zaštita sopstvenih optoelektronskih uređaja od primene različitih sredstava za PEB koje protivnik može primeniti.

U prvom slučaju primenjuju se takva konstrukciona rešenja koja omogućavaju bitno umanjenje radijacionog kontrasta sredstava u odnosu na oko-

linu ili odgovarajući taktički postupci u eksploataciji koji doprinose smanjenju radijacionog kontrasta, a time i prikrivanju prisustva sredstva u sceni.

U drugom slučaju primenjuju se takva tehnička rešenja koja omogućavaju kompleksnu obradu signala i informacija o cilju i doprinose povećanju praga osetljivosti uređaja ili poboljšanje kriterijuma za selekciju i identifikaciju ciljeva (različite tehnike spektralnog, prostornog, frekventnog i vremenskog filtriranja, kao i kodiranja izvora zračenja u slučaju aktivnih optoelektronskih sredstava).

Za izbor konkretnih rešenja prvi i osnovni ograničavajući faktor je poznavanje pravih signatura cilja, kao i ponašanja cilja u različitim uslovima primene. Drugi važan ograničavajući faktor je postignuti nivo tehnike i tehnologija koje se mogu primeniti u toku proizvodnje sredstva. Takođe je važna i dobra procena mogućnosti protivnika da primeni odgovarajuće protivmere.

Pored pasivnih mera zaštite, vezanih za izmenu signatura cilja, primenjuju se i različiti taktički postupci i tehnička rešenja za aktivna dejstva.

Treba voditi računa o činjenici da je, često, važno da se poseduje odgovarajuća klasa sredstava bez obzira na to što nije postignut zadovoljavajući stepen zaštićenosti od svih mogućih protivelektronskih dejstava protivnika. Dobro poznavanje karakteristika sopstvenih sredstava, karakteristika sredstava i protivejstava koje protivnik može da primeni, kako po vrsti tako i po količinama, može omogućiti da se pogodnom primenom taktičkih postupaka poveća efikasnost primene sopstvenih optoelektronskih sredstava. Dobro obaveštajno obezbeđenje borbenih dejstava, uz kvalitetnu stručnu i taktičku obuku, može znatno doprineti efikasnosti primene optoelektronskih sredstava.

Tehničko-tehnološki preduslovi za uspešno organizovanje PEB u oblasti upotrebe optoelektronskih sredstava

Primena optoelektronskih sredstava znatno doprinosi efikasnosti i proširenju vremenskog resursa primene borbenih sistema. Funkcionisanje optoelektronskih sistema osetljivo je na uslove koji postoje u okolini. Konstrukcija optoelektronskih uređaja je relativno krhka. Sve to naglašava interes za PEB u oblasti primene optoelektronskih sistema i čine je vrlo mogućom. Efikasnost i ukupni efekti primene optoelektronskih sredstava bitno zavise od obima i vrsta primene mera, postupaka i dejstava u okviru PEB. Mogućnost organizovanja PEB umnogome zavisi od nivoa poznavanja funkcionisanja optoelektronskih sredstava koje je ograničeno tehnološkim faktorima.

Za uspešno sprovođenje PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava neophodno je da postoje sledeći preduslovi:

- vrlo visok nivo znanja i poznavanja mogućnosti savremenih tehnologija koje su primenjive pri razvoju, proizvodnji i upotrebi optoelektronskih sredstava, a posebno u oblastima:

- poznavanja signatura ciljeva (scene) u različitim oblastima spektra;

- uticaja atmosferskih pojava i uslova u atmosferi (magla, kiša, sneg) na upotrebu optoelektronskih sistema;

- uticaja i karakteristika veštački generisanih aerosola (dimova) na prostiranje zračenja;

- poznavanja principa funkcionisanja i uticaja karakteristika ugrađenih komponenti na karakteristike optoelektronskih uređaja;

- visok nivo poznavanja (procena) taktike i obima upotrebe optoelektronskih sistema;

- postignuti nivo tehnološkog razvoja u oblasti tehnologija primenljivih pri proizvodnji optoelektronskih

uređaja i u oblasti tehnologija primenljivih u PEB, pri čemu treba posebno istaći:

- razvijenost meteorološke osnove (posebno radiometrije i fotometrije);

- tehnologije izrade optičkih materijala i obrade optičkih komponenti, uključujući i projektovanje, justiranje i proveru kvaliteta optičkih sistema;

- tehnologije izrade i provere kvaliteta foto-detektora (poluprovodnički materijali i tehnologije, rashladni sistemi, vakuumaska tehnika);

- tehnike obrade signala i informacija i tehnologije koje su primenljive pri strukturiranju elektronskih sklopova (elektronika visokog stepena integracije i brzine rada, mikroprocesori, složeni algoritmi za obradu signala i informacija);

- povezanost tehničkih i operativno-taktičkih struktura, efikasnost transvera znanja i neprekidnost toka informacija.

Optoelektronska sredstva karakteriše vrlo visoki stepen tehničke složenosti, pa je za iskorišćavanje njihovih mogućnosti potreban vrlo visoki nivo specijalističkih znanja. Integracija specijalističkih znanja kroz timski rad jedina je mogućnost za efikasnu primenu i za protivoelektronsku borbu u uslovima primene optoelektronskih sredstava.

- raznovrsnost i fleksibilnost sistema PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava.

- razvijenost tehničkih sredstava za EI ili metoda za efikasnu procenu verovatnoće i obima primene optoelektronskih sredstava.

Optoelektronska sredstva predstavljaju klasu sredstava u kojima je zastupljena masovna primena novih tehnologija. Njihovom masovnom primenom može se ostvariti stratezijska premoć u izvođenju borbenih dejstava. Efekti primene optoelektronskih sred-

stava bitno zavise od uspešnosti integracije operativno-taktičkih zahteva i tehničkih mogućnosti primenjenih sistema.

PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava u savremenim uslovima mora, takođe, imati strategijski značaj. S obzirom na veliku povezanost tehničkih mogućnosti optoelektronskih sredstava i taktike njihove primene, razvoj PEB mora se oslanjati na resurse unutar armijskih naučno-istraživačkih ustanova, uz dobru koordinaciju rada sa drugim naučno-istraživačkim, razvojnim i proizvodnim resursima u zemlji. Uspeha u PEB ne može da bude bez dugoročnog, dobro usmerenog i koordiniranog rada u relevantnim oblastima nauke i tehnike.

Trendovi razvoja PEB u oblasti primene optoelektronskih uređaja i sistema

Buran razvoj tehnologije omogućio je vrlo intenzivan i širok razvoj primena optoelektronskih uređaja u vojnim sistemima (sa prosečnim godišnjim porastom ulaganja u razvoj i proizvodnju oko 20% u toku poslednje decenije). Razvoj optoelektronskih sistema pratio je i razvoj odgovarajućih sredstava za PEB koji se zasnivaju na primeni istih tehnologija. S druge strane, razvoj sredstava i metoda PEB dovodio je do vrlo brzog zastarevanja razvijenih optoelektronskih uređaja i njihovog brzog usavršavanja, tako da se vek najvećeg dela optoelektronskih uređaja i sistema sveo na desetak godina.

Trendovi razvoja optoelektronskih uređaja i sistema u oblasti PEB vezani su i direktno zavise od stepena razvoja tehnologija i prate trendove razvoja optoelektronskih uređaja, pri čemu se mogu izdvojiti sledeći težišni pravci:

— povećanje stepena zaštićenosti žive sile, tehničkih materijalnih sredstava i objekata kroz primenu zaštite

nih sredstava i postupaka i primenu konstrukcionih rešenja koja otežavaju detekciju prisustva primenom optoelektronskih sredstava;

— razvoj novih dimova i aerosola sa povećanim faktorom prigušenja u IC delu spektra, i sa povećanom stabilnošću razvijene dimne zavese;

— razvoj novih vrsta IC mamaca i novih tehnika i taktičkih postupaka primene veštačkih izvora zračenja, uključujući i primene maketa;

— razvoj tehnika za ispitivanje uslova funkcionisanja i upotrebe optoelektronskih sredstava i uticaja stanja atmosfere i spoljašnjih faktora (prašina, dim, eksplozije) koji se javljaju pri izvođenju borbenih dejstava na efikasnost optoelektronskih uređaja;

— formiranje baza podataka o efektima primene pojedinih optoelektronskih sredstava u različitim geografskim prostorima, vremenskim i dnevnim uslovima, radi određivanja optimalne taktike primene i verovatnoće upotrebe optoelektronskih sredstava u konkretnim situacijama;

— formulisane matematičko-fizičkih i numeričkih modela za simuliranje uslova primene optoelektronskih uređaja i sistema, radi procene efikasnosti primene optoelektronskih uređaja i protivmera;

— razvoj novih saznanja vezanih za tehnologije, konstrukciju i upotrebu optoelektronskih sredstava;

— razvoj novih tehnika za detekciju prisustva i upotrebe optoelektronskih sredstava ratne tehnike;

— razvoj sistema sa snažnim laserima za ometanje i uništenje optoelektronskih uređaja.

Zaključak

Pregled opštih karakteristika i klasifikacija vojnih optoelektronskih uređaja pokazuje da je izražena široka zastupljenost i raznolikost njihove pri-

mene u naoružanju i opremi oružanih snaga savremeno opremljenih armija sveta.

Primena optoelektronike je opredeljujući faktor eksploatacionih karakteristika složenih sistema za protivoklopnu borbu, sistema za izviđanje i osmatranje, sistema za protivvazдушnu odbranu na malim i delimično srednjim udaljenostima, sistema za upravljanje vatrom tenkova i artiljerijskih sredstava, sistema za protivraktnu odbranu plovila, i dr.

Primena optoelektronskih sredstava za izviđanje, osmatranje i nišanje omogućava bitno proširenje dnevnog resursa upotrebe oružanih snaga (noću i u otežanim uslovima vidljivosti), a time i povećanje dinamike izvođenja borbenih dejstava, čime se omogućava neprekidni tok pouzdanih informacija o kretanju i razmeštaju jedinica i sredstava ratne tehnike. To uzrokuje bitne izmene u taktici upotrebe jedinica i sredstava, jer se više ne mogu koristiti maskirna svojstva noći.

Analiza opštih uslova funkcionisanja i primene optoelektronskih uređaja, kao i uslova za izvođenje protivelektronske borbe pokazuje da, sa jedne strane, primena optoelektronskih sredstava znatno doprinosi povećanju efikasnosti i vremenskog resursa upotrebe oružanih snaga, a, sa druge strane, umnogome zavisi od uslova primene. To znači da je organizovanje protivelektronske borbe izvodljiv ali i relativno složen zadatak, posebno zbog raznolikosti u konstrukciji optoelektronskih uređaja.

Kako se za funkcionisanje optoelektronskih uređaja i za organizovanje PEB mogu koristiti isti procesi, značajno je naglasiti da je za efikasnost PEB izuzetno važno poznavanje procesa koji utiču na formiranje signature

scene i prostiranje zračenja kroz atmosferu. Izučavanje ovih procesa zahteva kompleksna i dugotrajna usmerena istraživanja koja se, uglavnom, sprovode u specijalizovanim vojnim istraživačko-razvojnim laboratorijama.

U poslednje vreme uočava se trend širenja upotrebe optoelektronskih sredstava kroz fuziju termovizijskih senzora i uređaja sa pojačavačima slike, primenu noćnih nišana zajedno sa laserskim daljinomerima i označavačima cilja, primenu noćnih nišana na prenosnim protivoklopnim oruđima i u okviru prenosnih protivavionskih raketnih sistema, kao i masovnija primena noćnih nišana za pešadijsko naoružanje.

Optoelektronska sredstva predstavljaju klasu sredstava u kojima je vrlo zastupljena primena novih tehnologija. Njihovom masovnom primenom može se ostvariti stratezijska premoć u izvođenju borbenih dejstava. PEB u oblasti primene optoelektronskih sredstava u savremenim uslovima mora, takođe, da ima stratezijski značaj.

Kada su u pitanju optoelektronska sredstva, obuka ima izuzetno važnu ulogu, jer primena optoelektronskih sredstava unosi i bitne izmene u taktiku upotrebe oružanih snaga, tako da se kroz obuku moraju dobro upoznati opasnosti koje su izazvane upotrebom optoelektronskih sredstava, i efikasnost pojedinih mera i postupaka.

Kroz obuku se mora postići takav stepen poznavanja opasnosti primene optoelektronskih sredstava i razrada taktičkih postupaka koji će omogućiti bolju zaštićenost žive sile, objekata i tehničkih materijalnih sredstava. Obrazovanost starešina iz ove oblasti mora da bude na visokom nivou, a kroz posebne kurseve znanje treba neprekidno obnavljati.

Literatura:

- [1] Livada B., Babić V.: Noćne optoelektronske sprave sa pojačavačima slike, Vojnotehnički glasnik, br. 1/92, str. 18—35.
- [2] Livada B.: Optoelektronika i oružane snage: Funkcionisanje, klasifikacija i putevi istraživanja i razvoja vojnih optoelektronskih uređaja i sistema, NTP vol. XXXV, 1985, br. 5, 38—49.
- [3] Livada B.: Neki aspekti zaštite vazduhoplova od IC samonavedenih raketa, Glasnik RV i PVO, br. 1—2/92, str. 25—41.
- [4] Volarević V.: Elektronsko izviđanje i protiv-elektronska zaštita jedinica, tehničkih sredstava i informacija, 1983, Savremeni strateški problemi vol. 7—8, Savremena ratna tehnika i ratna veština, 298—307.
- [5] Banjac D.: Sredstva i snage za protivelektronsku borbu i njihov uticaj na vođenje oružane borbe, (1983), Savremeni strateški problemi vol. 7—8, Savremena ratna tehnika i ratna veština, 288—298.
- [6] Bajić M., Razinger A.: Tehnika daljinskog osmatranja i njen uticaj na borbena dejstva, (1983), Savremeni strateški problemi vol. 7—8, Savremena ratna tehnika i ratna veština, 307—317.
- [7] Bugarinović Đ., Babić V., Živković Lj.: Optoelektronska sredstva i vođenje borbenih dejstava, (1983), Savremeni strateški problemi vol. 7—8, Savremena ratna tehnika i ratna veština, 317—329.
- [8] Boyd J. A. i sar. (ed): Electronic Countermeasures, 1978, Peninsula Publishers, Los Altos.
- [9] Jakushenkov Yu. G., Lukancev V. N., Kolesov M. L.: Metody borby s pomehami optiko-elektronnyh priborah, (1981), Radio i svjaz, Moskva.
- [10] Lazarev L. P.: Optiko-elektronnye pribori navedenija letatelnyh apparatov, (1984), Mashinostroenie, Moskva.
- [11] Kriksunov L. Z. (ed): Spravotchnik po priboram infrakrasnoj tehniki, (1985), Tehnika, Kiev.
- [12] Kriksunov L. Z.: Spravotchnik po priboram infrakrasnoj tehniki, (1980), Tehnika, Kiev.
- [13] Wolfe W. L., Zissis G. J. (ed): The Infrared Handbook, (1978), Office of Naval Research, Department of Navy, Washington.

Uvod

Eksperimentalnom ispitivanju podvrgavaju se novoizrađeni i regenerisani pužni prenosnici. U ovom radu data je analiza uređaja i metoda za ispitivanje pužnih prenosnika. Prikazane su šeme pojedinih uređaja koji su praktično realizovani, kao i njihove osnovne karakteristike.

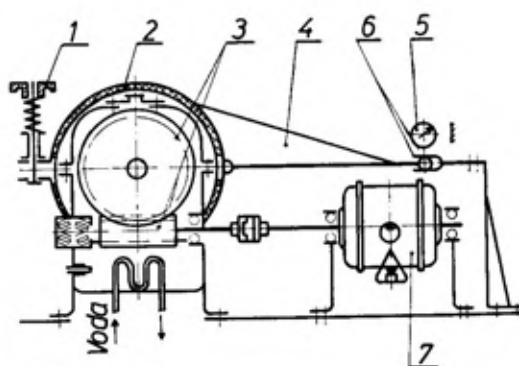
Vrste metoda i uređaja za ispitivanje pužnih prenosnika

Uređaji za ispitivanje pužnih prenosnika mogu biti sa otvorenim kolom opterećenja — kočnicom i sa zatvorenim kolom opterećenja.

U uređajima sa otvorenim kolom opterećenja koriste se mehaničke i električne kočnice i frikcionne spojnice sa malim proklizavanjem.

Sema uređaja za ispitivanje pužnih prenosnika sa mehaničkom papučastom kočnicom prikazana je na slici 1. Ispitivani pužni prenosnik 3 dovodi se u obrtanje balansirajućim elektromotorom 7. Papučasta kočnica 2, sa elastično-navojnim mehanizmom 1, deluje na papučicu i koči vratilo pužnog zupčanika. Kočioni moment se registruje indikatorom 5, koji fiksira ugib izbaždarenog konzolnog nosača 6. Konzolni nosač prima silu od poluge 4, koja je

povezana sa kočnicom. Korito za ulje reduktora snabdeveno je termometrom i hladnjakom kroz koji cirkuliše voda.

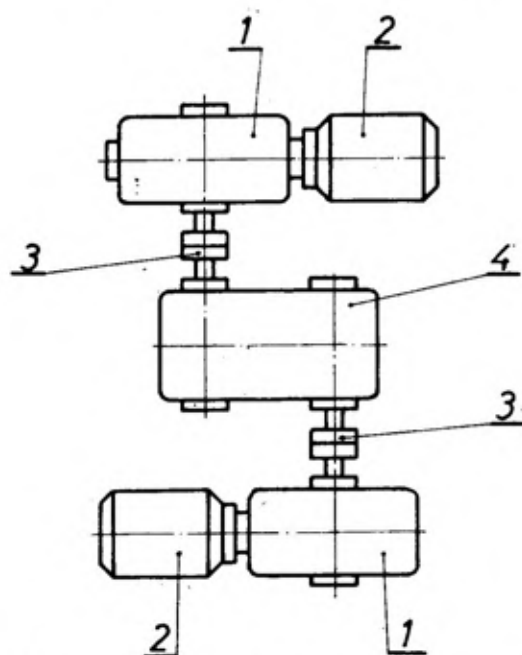


Sl. 1 — Uređaj sa papučastom kočnicom

Na slici 2 prikazan je uređaj za ispitivanje pužnih prenosnika sa električnom kočnicom — kočionim generatorom. Vratila pužnih zupčanika dva nesamokočiva pužna reduktora 1, koji su povezani preko priрубnica sa elektromotorima 2, spojena su preko reduktora ispitnog uređaja 4 i spojnice 3. Prenosni odnos reduktora uređaja približno je jednak jedinici. Elektromotor pužnog reduktora, kod koga je vratilo pužnog zupčanika spojeno sa vratilom reduktora uređaja, na kome je postavljen zupčanik sa manjim bro-

jem zubaca, dovodi u obrtanje sa supersinhronom brzinom elektromotor drugog reduktora, koji ima ulogu kočionog generatora.

Kočioni uređaj za ispitivanje pužnih prenosnika sa frikcionom spojnicom

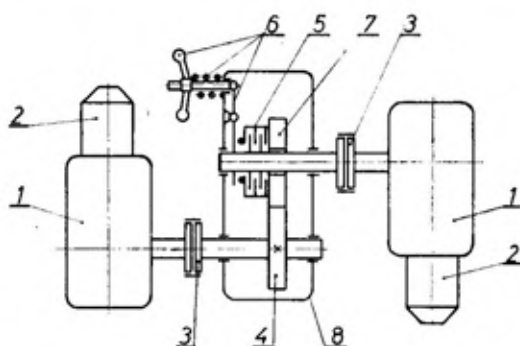


Sl. 2 — uređaj sa kočionim generatorom

com sa malim proklizavanjem prikazan je na slici 3. Sporohodna vratila dva istovetna ispitivana pužna reduktora 1, povezana sa elektromotorima 2 preko prirubnica, spojena su spojnica 3 sa jednostepenim cilindričnim reduktorom 8. Prenosni odnos cilindričnog zupčastog reduktora je približno jednak jedinici. Zupčanik 4 se dovodi u obrtanje neposredno preko levog reduktora, a zupčanik 7 desnim reduktorom, preko frikcijske spojnice sa diskovima 5. Pri jednakim brojevima obrtaja elektromotora 2 frikcijska spojica proklizava i vrši ulogu kočnice (samo pri malom proklizavanju). Diskovi spojnice su sabijeni pomoću elastičnog polužno-navojnog mehaniz-

ma 6. Kočioni moment se određuje prema naponu opruge.

Kod uređaja sa zatvorenim kolom opterećenja, opterećivanje ispitivanih prenosnika može se ostvariti prethod-



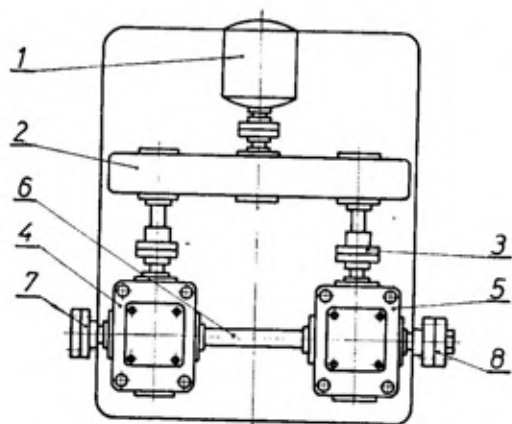
Sl. 3 — Uređaj sa frikcionom spojnicom sa malim proklizavanjem

nim uvijanjem torzionog vratila (slika 4), obrtanjem kućišta pomoćnih cilindričnih ili koničnih prenosnika (slike 5 i 6), aksijalnim pomeranjem puža jednog od dva pužna prenosnika koji obrazuju zatvoreno kolo opterećenja (slika 7), aksijalnim pomeranjem zupčanika sa kosim zupcima pomoćnog cilindričnog prenosnika, koji obrazuje zatvoreno kolo opterećenja, zatezanjem jedne od grana lančanog prenosa, koji zatvara kolo snage dva ispitivana pužno-cilindrična prenosnika. Globoidni pužni prenosnici se, takođe, ispituju na uređajima sa zatvorenim kolom opterećenja (slika 8).

Uređaj sa zatvorenim kolom opterećenja, kod koga se opterećivanje ostvaruje prethodnim uvijanjem torzionog vratila, prikazan je na slici 4. Zatvoreno kolo opterećenja sastoji se iz dva identična pužna reduktora 4 i 5, čija su brzohodna i sporohodna vratila međusobno spojena posredno. Brzohodna vratila su spojena preko spojnica 3 sa dvostepenim cilindričnim

zupčastim reduktorom 2, koji se pokreće elektromotorom 1. Sporohodna vratila su spojena preko torzionog vratila 6, koje je postavljeno unutar šupljih vratila pužnih zupčanika i spojnice 7 i 8. Torziono vratilo se uvija uz pomoć spojnice 7.

Na slici 5. prikazana je šema uređaja za ispitivanje pužnih prenosnika sa zatvorenim kolom opterećenja sa obrtnim kućištem. Zatvoreno kolo obrazuje se spajanjem brzohodnih vratila ispitivanih pužnih prenosnika 1 i 6 sa pogonskim koničnim zupčastim prenosnicima 7 i 8, i sporohodnih vratila preko kompenzacionih spojnica 2 sa uređajem za opterećivanje u vidu cilindričnog zupčastog prenosnika 3.

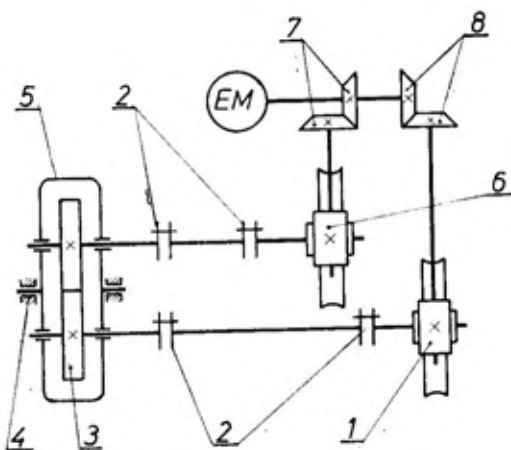


Sl. 4 — Uređaj sa prethodnim uvijanjem torzionog vratila

Opterećivanje se vrši obrtanjem kućišta 5 zupčastog prenosnika 3 oko osovine postavljene na oslonce 4.

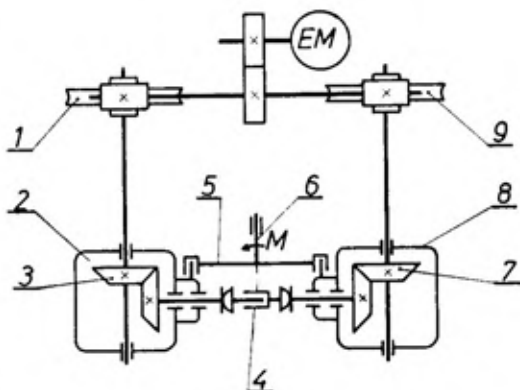
Modifikacija prethodne konstrukcije je uređaj sa dva obrtna kućišta, čija je šema prikazana na slici 6. Zatvoreno kolo se sastoji od dva ispitivana pužna prenosnika 1 i 9, čija su brzohodna vratila međusobno spojena. Njihova sporohodna vratila su spojena sa dva konična zupčasta prenosni-

ka 3 i 7 i kardanskim vratilom 4. Uređaj pokreće elektromotor preko para cilindričnih zupčanika. Opterećivanje se ostvaruje obrtanjem kućišta 2 i 8 koničnih prenosnika oko osa vratila pu-



Sl. 5 — Uređaj sa obrtnim kućištem pomoćnog prenosnika

žnih zupčanika preko poluge 5. Oslonac poluge 6 postavljen je na jednakom rastojanju od kućišta koničnih prenosnika.

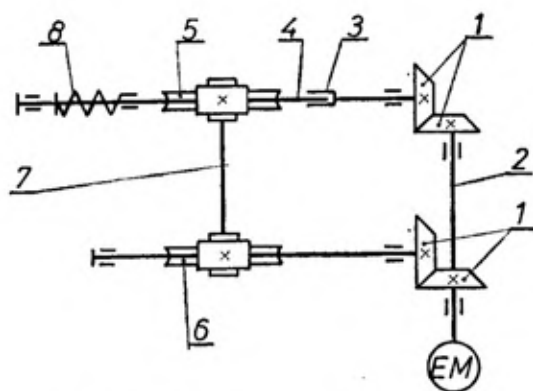


Sl. 6 — Uređaj sa dva obrtna kućišta

Na slici 7 prikazana je šema uređaja sa zatvorenim kolom opterećenja kod koga se opterećivanje ostvaruje aksijalnim pomeranjem puža. Optere-

čivanje uređaja, koji se sastoji od dva pužna prenosnika 5 i 6 sa zajedničkim sporohodnim vratilom 2, ostvaruje se aksijalnim pomeranjem puža pužnog prenosnika 5, što se postiže delovanjem opruge 8. Aksijalno pomeranje puža kompenzuje se pokretnim ožlebljenim spojem vratila 3 i 4.

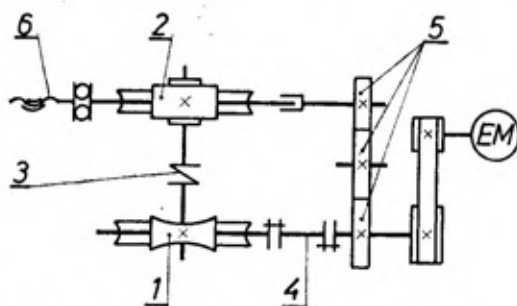
Globoidni pužni prenosnici se, takođe, ispituju na uređajima sa zatvorenim kolom opterećenja. Šema jednog takvog uređaja prikazana je na slici 8. Ispitivani globoidni prenosnik 1 pokreće se elektromotorom preko dinamometra 4, kojim se meri ulazni moment. Ovaj prenosnik je spojen sa pužnim prenosnikom 2 za opterećivanje, preko dinamometra 3 za merenje



Sl. 7 — Uređaj sa opterećivanjem aksijalnim pomeranjem puža

izlaznog momenta. Pužna vratila prenosnika 1 i 2 su spojena preko cilindričnog zupčastog prenosnika 5. Opterećivanje se ostvaruje aksijalnim pomeranjem puža pomoću navojnog vretena 6. Dinamometar 3, kojeg čine dve poluspojnice, koje su međusobno spojene preko osovinica sa oprugama, istovremeno služi i kao elastični element zatvorenog kola. Obrtni moment, kojim se vrši opterećivanje, određuje se prema uglu zaokretanja poluspojnice koja

se fiksira induktivnim davačem, čiji je kalem učvršćen za jednu poluspojnicu, a jezgro spojeno sa drugom poluspojnicom. Dinamometar za merenje ulaz-



Sl. 8 — Uređaj za ispitivanje globoidnih pužnih prenosnika

nog obrtnog momenta, koji se sastoji od torzionog vratila i dve zupčaste spojnice, predstavlja kapacitativni davač ugla obrtanja. Pri relativnom obrtanju poluspojnice, menja se kapacitet davača spojenog sa priborom za registraciju uz pomoć električnog uređaja sa srebro-grafitnom četkicom.

Zaključak

Danas postoji prilično veliki broj različitih konstrukcija uređaja za ispitivanje pužnih prenosnika. To je velika pogodnost, jer ta raznovrsnost omogućava izbor optimalne konstrukcije uređaja za zahtevane uslove ispitivanja.

Za ispitivanje pužnih prenosnika svrsishodna je primena uređaja sa kočnicom (slike 1, 2 i 3) i jednostavnih uređaja sa zatvorenim kolom opterećenja sa predopterećenjem, koje se ostvaruje uvijanjem torzionog vratila (slika 4). Hipoidne i globoidne prenosnike najsvrsishodnije je ispitivati na uređajima sa zatvorenim kolom opterećenja čiji je primer prikazan na slici 8.

Literatura:

- [1] Artoboljevskij, I. I.: Teorija mehanizmov i mašin, Nauka, glavna redakcija fiziko-matematičkoj literaturi, Moskva, 1986.
- [2] Bazanjac, D.: Nauka o čvrstoći, Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
- [3] Vitas, D. J., Trbojević, M. D.: Mašinski elementi III, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [4] Đukić, V., Majstorović, A.: Ispitivanje mašinskih materijala, Naučna knjiga, Beograd, 1986.
- [5] Mijatović, D.: Osvrt na metode ispitivanja zupčastih parova sa promenljivim opterećenjem, Zbornik radova naučno stručnog skupa o zupčanicima i kliznim ležajevima, Zagreb, 1976.
- [6] Oberšmit, E., Jurjević, Z., Opalić, M.: Ispitivanje stožastih zupčanika sa zakrivljenim zupcima (eloidni zupčanici) na zaribavanje i trošenje (habanje), Zbornik radova naučno stručnog skupa, Zagreb, 1976.
- [7] Rešetov, D. N.: Detalji mašin, Mašinstroenije, Moskva, 1989.
- [8] Savić, Z.: Inženjersko mašinski priručnik, elementi mašinskih konstrukcija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1987.
- [9] Tajc, B. A.: Proizvodstvo zubičatih koles, Mašinstroenije, Moskva, 1990.
- [10] Tanasijević, S.: Osnovi tribologije mašinskih elemenata, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [11] Winter, H.: Die wesentlichen einflüsse auf die Tragfähigkeit von Zahnradgetrieben, Dresden, 21—23. November, 1983.



prikazi iz inostranih časopisa

SPECIJALIZOVANO ORUŽJE KALIBRA 9 mm ZA BORBU U URBANIM SREDINAMA*)

Oružani konflikti često se dešavaju u urbanim sredinama. Do tih oružanih sukoba obično dolazi na bliskim rastojanjima i vrlo su intenzivni i brzi. Zbog toga je iniciran razvoj specijalizovanih sistema oružja za borbu u urbanim uslovima.

Policijske snage Rusije naoružane su automatima kalašnjikov AK-74U koji, za ovakve vatrene sukobe, imaju i prevelik domet i preveliku početnu brzinu zrna, pa postoji opasnost da od zalutalih ili rikošetiranih zrna stradaju nedužni ljudi na velikim odstojanjima od mesta sukoba. Automatski pištolji, koji koriste pištoljsku municiju 9 mm, takođe nisu dovoljno efikasni, naročito ako se ciljevi nalaze iza nekog zaklona, kao što su automobili ili telesni zaštitni prsluci a imaju i mali efikasni domet.

Da bi se otklonio ovaj nedostatak u sistemu naoružanja, Ministarstvo unutrašnjih poslova Rusije naručilo je razvoj specijalnih metaka 9 mm SP-5 i SP-6, namenjenih za borbena dejstva

u urbanim sredinama. Za ovu municiju konstruisan je automat 9A-91 malih dimenzija.

Oba nova metka obezbeđuju do-zvučnu brzinu leta na putanji, a to dozvoljava da se na oružja koja ih koriste postavlja prigušivač zvuka (sl. 1).



Sl. 1 — Automat 9A-91 sa prigušivačem zvuka i optičkim nišanom

Bez obzira na male brzine, korišćenje metaka SP-5 i SP-6 omogućuje uništenje ciljeva koji se nalaze u vozilima ili imaju na sebi zaštitni prsluk 2. klase zaštite, na daljinama do 400 m. Energiju

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-decembar 1994.

obezbeđuje znatna masa zrna od 16,2 g, dok se visoko zaustavno dejstvo zrna obezbeđuje kalibrom od 9 mm. Meci SP-5 i SP-6 međusobno se razlikuju u konstrukciji zrna. Metak SP-5 uglavnom se koristi za uništenje žive sile na otvorenom prostoru, a ima zrno u čiju šupljinu je naliveno olovo. Metak SP-6 ima povećano probojno dejstvo, jer ima zrno sa potpuno čeličnim jezgrom. Košuljice oba zrna su bimetalne, kod SP-5 sa zatvorenim oživalnim prednjim delom, a kod SP-6 sa jezgrom koje viri iz košuljice.

Osnovna karakteristika i najvažnija prednost automata 9A-91 su njegove male dimenzije i masa. Veliki stepen kompaktnosti daje ovom oružju nove kvalitete: dimenzije i masa odgovaraju savremenim automatima, a domet i mogućnosti zrna na cilju su na nivou automatskih pušaka.

Rad automatike zasnovan je na principu pozajmice barutnih gasova koji se iz cevi, kroz gasni otvor, odvođe na klip koji potiskuju unazad, zajedno sa nosačem zatvarača, sabijajući jednovremeno povratnu oprugu. Pri hodu nosača zatvarača unazad dolazi do odbravljanja cevi, izvlačenja i izbacivanja prazne čaure, zapinjanja okida-

ča i dovođenja narednog metka iz okvira u liniju za uvođenje u cev. Pod dejstvom povratne opruge nosač zatvarača se vraća u prednji položaj, obrtanjem zatvarača vrši se zabravljivanje cevi uzajamnim dejstvom vodećeg zuba zatvarača sa figurnim kanalom nosača zatvarača.

Mehanizam za okidanje originalne je konstrukcije i omogućuje gađanje jedinačnom paljbom i rafalno. Razdvajač regulatora vatre tipa krilca smešten je zajedno sa osiguračem. Automat je jednostavne konstrukcije, što se povoljno odražava u proizvodnji i eksploataciji.

Na automat se vrlo lako postavlja optički nišan i nišan za noćno gađanje a takođe i prigušivač zvuka koji smanjuje zvuk pucnja na 20 decibela. Zahvaljujući tome, automat se za nekoliko sekundi može preobratiti u snajpersku pušku, a moguće je korišćenje i laserskog pokazivača ciljeva. Okvir automata je kutijastog tipa sa šahovskim razmeštajem metaka. Nišan se sastoji od mušice i zadnjeg nišana koji ima dva položaja: za daljine do 100 i preko 100 m. Rukohvat i kundak su izrađeni od poliamida, dok je okvir metalan. Trzanje oružja pri gađanju

Tabela 1

Uporedne karakteristike automata malih dimenzija A-91

Tip metka i kalibar	SP-5 9 mm	SP-6 7,62 mm mod. 1943.	5,45 mm mod. 1974.	5,56x445 NATO
Početna brzina (m/s)	270	570	670	680
Masa zrna (g)	16,2	7,9	3,42	3,56
Masa punog okvira (kg)	0,67	0,534	0,416	0,436
Nišanska daljina (m)	do 200		do 250	
Masa bez okvira (kg)	1,75			
Masa bez metaka (kg)	1,97			
Brzina gađanja (metaka/min)	700 do 900			
Dimenzije sa sklopljenim kunda- kom (mm)	384,5 x 187 x 44			
Dužina sa izvučenim kundakom (mm)	604			

Tabela 2

Energija zrna na ustima cevi

Tip metka	Energija na ustima cevi (J)
5,7 x 28 mm	500 (na daljini od 10 m)
9 x 19 mm	590
SP-5	1120
5,45 tip 1974. god.	1380
5,56 x 45 mm NATO	1800

kompenzuje se specijalnim oblikom usta cevi.

Konstruisano je nekoliko varijanti automata radi proširivanja sfere njegove upotrebe, a međusobno se razlikuju po korišćenoj municiji. Pored modela 9A-91 postoje varijante za metak model 1943. godine (7,62A-91), za metak model 1974. godine (5,45A-91) i NATO metak (5,56A-91). Ovakvi nazivi municije omogućuju potencijalnom kupcu da odabere automat koji najviše odgovara njegovom interesu i mogućnostima.

P. Marjanović

VIŠECEVNI RAKETNI BACAČ 122 mm PRIMA*)

Prognoza je da će u budućnosti raketna artiljerija izvršavati oko 39% borbenih zadataka dodeljenih artiljeriji u celini i taktičkim projektilima. Pri tome će oko 45% zadataka rešavati višecetni raketni bacači (VRB) sa kalibrima oko 122 mm. Potvrdu o aktuelnosti ove vrste naoružanja nalazimo u činjenici da su njima naoružane OS mnogih zemalja.

Zapaženo mesto među višecetnim raketnim bacačima zauzima četrdesetocetni ruski višecetni raketni bacač 122 mm GRAD, koji se u različitim modifikacijama nalazi u naoružanju

oko 50 zemalja, dok se u naoružanju Rusije nalazi preko 30 godina, tako da su mnoga tehnička rešenja već zastarela. Radi zamene zastarelog višecetnog raketnog bacača GRAD razvijen je novi, istog kalibra, ali poboljšanih mogućnosti, koji je nazvan PRIMA (sl. 1).

Dimenzije i mase ovih sistema i njihovih raketnih projektila razlikuju se tek za neki procenat. Jedinica borbenih vozila sa VRB PRIMA je za 5 do 19 puta manja nego kod sistema GRAD.

Osnovno tehničko rešenje, koje je omogućilo postizanje tako naglog povećanja efikasnosti, sačinjavaju bojne glave koje se odvajaju na završnoj etapi putanje leta i obezbeđuju ugao udara u zemlju od 85 do 90°. Time je postignuto da let parčadi posle rasprskavanja bojne glave bude skoro paralelan sa površinom zemlje, dok kod drugih rasprskavajućih projektila sa malim uglom udara u zemlju veći deo parčadi odlazi ili u zemlju ili u vazduh (sl. 2).

Važna osobina VRB PRIMA je u tome što se smanjivanjem daljine gađanja dimenzije tučene zone ne smanjuju, dok se kod običnih projektila tipa GRAD ona smanjuje nekoliko puta. U bojnoj glavi nove generacije koriste se dve frakcije gotovih parčadi optimiziranih po dimenzijama i masi, koje razbacuje snažna eksplozivna smeša.

Bez obzira na to što je projektilu VRB PRIMA masa eksploziva manja za 1,8 kg, uništavajuća zona udarnog talasa nije manja nego kod projektila VRB GRAD. Projektil može da deluje u dva režima: sa odvajanjem bojne glave i bez odvajanja bojne glave. Pri dejstvu u drugom režimu projektil ima veće probojno dejstvo, pa su mu povećane i mogućnosti za uništavanje ciljeva koji su zaštićeni u rovovima i drugim inženjerskim objektima. Zbog toga se projektil VRB PRIMA smatra univerzalnim, jer ima parčadno polje de-

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-decembar 1994.



Sl. 1 — Višecevni raketni bacač PRIMA

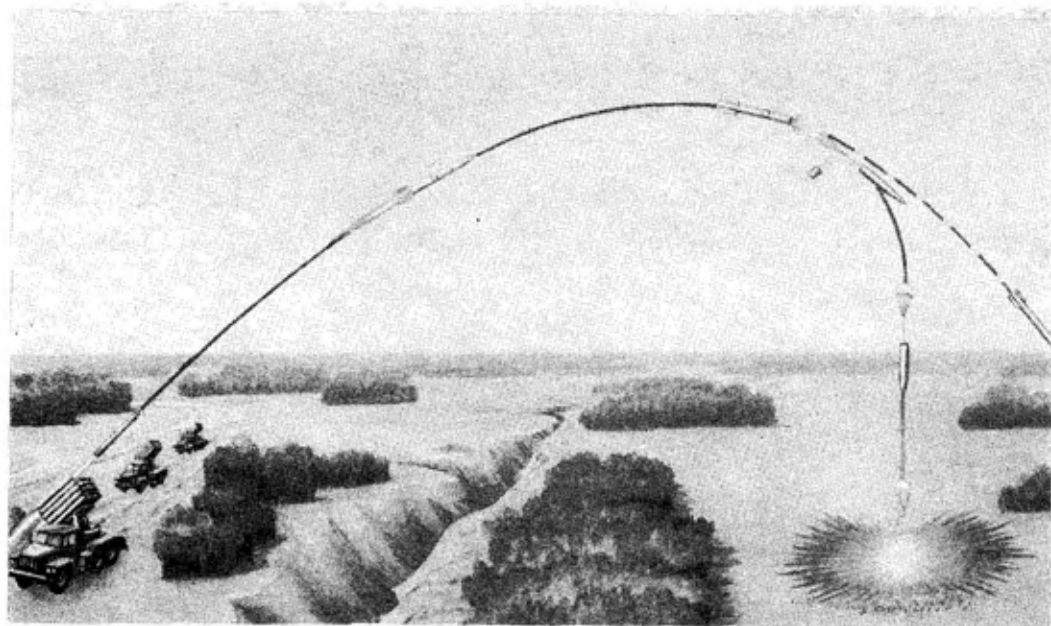
jstva na nivou parčadne kasetne bojne glave, i razorno dejstvo (koje kasetni projektili nemaju), tako da ovaj projektil, u stvari, zamenjuje dva.

Projektil VRB PRIMA ima automatizovani distanciono-kontaktни upaljač čiji se režim rada određuje iz kabine borbenog vozila. Projektil nema kočione prstenove. Vreme zadržavanja borbenog vozila na vatrenom položaju je skraćeno za 4 do 5 puta, čime je poboljšana žilavost vozila u kontrabaterajućoj borbi.

Promene u dometu sistema obezbeđuju se zajedničkim uzajamnim iz-

balansiranim izmenama elevacije i vremenskog podešavanja upaljača za odvajanje bojne glave. Ovo rešenje obezbeđuje znatno veću verovatnoću uništenja ciljeva koji se nalaze na suprotnim padinama zemljišta i u drugim skloništima.

Za povećanje gustine vatre u sistemu PRIMA realizovana je veća brzina gađanja. Vreme potrebno za ispaljivanje salve od 50 projektila iznosi 30 s. Mada je domet sistema PRIMA uporediv sa dometom sistema GRAD, postoje i tehnička rešenja kojima se domet povećava do 35 km.



Sl. 2 — Princip dejstva raketnog projektila sistema PRIMA na putanji do cilja

Pored vozila za VRB i projekteile, sistem PRIMA ima i vozilo za transportovanje — punjenje TZM, sa stelažama i gredom sa uređajem koji olakšava punjenje borbenog vozila mehanizovanjem celog procesa, a olakšava i samopunjenje projektilima sa zemlje. Prethodni VRB GRAD nije imao ova svojstva. Borbeni komplet koji se prevozi na vozilu TZM sadrži 50 raketnih projektila, a vreme punjenja iznosi 16 minuta.

Borbeno vozilo sa VRB i vozilo za transport i punjenje TZM postavljeni su na istu šasiju na točkovima URAL-4320 sa pogonskim dizel-motorom, a pouzdano dejstvuju u temperaturnom dijapazonu od -50°C do $+50^{\circ}\text{C}$.

Priprema za gađanje i upravljanje vatrom dijapazona i baterije VRB PRIMA vrši se pomoću automatizovanog sistema za upravljanje vatrom koji je povezan sa automatizovanim sistemom za komandovanje. Smeštaj svih sredstava za upravljanje vatrom, uključujući i računar, u vozilo za upravljanje

vatrom, omogućio je da vozila sa VRB imaju jednostavnu konstrukciju, čime je smanjena njihova cena, bez umanjivanja vatrene mogućnosti divizionu ili baterije u celini.

Dijapazon izvršavanja borbenih zadataka VRB PRIMA može biti proširen uvođenjem u borbeni komplet projektila drugih tipova. Za ove potrebe izrađeni su projektili za protivoklopno i protivpešadijsko miniranje zemljišta daljinskim putem, a takođe i dimni projektili. U prva dva pomenuta nova projektila sa kasetnim bojnim glavama, smeštene su 3 univerzalne protivoklopne mine ili 5 parčadnih protivpešadijskih mina sa daljinskim aktiviranjem. Za miniranje 1 km fronta, na nivou uništenja 30%, potrebna su dva, odnosno jedno borbeno vozilo sa VRB.

Delom plotuna VRB sa jednog vozila može se stvoriti kilometarska dimna zavesa, neprovidna u optičkom i IC spektru, tako da omogućava prikriveno kretanje tenkovskih ili mehanizovanih jedinica. Stečena iskustva omo-

gućavaju izradu raketnih projektila sa elementima vođenja na završnom delu putanje. Ovi projektili mogu da odabiraju oklopne ciljeve i uništavaju ih udarom u najosetljiviji deo — krovnu ploču.

P. Marjanović

USAVRŠAVANJE SREDSTAVA ZA PRELAZ PREKO VODENIH PREPREKA*)

— nastavak —

Vučna vozila za polaganje mostova

Ova vozila manje se koriste od jurišnih mostova iako imaju veliku prednost — za njih nije potrebna specijalna samohodna baza. Prevoz i polaganje mosta može se obaviti pomoću bilo kojeg borbenog ili transportnog vozila koje ima odgovarajuću snagu. Primeri ovakvih mostova su LAB i TLB koji se razvijaju u SAD.

Most LAB (Light Assault Bridge) razvija se za snage za brze intervencije sa korišćenjem lakih borbenih vozila koja se mogu prevoziti vazdušnim putem. Zbog toga je nosivost mosta ograničena do klase 30. Mosna konstrukcija je demontažna, trodelna, smeštena na specijalnu dvoosovinsku prikolicu sa priborom za polaganje. Može da premosti prepreke širine do 23 m. Pri razvoju ove mosne konstrukcije koristili su se materijali i tehnologija koji se koriste za izradu vazduhoplova, čime je dobijena laka konstrukcija velike čvrstoće. Pribor za polaganje ove mosne konstrukcije dobija pogon od dizel-motora, a upravljanje procesom polaganja mosne konstrukcije vrši se neposredno sa prikolice ili daljinskim putem. Kao vučno vozilo može da posluži tenk, borbeno vozilo za evaku-

aciju, borbeno vozilo pešadije, univerzalno inženjersko vozilo M9 ili teški kamion. U toku nekoliko poslednjih godina KoV SAD je nastavila ispitivanja i usavršavanje probnih primeraka mosta. Planirano je da se nabavi ukupno 125 jedinica koje će ući u sastav manjih inženjerskih jedinica (od voda do bataljona), lakih pešadijskih divizija i brigada (po 4 kompleta u svakoj).

Most TLB (Trailer Launched Bridge) razvija se za potrebe mornaričke pešadije. Predviđen je za prelaz vozila do klase 70, a može da premosti prepreke širine do 23 m. Kao baza (nosač) služi dvoosovinska prikolica sa priborom za polaganje i sa dva dizel-motora snage po 25 kW za pogon hidrauličkog i električnog sistema. Ovaj most može da vuče bilo koje vozilo — tenk, borbeno vozilo za remont i evakuaciju ili teški kamion. Upravljanje polaganjem mosta i demontiranjem obavlja se neposredno sa prikolice ili vučnog vozila.

Most TCP (Francuska) najjednostavnija je varijanta jurišnog mosta koji se razvija za potrebe KoV Francuske. Predstavlja kolotražnu (kolovoznu) konstrukciju montažno-demontažnog sistema koji je predviđen za prelaz vozila klase 65, i za premošćavanje prepreka širine do 12 m (prema oceni francuskih vojnih stručnjaka takve prepreke sačinjavaju 80% svih prepreka takve vrste na evropskom vojištu). Do prepreke ovaj most vuče inženjerski tenk EBG, a polaganje se obavlja pomoću dizalice koja je ugrađena na tenku. Na prikolici se most pričvršćuje pomoću specijalnih stega. Upravljanje polaganjem mosta vrši se neposredno iz vučnog vozila.

Polagač mosta LEGUAN (Nemačka) predviđen je za opterećenja klase 60, za prelaz vozila preko vodenih prepreka van zona vatrenog deistva neprijatelja. Dobre karakteristike ovog mosta, kao što su velika pokretljivost, znatna širina premošćavanja za prelaz bor-

*) Prema podacima iz časopisa *Зарубежное военное обозрение*, 9/1994.

benih vozila svih tipova i originalnost pribora za polaganje privukle su pažnju stručnjaka mnogih zemalja. Predviđeno je korišćenje uspešnih konstrukcionih rešenja mosta i pribora za njegovo polaganje u daljem razvoju različitih varijanti polagača mosta.

Ovaj polagač mosta predstavlja modernizovano vozilo (8x8) velike prohodnosti na kojem je postavljena dvodelna kolotražna mosna konstrukcija sa priborom za polaganje. Sva četiri kolotražna segmenta uzajamno su zamenjiva. Dužina svakog je 13 m, a masa 2,5 t. Pri polaganju mosta, sa mogućnošću premošćavanja prepreka širine do 25 m, vozilo prilazi obali vožnjom unazad i izvlači noseću gredu sa osloncem na dužinu od 7,5 m. Zatim se podiže gornja polovina mosta, a donja se gura napred. Obe polovine se sklapaju i polažu preko prepreke. Proces polaganja mosta je automatizovan.

Modernizovana varijanta ovog mosta (klasa nosivosti do 70) ispituje se za potrebe KoV SAD. Nemački proizvođač je, zajedno sa jednom francuskom firmom, usavršio ovaj most, konstruišući vozilo LOGUAN.

Polagač mosta LOGUAN (Nemačka i Francuska) razvijen je 1992. godine na bazi kamiona (8x8) nemačke firme »Mercedes Benz«. Od svoga prethodnika razlikuje se po tome što prepre-

ci prilazi prednjim delom i pomera konstrukciju mosta preko kabine vozila. Vozilo ima oklopnu zaštitu i sistem za kolektivnu zaštitu od hemijskog i bakteriološkog oružja. Maksimalna širina premošćavanja je 25 m, a klasa nosivosti mosta 70. Ovaj polagač mosta ima i jedan veliki nedostatak — uvećana masa ne dozvoljava da ga koriste snage za brze intervencije. Masa šasijske vozila je 33,3 t, a mosne konstrukcije 10,2 t što čini ukupnu masu od 43,5 t.

Tehničke karakteristike ovih mehanizovanih mostova date su u tabeli 1.

Pešački mostovi

Vojni stručnjaci mnogih zemalja razrađuju jurišne pešačke mostove za prelazak pešadije kada se ona nalazi izvan vozila. Ovi mostovi sklapaju se i polažu preko prepreka ručno. Nalaze se u fazi razvoja, a odlikuju se ograničenim brojem tipiziranih elemenata od lakih materijala, jednostavnošću i brzinom montaže. Pomoću ovakvih mostova mogu se praviti i prelazi preko ulica u uličnim borbama u naseljenim mestima. Osnovni podaci za tri takva mosta dati su u tabeli 2.

Tabela 1

Osnovni podaci mehanizovanih mostova

Model	Zemlja	Osnova	Masa (t)	Klasa nosivosti	Dimenzije (m)	Širina prep. (m)	Vreme polag. (min)	Brzina (km/h)
LAB	SAD	prikolica	8,2	30	8,4x2,8x2	23	5	60
TLB	SAD	prikolica	17,8	70	11,9x3,8x1,4	23	—	—
Leguan	Nemačka	kamion	33	60	13,4x4x3,9	24	5	70
Loguan	Nemačka i Francuska	kamioni	43,5	70	12,7x4x3,4	25	7	90
TCP	Francuska	inženjerski tenk EBG	6*)	65	9,5x2,5x3,7*)	12	—	—

*) Masa i dimenzije mosta sa prikolicom

Osnovni podaci pešačkih mostova

Model	Zemlja	Maksimalna dužina (m)	Posluga (članova)	Vreme polaganja (minuta)	Primedba
	Nemačka	20	4	30	Klasa nosivosti 8. Konkursni razvoj 4 varijante traje od 1992. godine.
PML	Engleska	36	5	10 do 15	Ima 18 sekcija dužine 2 m od aluminijuma. Prevozi se na kamionu od 4 t.
SPB-36	Izrael	36	3	10	Ima 9 sekcija dužine po 4 m i mase po 40 kg.

Mostovi sa čvrstom potporom

Ovi mostovi mogu da budu jednorasponski i višerasponski, a namenjeni su za potrebe drugih ešelona trupa za izradu prelaza preko vodenih prepreka i za neprekidno snabdevanje isturenih jedinica, što obezbeđuju pozadinske jedinice. U većini slučajeva oni se polažu umesto ranije demontiranih jurišnih mostova koji se premeštaju napred u borbenom poretku, a i umesto razorenih stalnih mostova.

Prema podacima vojnih stručnjaka, za obezbeđivanje neprekidnog dejstva savremene divizije treba joj svakodnevno doturiti preko 1000 t raznih predmeta snabdevanja. Za taj vremenski period dužina saobraćajnica može se povećati za 50 km.

U OS mnogih zapadnih zemalja koriste se, uglavnom, dve varijante mosne opreme — engleski srednji gredični most MGB i nekoliko tipova mosta BEJLI engleske ili američke proizvodnje. Glavni nedostaci ovih mostova su složenost konstrukcije, obiman i dugotrajan posao ručnog sklapanja. Pojavljuju se podaci da se u mnogim zemljama radi na razvoju ispitnih primera mosne opreme, koja zahteva minimum utroška snaga i vremena za po-

laganje. Dobre karakteristike postižu se preduzimanjem sledećih mera:

- potpuna automatizacija svih operacija sklapanja i polaganja mosta, praktično isključuje težak manuelni rad;

- primena modularne konstrukcije koja se sastoji od gotovih segmenata i sekcija mosta koji se brzo međusobno sastavljaju;

- korišćenje novih materijala velike čvrstoće (uključujući i kompozitne materijale) koji u kombinaciji sa novim konstrukcionim rešenjima omogućuju izradu lakih mosnih elemenata za premošćavanje širih prepreka.

Američki most HDSB (Heavy Dry Support Bridge) spada u teške mostove koji treba da zamene već postojeće »bejli«, MGB i M4T6 koji se nalaze u opremi već dugo. Most se razvija u okviru programa BR90 prema sledećim taktičko-tehničkim zahtevima:

- klasa nosivosti, za vozila na gusenica iznosi 70, a za vozila na točkovima 100, tako da će preko njega moći prelaziti perspektivni tenkovi M1A2;

- maksimalna dužina raspona 45 do 50 m (kasnije usvojeno 46 m);

- prevozna sredstva — tri kamiona sa prikolicama;

— posluga za montažu i demontažu 10 ljudi;

— vreme za polaganje prelaza preko vodene prepreke 75 do 95 minuta.

Bilo je planirano da realizacija ovog programa počne 1994. godine, a da se do tada sprovedu šestomesečna ispitivanja pojedinih primeraka i prema njihovim rezultatima koriguju taktičko-tehnički zahtevi.

Nemački most DoFB nedavno je uveden u naoružanje OS Nemačke. Razvoj ovog mosta započet je 1987. godine, a opitna varijanta imala je sledeće karakteristike:

- maksimalni raspon 45,9 m;
- klasa nosivosti 60;
- posluga za polaganje 5 ljudi;
- vreme za polaganje oko 60 minuta;

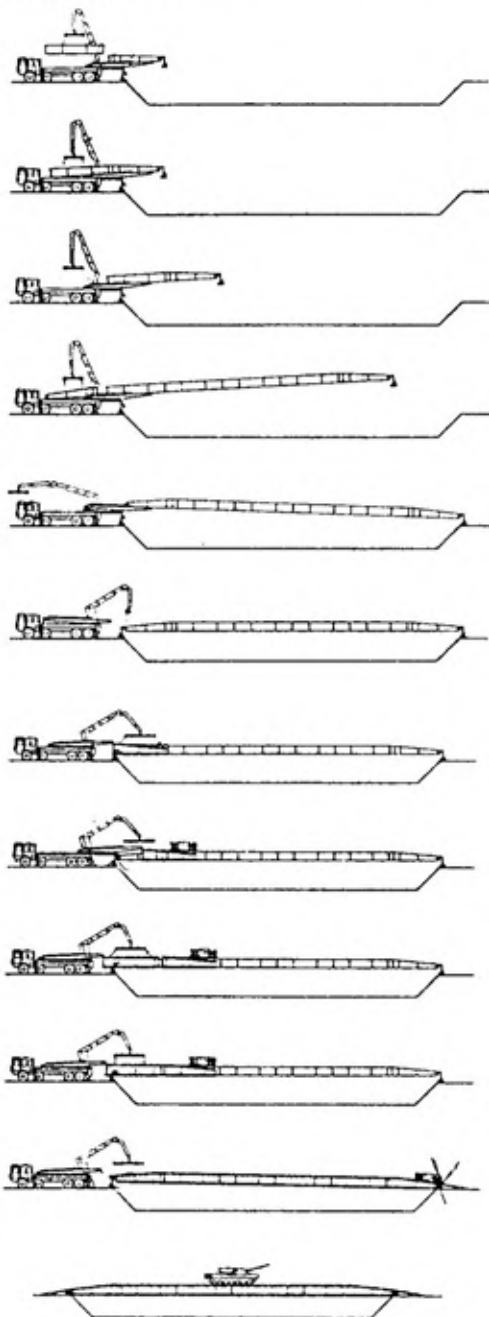
— postojanje neprekidnog propusnog dela širine 4,4 m;

— ukupne dimenzije transportera, zajedno sa segmentom mosta, iznose 11 m x 2,8 m x 3,9 m;

— korišćenje modularnog principa u konstrukciji koji će omogućiti da se iz gotovih segmenata sastave mostovi dužine 13,9; 20,3; 26,7; 33,1; 39,5 i 45,9 m.

Osnovu mosnog kompleta sačinjavaju mosni segmenti, segmenti rampe i segmenti pomoćne grede. Za njihovu izradu koriste se lake legure aluminijuma i kompozitni materijali. Segmenti mosta i rampe predstavljaju dve kolovozne grede kutijastog preseka koje su zglobno povezane sa međukolovoznom pločom. U položaju za transport kolovozne grede okrenute su za 90 stepeni i smeštene ispod međukolovozne ploče. Kada se pomoću kрана podigne blok, grede zauzimaju vertikalni položaj, formirajući gotovu sekciju mosta, dok se pomoćna greda sastavlja od segmenata kutijastog preseka i prebacuje na suprotnu obalu prepreke (sl. 1). Kao zadnji polaže se segment rampe na polaznoj obali. Međusobni spoj segmenata u krutu konstrukciju obavlja se automatski.

Za ovaj mosni komplet potrebno je šest vozila: pet vozila sa formulom točkova 6x6 i jedno 8x8 sa kranom za sklapanje mosta.



Sl. 1 — Redosled polaganja probnog mosta DoFB

Most TMB (V. Britanija) konstruisan je prema programu BR90 i nalazi se u fazi ispitivanja kod naručioca. U sastav mosta uključeni su mosni elementi dužine 8 m, 4 m i 2 m i elementi za rampe dužine 8 m. To je dovoljno za sklapanje jednorasponskih mostova dužine od 16 do 32 m, koji se prevoze na kamionu 8x8 visoke prohodnosti. Sklapanje i polaganje mosta obavlja se pomoću automatizovane opreme. Tu spadaju kran ugrađen na vozilu i pribor za polaganje sa pomoćnom (nosećom) gredom kutijastog preseka. U toku polaganja mosta ova greda, koja se sklapa od pojedinačnih sekcija, polaže se na prepreku, posle čega se po njoj donose segmenti za rampe i mosne sekcije koje se međusobno automatski spajaju. Posle polaganja druge rampe, noseća (pomoćna) greda se uklanja. Komplet se može iskoristiti na drugom delu mosnog prelaza preko vodene prepreke, kako za polaganje, tako i za demontiranje položnog mosta. Takođe, postoji dodatni komplet opreme za sklapanje dvorasponskog mosta sa međupotporom, bilo čvrstom ili pontonskom. Sa čvrstom potporom dužina mosta je 60 m, a sa pontonskom 62 m. Za prevoz mosne opreme potrebna su dva dopunska kamiona.

Švedski most FB48 nalazi se u fazi razvoja na osnovu taktičko-tehničkih

zahteva KoV po programu »Brzi most - 2000« za zamenu zastarelih stranih i sopstvenih mostova. Pretpostavlja se da će biti na raspolaganju oprema za jednorasponske mostove (dužina 50 m, vreme polaganja 1h) i dvorasponske (do 100 m, 2 časa). Oba su za nosivost klase 70.

Most se sastoji od gotovih sekcija mase 5,5 t i dimenzija 8 m x 4 m x 2,5 m, izrađenih od čelične ploče debljine 5 mm, velike čvrstoće. Pri sklapanju mosta, ove sekcije se postavljaju na prethodno položenu pomoćnu gredu preko prepreke, i jedna za drugom se guraju napred pomoću hidrauličkog uređaja koji dobija pogon od dva dizel-motora snage po 36 kW.

Planirano je bilo da se ispitivanja jednorasponskog mosta završe do kraja 1993. godine, a da se 1995. godine njime opreme mehanizovane brigade nove organizacije. Predviđa se da bi dvorasponski mostovi ušli u opremu 1998. godine.

Tehničke karakteristike mostova na čvrstim potporama date su u tabeli 3.

Pontonski parkovi

Za prelaz preko vodenih prepreka jedinice su snabdevene običnim ili samohodnim pontonskim parkovi-

Tabela 3

Osnovni podaci za mostove na čvrstim potporama

Model	Zemlja	Klasa nosivosti	Dužina (m)	Širina kolov. (m)	Posluga (članova)	Vreme polaganja (min)	Transportna sredstva	
							vrsta	broj
HDSB	SAD	70	46	4	10	75—95	kamion sa prikolicom	3
DoFB	Nemačka	60	45,9	4,4	5	60	kamion 15 t	6
TMB	Engleska	70	16do32*)	4	10 ; 45	30 ; 45	kamion 8 x 8	2
FB48	Švedska	70	50	4	16	60	—	—

*) Dvorasponski

ma od kojih se polažu pontonski mostovi ili se opremaju skelski prelazi. Savremeni obični parkovi odlikuju se jednostavnošću i brzinom organizovanja prelaza. Ovakvi parkovi postoje u SAD i Nemačkoj, a prodati su i mnogim drugim zemljama. U toku njihovog usavršavanja povećavaju se mogućnosti i pouzdanost desantnih i skelskih mesta prelaza preko vodenih prepreka. Tako se u SAD, umesto formacijskog taktičkog pontonskog parka RB (Ribbon Bridge), razvija njegova poboljšana varijanta IRB sa sledećim karakteristikama:

— omogućavajuće pouzdan prelaz borbenih vozila i tereta klase 70, pri brzini rečnog toka od 3,2 m/s (umesto 2,4 m/s kod RB) na račun izmene oblika oboda prednjeg dela pontona;

— biće osposobljen za polaganje pontonskog mosta pri visini obala do 2 m, zahvaljujući povećanju dužine rampi;

— imaće veću otpornost u slučajevima probijanja, radi čega će članci pontona biti napunjeni penastom materijom radi nepotopljivosti;

— za prevoz će se koristiti novi transporteri mase 10 t na šasiji kamiona (8x8) velike prohodnosti M985, jer su formacijski kamioni od 5 t nedovoljni;

— spojna mesta članaka omogućivaće da se koriste novi članci zajedno sa člancima parka RB.

Radovi na modernizaciji parka traju od 1988. godine na konkursnoj osnovi, uz učešće i nemačkih firmi koje su za potrebe OS Nemačke razvile

Tabela 4

Osnovni podaci za pontonske parkove

Model	Zemlja	Klasa nosivosti	Dužina (m)	Širina kolov. (m)	Posluga (članova)	Vreme polaganja (min)	Napomene
obični							
IRB	SAD	70	—	4,1	—	60	Prevozi se na modernizovanim transporterima M985 (8x8)
FS 2000	Nemačka	70	135	4,1	—	60	Propusna moć 200 vozila/čas (dozvoljena brzina reke 3,5 m/s)
PFM mod F1	Francuska	70	100	4	45	45	Sastoji se od 10 članaka sa vanbrodskim motorom snage 55,2 kW
samohodni							
M3	Nemačka	60	100	4,7	posada 2 do 3	30	U kompletu 8 vozila, brzina na kopnu 75 km/h, a na vodi 12 km/h. Propusna moć 250 vozila/čas.
EFA	Francuska	70	—	4,2	4		Brzina vozila na kopnu 70 km/h a na vodi 12 km/h

svoju varijantu — FSB 2000. To je usavršenija varijanta postojećeg parka FSB.

Pontonski park M3 (Nemačka) sačinjavaju amfibijska vozila sa elementima gornjeg postroja. Sastavljaju se na vodi stvarajući pontonski most ili skelu nosivosti klase 60. Novi pontonski park M3 zamenjuje postojeći M2. Kod novog parka povećana je dužina mosnih sekcija, pa je za polaganje pontonskog mosta dužine 100 m potrebno osam vozila (kod parka M2 — 12 vozila), a za terete klase 70 skela se formira sa dva vozila (umesto ranije tri).

Pontonski park M3 ispituje se u Velikoj Britaniji i Nemačkoj, a opremanje jedinica očekuje se 1995—1996. godine. Nemačkoj je potrebno 130, a Velikoj Britaniji 70 jedinica ovog pontonskog parka.

Pontonski park EFA (Francuska) zamenjuje samohodni park ZILUA koji je razvijen pedesetih godina. Vozila novog pontonskog parka izrađena su po istoj šemi, ali su čvršća, pouzdanija i jednostavnija. Pontonski mostovi predviđeni su za klasu opterećenja 70 i za bezbedno korišćenje pri brzini rečnog toka do 3 m/s. Ovaj park ušao je u proizvodnju 1988. godine i već se nalazi u opremi jedinica. Za potrebe OS Francuske naručeno je 70 vozila.

Osnovni podaci za pontonske parkove dati su u tabeli 4.

P. Marjanović

OKLOPNI TRANSPORTER BTR-80 I NJEGOVE MODIFIKACIJE*)

Oklopni transporter na točkovima mogu da doprinesu poboljšavanju borbenih mogućnosti OS. Oni se koriste ne samo za prevoženje pešadijskih jedinica na bojištu, već i za izviđačke

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-decembar 1994.

zadatke, zadatke borbenog osiguranja i patroliranja, prevoz vojnih tereta, vuču artiljerijskih oruđa i minobacača, kao sanitetska i štabna vozila, pokretne radio-stanice, vozila za tehničku pomoć, remontne radionice, itd. U nizu slučajeva oklopni transporter mogu vatrom da podržavaju pešadiju koja dejstvuje u borbenom poretku. Oklopni transporter BTR-80 proizvodi se od 1986. godine, a zamenio je ranije proizvedene oklopne transportere BTR-60PB i BTR-70.

Oklopni transporter BTR-80 ima 4 pogonska mosta, 8 pogonskih točkova, nezavisno elastično oslanjanje i uređaj za kretanje na vodi. Ovaj oklopni transporter je u stanju da prati tenkove, iz pokreta savlađuje rovove, vodene prepreke i iskopane zaklone. Ima 10 sedišta za smeštaj članova posade.

Vozilo ima ugrađen sistem za kolektivnu zaštitu posade od udarnog talasa i prodirućeg zračenja pri nuklearnim eksplozijama, od radioaktivne prašine, bioloških i hemijskih sredstava kada se vozilo koristi na kontaminiranom zemljištu.

Vozilo je naoružano kupolnim mitraljezom za borbu protiv ciljeva na zemlji i u vazдушnom prostoru na malim visinama na daljinama do 2000 m. U kupolu su ugrađeni mitraljez kalibra 14,5 mm KPVT i sa njime spregnuti mitraljez 7,62 mm PKT, sa uglovima gađanja po horizontali od 360°, a po elevaciji od +60°C do -4°. Za osvetljavanje zemljišta i objekata na koje se otvara vatra, na konzoli mitraljeza se nalazi reflektor OU-3GA2M. Za postavljanje dimnih zavesa radi maskiranja vozila, na kupoli je postavljeno 6 bacača dimnih bombi 2D6.

Za pogon vozila i obezbeđenje velike pokretljivosti ugrađen je dizel-motor KamAZ-7403 sa turbokompresorom sa pogonom na svih osam točkova, sa njihovim nezavisnim torzionim elastičnim oslanjanjem, velikim klirensom i centralizovanim sistemom za održavanje pritiska u pneumaticima točkova.

Motor je V-konstrukcije sa 8 cilindara, i maksimalnom snagom od 191 kW pri 2600 min⁻¹ i maksimalnim obrtnim momentom od 785 Nm pri 1600 do 1800 min⁻¹.

Od 1993. godine oklopni transporter se isporučuje sa motorom JaMZ-238M2 koji ima iste karakteristike.

Tabela 1

Osnovne karakteristike oklopnog transportera BTR-80

Masa (t)	13,6
Kapacitet (ljudi)	10
Dimenzije (mm):	
— dužina	7650
— širina	2900
— visina	2410
Maksimalna brzina (km/h):	
— na putu sa tvrdom podlogom	90
— na vodi	10
Autonomija vožnje putem (km)	600 do 800
Tip motora	KamAZ-7403
Snaga motora (kW)	191
Naoružanje — kalibar (mm):	
— mitraljez	14,5
— spregnuti mitraljez	7,62
Sredstva za vezu (tip):	
— UKT radio-stanica	R-163-50U
— UKT prijemnik	R-163-UP
Oklopna zaštita	protiv zrna

Zahvaljujući konstruktivnim karakteristikama BTR-80 može nastaviti vožnju sa jednim ili dva oštećena točka. Do oštećenja ne dolazi kada vozilo nagazi protivpešadijsku minu, a kako su pokazala iskustva iz Avganistana, pri eksploziji protivoklopne mine u većini slučajeva vozilo može da nastavi vožnju, jer energija eksplozije obično oštećuje 1 od 8 točkova.

Centralizovani sistem za održavanje pritiska u pneumaticima točkova i njegovo podešavanje omogućuje vozaču da, u zavisnosti od uslova kretanja, podešava odgovarajući pritisak, čime obezbeđuje niski specifični pritisak na tlo, a time i visoku prohodnost po bespuću koja se može ravnati sa prohodnošću vozila na gusenicama. Na točkove BTR-80 postavljaju se pneumatici otporni na proboj zrna KI-80 ili KI-126, koji vozilu omogućavaju kretanje još nekoliko stotina kilometara nakon višekratnog probijanja zrnima svih oružja manjeg kalibra, čak i bez pritiska vazduha u njima.

Oklopni transporter BTR-80 ima ugrađen čekrk za samoizvlačenje koji je smešten u prednjem delu tela vozila sa vučnom silom 43,1 do 60 kN. Ova sila može se udvostručiti korišćenjem koturače.

Predstartni grejač motora poboljšava borbenu gotovost u uslovima sniženih temperatura okoline, mada konstrukcija motora i njegovih sistema obezbeđuje puštanje u rad bez prethodnog zagrevanja do -25°C. Poluautomatski protivpožarni sistem za motorno odeljenje i dva CO₂ protivpožarna aparata u borbenom odeljenju poboljšavaju žilavost oklopnog transportera.

Zahvaljujući postojanju 4 otvora na krovu vozila i dvokrilnim vratima sa obe bočne strane, posada i desantno odeljenje mogu brzo da uđu i napuste vozilo. Donje krilo vrata posle otvaranja obrazuje papuču, tako da se ulazak i iskrccavanje mogu obaviti i u pokretu vozila.

Smatra se da je oklopni transporter BTR-80 na nivou najboljih svetskih transportera, a po nekim karakteristikama ih i prevazilazi. Ta preimućstva su:

— uspešniji razmeštaj puškarnica za korišćenje ličnog naoružanja ukrcnog dela posade što povećava borbene mogućnosti oklopnog transportera. Sedam puškarnica na bočnim stranama

vozila može se okretati po pravcu. Jedna je ugrađena u čeonom delu tela vozila (pravo po pravcu), a dve na krovu (obebeđuju gađanje ciljeva koji se nalaze u vazдушnom prostoru). Iz dve puškarne može se gađati mitraljezima;

— puškarne imaju loptasta ležišta koja omogućavaju gađanje iz vozila bez narušavanja hermetizacije borbenog odeljenja, čak i na kontaminiranom zemljištu, jer uređaj za filtriranje i ventilaciju dovodi čisti vazduh u borbeno odeljenje;

— čeona projekcija tela vozila obebeđuje zaštitu posade ne samo od automata 7,62 mm već i od mitraljeza 12,7 mm;

— oklopni transporter BTR-80 ima uređaj koji sprečava kretanje vozila unazad pri zaustavljanju i kretanju na nagibu, i znatno olakšava rad vozača pri kretanju iz mesta na usponu;

— oklopni transporter može iz pokreta da savlađuje vodene prepreke bez posebne pripreme, a zahvaljujući vodomlaznom motoru dobro se kreće po plićacima i vodenim površinama obraslim vegetacijom, jer se ovakav motor, za razliku od propelernih, ne oštećuje.

Oklopni transporter BTR-80 može se prevoziti svim vrstama kopnenog, pomorskog i vazdušnog saobraćaja.

Na bazi ovog oklopnog transportera razvijena je serija vozila, uključujući komandno BTR-80K, vozilo sa topovsko-mitraljeskim naoružanjem BTR-80A, samohodno artiljerijsko oruđe 2C23 NOVA SVK (Vojnotehnički glasnik 5/1994), unificirana šasija UNŠ, oklopno vozilo za remont i evakuaciju (BREM), oklopno sanitetsko vozilo BMM i druga.

Komandni oklopni transporter BTR-80K omogućava da komandant motorizovanog pešadijskog bataljona može iz njega da komanduje potčinjenim jedinicama i da održava vezu sa komandantom (štabom) puka.

Vozilo BTR-80K ima sedišta za 3 člana posade i 3 oficira sa pripadaju-

ćom opremom. Za razliku od osnovnog vozila BTR-80, ono ima dve UKT stanice R-163—50U, teleskopski jarbol visine 11 m, sa antenskim uređajem za produženje dometa sredstava za vezu, dve UKT radio-stanice R-159 koje se iznose iz vozila, navigacijski uređaj TNA4-6 sa indikatorskom planšetom. Planšeta predstavlja računarski sistem i namenjena je za automatsko određivanje koordinata objekata, ugla pravca objekta, razlika koordinata pozicije cilja i koordinata odredišta, položaja objekta na topografskoj karti zemljišta. Radna mesta oficira imaju opremu koja im omogućuje izvršavanje postavljenih zadataka, kako na mestu, tako i za vreme kretanja vozila.

Modifikacije oklopnog transportera BTR-80

Glavna razlika između BTR-80 i BTR-80A je u tome što je ojačano vatreno naoružanje, tako da nova modifikacija ima ugrađen automatski top 30 mm 2A72 i spregnuti mitraljez 7,62 mm PKT, čime su povećane vatrene mogućnosti modifikovane varijante (sl. 1).

Standardizovana šasija UNŠ razvijena je kao opšta osnovna šasija za komandno-štabna vozila, vozila za upravljanje vatrom, radarske stanice, pokretne centre za vezu različitih elemenata komandovanja, itd.

U vozilu je moguća naknadna ugradnja najrazličitije opreme bez dorade šasije. Predviđena je ugradnja autonomnog električnog agregata za napajanje električne opreme kada vozilo nije u pokretu. U odnosu na oklopni transporter BTR-80 povećane su dimenzije borbenog odeljenja radi smetanja veće količine opreme i prevoženja različitih vojnih tereta.

Oklopno vozilo za remont i evakuaciju BREM namenjeno je za evakuaciju i opravku oštećenih vozila, a i za tehničko održavanje oklopnih transpor-



Sl. 1 — Oklopni transporter BTR-80A

Tabela 2

Osnovne karakteristike oklopnog transportera BTR-80A

Uglovi nišanjenja (stepeni):	
— po vertikali	od -5 do +70
— po horizontali	360
Nišanski domet gađanja topom (m):	
— danju, mecima pancirno-svetlećim	do 2000
— parčadno-razorno-zapaljivima	4000
— noću	ne ispod 800
Nišanski domet gađanja mitraljezom (m):	
— danju	do 1500
— noću	ne ispod 800

tera. Zbog toga vozilo ima ugrađen krak dizalice koji se može postaviti u prednjem delu vozila, a pomoću čerka se može podizati teret do 1,5 t ili, kada se postavi na kupolu može se podizati teret do 800 kg sa mogućnošću

Tabela 3

Osnovni podaci za standardizovanu šasiju UNS

Masa (t)	13,6
Nosivost (t)	1,6
Dimenzije (mm):	
— dužina	7650
— širina	2900
— visina	2535

okretanja za 360°. Za vuču oštećenih vozila, kojima se ne može upravljati, postoji uređaj za spajanje i vuču. Generator za električno zavarivanje GD-4003U2, pored zavarivanja, može da se koristi i za rezanje metala. Postojeća oprema u vozilu, kao što su garniture najrazličitijeg alata i rezervnih delova, omogućava da se obave opravke i održavaju oklopni transporteri.

Oklopno sanitetsko vozilo, zavisno od sastava medicinske i sanitarno-higijenske opreme, može da se koristi kao:

— evakuaciona, za pronalaženje, prikupljanje i evakuaciju ranjenika sa

bojišta ili iz žarišta masovnih gubitaka uz ukazivanje prve pomoći (BMM-1),

— bataljonska medicinska stanica (BMM-2),

— pokretno previjalište sa ekipom lekara i kompletom oprema AP-2 (BMM-3).

Standardna konstrukcija oklopnog sanitetskog vozila izrađena je sa osnovnim kompletom medicinske opreme. Oklopno sanitetsko vozilo može se koristiti na bojištu, u vanrednim situacijama i prilikom elementarnih katastrofa. Unutar vozila može da stane 4 nosila sa ranjenicima, a dva spolja na nosilima koja su smeštena ispod krova motornog odeljenja. Oprema vozila i komplet medicinskih sredstava omogućavaju da se ukaže prva pomoć na maršu i prilikom zastoja.

U komplet vozila ulazi i sklapanjući šator koji se može spojiti sa bilo kojim od bočnih vrata. Šator može da primi do 12 ranjenika.

Mogućnosti oklopnog sanitetskog vozila BMM su:

— ukazivanje prve pomoći za 30 ranjenika,

— ukazivanje predlekarske pomoći za 100 ranjenih i povređenih,

— ukazivanje pomoći za 50 povređenih jonizujućim zračenjem ili otrovnim materijama.

P. Marjanović

MINOPOLAGAČ NA GUSENICAMA GMZ-3*)

Na osnovu pokazatelja i iskustava, stečenih u ratnim konfliktima širom sveta, može se zaključiti da su osnovno sredstvo za rešavanje sporova silom tenkovske i mehanizovane jedinice snaga u nastupanju. Njima se mogu najefikasnije suprotstaviti pravovremeno postavljena minska polja na pravcima

nastupanja ovih snaga. Minska polja u znatnoj meri mogu da uspore i demorališu napadačke snage.

Jedno od savremenih sredstava za brzo postavljanje minskih polja je ruski minopolagač GMZ-3, koji je postavljen na guseničnoj šasiji. Namenjen je za brzo polaganje i automatsko prevođenje u borbeni položaj protivoklopnih mina koje imaju kontaktne i nekontaktne upaljače. Ovaj minopolagač obezbeđuje pravovremeno polaganje minskih polja na očekivanim pravcima napada tenkova, kao i minskih polja pri neposrednom odbijanju napada tenkovskih i mehanizovanih jedinica protivnika. U oklopnom telu minopolagača postavljeni su kasetni kontejneri originalne konstrukcije, u kojima se prevozi 208 protivoklopnih mina. Potrebni korak miniranja, prevođenje upaljača u borbeno stanje, polaganje mina na ili u zemlju i njihovo maskiranje obezbeđuju dobro rešeni mehanizmi, spoljašnji transporter, pluzni i maskirni uređaji.



Sl. 1 — Minopolagač GMZ-3

Brzina kretanja minopolagača pri polaganju mina na površinu zemlje je do 16 km/h, a pri ukopavanju u zemlju sa maskiranjem — do 6 km/h. Pri tome je dužina položenog jednogrednog minskog polja sa minama koje imaju kontaktne upaljače 1000 m, a mina sa nekontaktnim upaljačem 2000 m. Zavisno od trenutne situacije, posada minopolagača može u toku postavljanja mina da menja korak polaganja.

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-december 1994.

Smatra se da vod sa tri minopolagača u svom sastavu može uspešno da se suprotstavi tenkovskoj jedinici od 50 tenkova koji su razvijeni po frontu na 2,5 do 3 km.

Visoke karakteristike pokretljivosti minopolagača GMZ-3 (sl. 1) obezbeđene su kombinacijom snažnog višegorivnog dizel-motora, mehaničke transmisije, hodnog dela sa torzionim elastičnim oslanjanjem i hidrauličnim amortizerima i gusenica sa gumeno-metalnim spojem.

Velika specifična snaga od 13,42 kW/t obezbeđuje ovom minopolagaču brzinu kretanja po putevima sa tvrdom podlogom do 60 km/h, a po zemljanim putevima 30 do 35 km/h. Postojeća količina goriva omogućuje vožnju po putevima sa tvrdom podlogom do 500 km. Vozilo može da savlađuje maksimalne uspone do 30°, bočne nagibe do 25°, vodene prepreke do 1 m, rov do 2,5 m i zid do 0,7 m. Minopolagač GMZ-3 može da izvršava borbene zadatke na nadmorskim visinama do 3000 m.

Tabela 1

Taktičko-tehničke karakteristike minopolagača GMZ-3

Posada (članova)	3
Masa (t)	28,5
Specifična snaga motora (kW/t)	13,42
Dužina u marševskom položaju (mm)	8620
Širina (mm)	3250
Visina u marševskom položaju (mm)	2700
Snaga motora (kW)	382,5
Maksimalna brzina (km/h)	60
Srednja brzina (km/h):	
— po putu sa tvrdom podlogom	40 do 45
— po zemljanom putu	30 do 35
Klirens (mm)	430 do 470

Minopolagač ima ugrađenu navigacijsku opremu kojom se neprekidno izračunava kurs najkraćeg puta do određenog rejonu od baze topografskog vezivanja, obavlja digitalno indeksiranje trenutnog položaja minopolagača, kao i broja položenih mina, čime se omogućava ucrtaavanje minskog polja na topografskoj karti. U sastav navigacijske opreme, koja obezbeđuje topografsko vezivanje minopolagača, ulaze: pokazivač kursa, smešten u vidnom polju vozača, koordinator, smešten u vidnom polju komandira vozila, žirokompas, indikatorska planšeta i komandna tabla.

Za topografsko vezivanje minopolagača i uvođenje u navigacijsku opremu ugla pravca koristi se busola i skala uglomera na pogonu turele komandira, dok za određivanje daljine služi daljinomer ili topografska letva. Proračunate koordinate i ugao pravca uvode se u navigacijsku opremu.

Brzina polaganja mina i njihovo maskiranje, zajedno sa topografskim vezivanjem, doprinose da je minopolagač GMZ-3 veoma efikasno sredstvo za postavljanje minskih prepreka. Sprave za noćno osmatranje omogućavaju kretanje minopolagača i njegov borbeni rad na zemljištu i u uslovima ograničene vidljivosti.

U vozilu minopolagača GMZ-3 ugrađeni su uređaji za filtriranje i ventilaciju vazduha koji obezbeđuju neprekidni rad i kretanje preko kontaminiranog zemljišta, zaštitu posade od radioaktivne prašine, hemijskih i bakterioloških sredstava.

Na tureli vozila ugrađen je mitraljez 7,62 mm kojim se upravlja daljinskom komandom sa mesta komandira vozila.

Ugrađena oprema omogućava minopolagaču da za kratko vreme iskopa zaklon. Bacači dimnih bombi i termodimni uređaj obezbeđuju postavljanje dimnih zavesa i maskiranje vozila radi zaštite od preciznog dejstva protiv-

Osnovne karakteristike miniranja minopolagačem GMZ-3

Prevozni borbeni komplet mina (kom)	208
Tipovi protivoklopnih mina	TM-57 sa upaljačima MVZ-57 i MVZ-57; TM-62M, TM-62P3 sa upaljačima MV4-62, MVP-62 i sa nekontaktnim upaljačem MVN-80
Masa mine (kg)	do 12
Koraci miniranja (m):	
— I režim	5
— II režim	10
Brzina miniranja (km/h):	
— pri polaganju na površinu zemlje bez maskiranja	do 16
— pri ukopavanju u zemlju sa maskiranjem	do 6
— pri polaganju u sneg sa maskiranjem	do 10
Debljina maskirnog sloja (mm):	
— zemlje	do 120
— snega	do 500
Vreme prevođenja uređaja za miniranje iz transportnog položaja u radni (min):	
— automatski	do 2
— ručno	do 8

nika. Vozilo ima ugrađen automatski sistem protivpožarne zaštite na bazi balona i aktiviraju ga termodavači smešteni u motornom i minskom odeljenju. Grejač vozila obezbeđuje povoljne uslove za rad članova posade u zimskim uslovima.

Posada je oklopom zaštićena od zrna i parčadi artiljerijskih projektila. Sačinjavaju je vozač-mehaničar, poslužioc-miner i komandir.

Smatra se da minopolagač na gusenicama GMZ-3 po svojoj pokretljivosti i pogodnosti korišćenja znatno prevazilazi postojeće minopolagače za kopneno miniranje.

Osnovne karakteristike miniranja minopolagačem GMZ-3 prikazane su u tabeli 2.

P. Marjanović

IZVIĐAČKI SISTEM ZOO-PARK-1*)

Još u davna vremena prilikom ratnih dejstava uz pomoć artiljerije protivnici su se trudili da što je moguće tačnije lociraju borbene položaje protivničke strane radi njihovog neutralisanja. U prvo vreme to se obavljalo vizuelnim putem, a kasnije pomoću optičkih sredstava za osmatranje. Međutim, uslovi savremenih borbenih dejstava postavljaju nove zahteve sredstvima za izviđanje i osmatranje. Zbog toga se poslednjih decenija u celom svetu vrše pokušaji da se razviju takva sredstva sa usavršenijim karakteristikama, tj. da se konstruišu sistemi čiju bi okosnicu predstavljali radari i računari.

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-decembar 1994.

Krajem sedamdesetih godina ruski (tada sovjetski) konstruktori izradili su sistem RIS koji je dovoljno tačno određivao koordinate minobacačkih vatrenih položaja. U posljednje vreme obim rešavanih zadataka proširen je automatizovanim višefunkcionalnim sistemom izviđanja i komandovanja ZOOPARK-1 koji omogućuje da se odrede koordinate protivničkih vatrenih položaja minobacača, artiljerije, višecevnih raketnih bacača i taktičkih raketa prema ispaljivanju (lansiranju).

Ovaj sistem sastoji se od:

- radara 1L259 na šasiji MT-LBu;
- vozila za tehničko opsluživanje IIZO na kamionu VRAL 43203;

— električnog generatora ED30—T23OR—1RPM na prikolici.

Radar 1L259 je trodimenzionalni monopulsni sa antenom sa faziranom rešetkom. Funkcioniše zajedno sa računarskim sistemom velike brzine rada, koji ima savremeni softver. Osmatranje vazdušnog prostora pri traženju ciljeva vrši se diskretnim skaniranjem snopa u sektoru $60^{\circ} \times 1,8^{\circ}$ u režimu izviđanja, i u sektoru $16^{\circ} \times 1,8^{\circ}$ u režimu kontrole gađanja pri stalnom mešnom uglu od 40° . Radarski uređaj je u stanju da automatski otkrije i prati na putanjama leta mine, artiljerijske projekte i rakete, za koje vreme se obavljaju merenja putanja. Prema do-



Sl. 1 — Radar 1L259 na šasiji MT-LBu

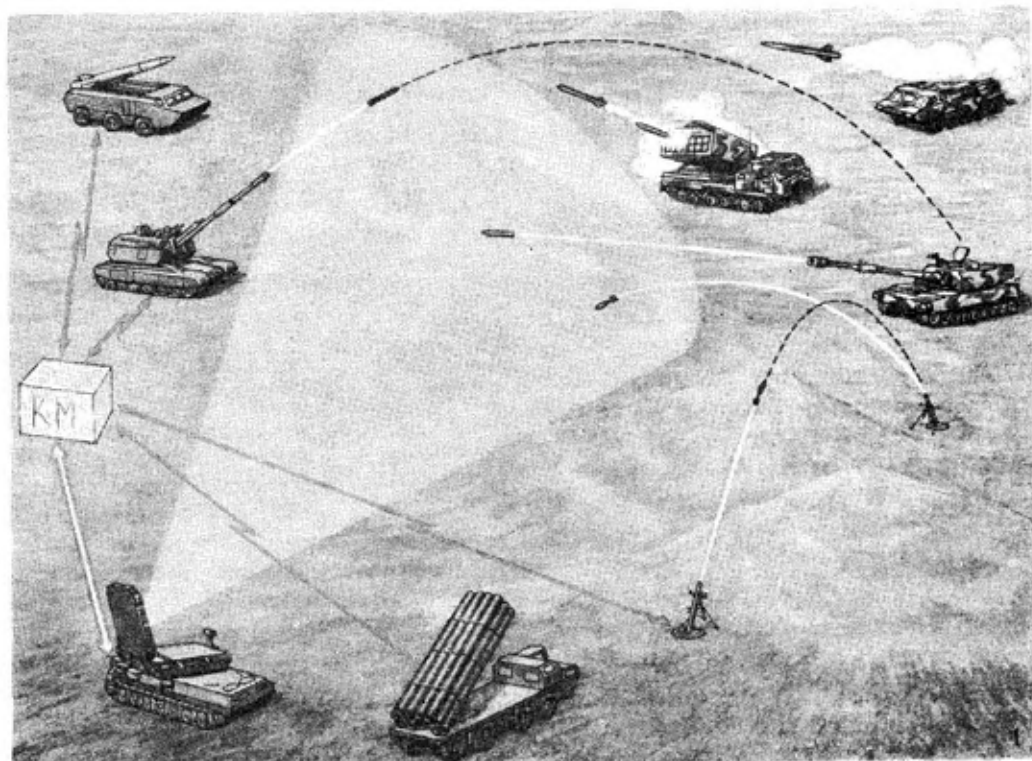
bijenim rezultatima rešavaju se diferencijalne jednačine kretanja projektila, prepoznaje se klasa oružja koje je gađalo, određuju se koordinate vatrenih položaja sa tačnošću koja je dovoljna za kontrabateriranje (režim izviđanja) i proračunavaju se tačke pogodaka (režim kontrole). Jednovremeno se formiraju i predaju ustaljeni izveštaji sa podacima o vatrenim položajima, a i rezultati vatre sredstava za uništenje u štab artiljerijskog diviziona i u automatizovane raketne sisteme.

Osnova izviđačkog sistema je digitalni računarski sistem koji maksimalno automatizuje proces borbenog rada. Sistem omogućuje otkrivanje i jednovremeno praćenje do 12 ciljeva, istovremeno određivanje koordinata nekoliko vatrenih položaja koji jednovremeno intenzivno gađaju, sprovođenje automatizovane kontrole ispravnosti svih elemenata sistema i pronala-

ženje mogućih neispravnosti sklopova sa tačnošću do najsitnijih elemenata.

U sastavu radara postoji sistem za navigaciju, topografsko vezivanje i orijentaciju. On omogućuje autonomno određivanje, i na maršu i na zastanku, koordinata i azimuta uzdužne ose radara i, pored toga, vrši njeno vezivanje za jedinstveni sistem koordinata. Radar, takođe, ima prilagođivač (interfejs) za vezu sa sistemom komandovanja jedinica. Radar sistema ZOO-PARK-1 prikazan je na sl. 1.

Nesumnjiva vrlina sistema ZOO-PARK-1 jeste mogućnost, u slučaju potrebe, da upravlja letom bespilotnih letelica kao i kontrole letelica koje se nađu u rejonu aerodroma. To znači da radar, smešten na aerodromu, obezbeđuje praćenje i tačno određivanje trenutnih koordinata letelica koje se nađu u tzv. zoni odgovornosti i predaju



Sl. 2 — Princip rada izviđačkog sistema ZOO-PARK-1

dobijenih podataka na komandno mesto u realnom vremenu.

Veliki stepen žilavosti sistema postignut je primenom niza mera kao, na primer, korišćenjem relativno kratkog vremena zračenja, brzom promenom frekvencije, konstrukcijski predviđenom zaštitom članova posade od dejstva parčadi artiljerijskih projektila i zrna naoružanja manjeg kalibra, zaštitom opreme od dejstva elektromagnetnog impulsa.

Pri radu u borbenim uslovima napajanje sistema električnom energijom vrši se pomoću generatora koji pokreće izvod snage od pogonskog motora na šasiji MT-LB-u. Vozilo je opremljeno optičkim sredstvima koja obezbeđuju upravljanje vozilom i kontrolu okolne situacije u svim uslovima. Posadu sačinjavaju 3 člana: komandir, poslužilac i vozač-mehaničar.

Vozilo za tehničko održavanje IZO, koje spada u izviđački sistem, služi za obavljanje reglajzih radova, opravki i drugih mera za održavanje radarske opreme u stalnoj borbenoj gotovosti. Vozilo ima sav potreban alat, komplet kontrolno-mernih instrumenata i nestandardnih mernih sredstava. Napajanje električnom energijom sistema, ako se rad obavlja sa vozilom IZO kao i za vreme obuke posade, obavlja se iz električnog agregata ED30-T230P-1RPM.

Treba napomenuti da sredstva za izviđanje vatrenih položaja postoje i u OS drugih zemalja, na primer, u SAD (AN/TPQ-36 i AN/TPQ-37), ali su namenjena za određivanje koordinata pojedinih vrsta oružja (prvi za minobacače, a drugi za artiljeriju) i smešteni su na kamionima ili prikolicama. Transportnu bazu sistema ZOOPARK-1 sačinjava lako oklopljeni tegljač na gusenicama koji može da se kreće po svim podlogama brzinom do 60 km/h. Princip rada sistema ZOOPARK-1 prikazan je na slici 2.

Tabela 1

Daljine (u km) sa kojih sistem ZOOPARK-1 obezbeđuje, sa verovatnoćom 0,8 prema prvom ispaljenom protivničkom projektilu, izviđanje vatrenih sistema u trenutku otvaranja vatre

Minobacači 120 mm	15
Minobacači 81 mm	12
Artiljerija kalibra 105 mm	8
Artiljerija kalibra 203 i 155 mm	10
Višecevni raketni bacači 240 mm	20
Višecevni raketni bacači 122 mm	12
Taktički raketni projektili tipa »LANS«	35
Instrumentalna daljina otkrivanja cilja	do 40
Sektor jednovremenog osmatranja (stepeni)	60
Maksimalna potreba električne snage za sve elemente sistema ZOOPARK-1 (kW)	ne preko 29
Vreme razvijanja sistema (min)	5
Garantni rok korišćenja (godina)	8

P. Marjanović

MiG-29M LOVAČKI AVION SUTRAŠNJICE*)

Lovački avion MiG-29 ima visoke manevarske osobine, odnos potiska prema masi preko 1, dva motora i integrisanu aerodinamičku konfiguraciju. Naoružan je vođenim raketnim projektilima srednjeg (R-27) i kratkog dometa (R-73, R-60), predviđenim za uništenje ciljeva u vazдушnom prostoru koji imaju visoke manevarske karakteristike. Pored toga, ima vrlo efika-

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, mart-april 1984.

san i precizan nišanski sistem koji se sastoji od usavršenog radara, kvantnog optičkog radara, nišana ugrađenog na šlemu pilota, sredstva za navigaciju i računare. Borbene mogućnosti novog lovačkog aviona za borbu na velikim i malim odstojanjima, a da se ne govori o napadu sa korišćenjem topovskog naoružanja, prevazilaze borbene sposobnosti savremenih lovačkih aviona na Zapadu — F-14, F-15, F-16 i MIRAŽ.

Posle nekoliko godina ispitivanja u vazдушnom prostoru, koja su obavljena uspešno, lovac je, zajedno sa svojom školsko-borbenom varijantom MiG-29UB, ušao u serijsku proizvodnju, i do 1993. godine proizvedeno je oko 2000 aviona. Ovaj aparat je osnovni tip lovačkog aviona u Rusiji, u nizu republika Zajednice Nezavisnih Država i još 12 drugih zemalja. Neke zemlje su otkupile licencu za sopstvenu proizvodnju.

U drugoj polovini osamdesetih godina otpočeti su radovi na dve modifikacije aviona. Cilj prve modifikacije, koja je manjeg obima, bio je dalje usavršavanje karakteristika aviona sa ciljem sticanja prevlasti u vazдушnom prostoru, korišćenjem novog raketnog vođenog projektila srednjeg dometa sa aktivnom radarskom glavom za samonavođenje. Ugrađeno je ukupno 6 ovih raketa na avionu, poboljšana je zaštita od ometanja avionskog radara i uveden režim jednovremenog napada raketama na dva cilja. Avion je dobio dodatne spoljne rezervoare za gorivo, a nosivost bombi povećana je na 4 t.

Posle izvršene modifikacije lovac MiG-29S sačuvao je svoju nadmoć i nad avionima F-16C, F-15C, F-18C, MIRAŽ-2000-5, sa raketama AMRAAM na američkim i MIKA na francuskim avionima.

Avion MiG-29S nalazi se u serijskoj proizvodnji a predviđen je i za izvoz. Razrađena je tehnologija modernizacije ranije proizvedenih aviona MiG-29 u MiG-29S.

Glavni cilj druge, mnogo obimnije modernizacije jeste povećanje doleta aviona na račun povećanja količine goriva, kao i povećanje broja funkcija koje bi avion trebalo da obavlja. To se odnosi na otkrivanje i uništenje ne samo ciljeva u vazдушnom prostoru već i ciljeva malih dimenzija na kopnu i vodi, kao i radara, i to u svim vremenskim uslovima.

Mada je spoljašnji oblik aviona znatno izmenjen, rešavanje navedenih zadataka zahtevalo je znatne izmene u konstrukciji i razvoju novog višefunkcionalnog radara ŽUK, optičkog radara, računara i sistema za upravljanje naoružanjem. Višekanalni impulsni dopler-radar obezbeđuje praćenje do 10 ciljeva i jednovremeno gađanje do 4 cilja, a i kartografisanje zemljišta. Ovaj radar obavlja i druge funkcije koje su neophodne za navigaciju, bezbednost leta aviona i izvođenje borbenih dejstava.

Broj tačaka za postavljanje ubojnih sredstava na avionu povećan je na 9, a ukupna nosivost bombi na 4,5 t. Predviđeno je da avion može praktično da nosi sve ruske raketne projekte vazduh-vazduh, uključujući vođene sa televizijskim i laserskim glavama za samonavođenje, avionske bombe kojima se može obavljati popravka putanje pada, kao i druga precizna ubojna sredstva. Naoružanje aviona MiG-29M dopunjeno je brzometnim avionskim topom velike preciznosti i nevođenim raketama kalibra 80, 130 i 240 mm.

U avion je ugrađen sistem za protiv elektronsku borbu, u koji spadaju prijemnik za obaveštavanje da je avion ozračen, sredstva za aktivno ometanje, uređaj za izbacivanje lažnih meta, raketne vazduh-radar, uključujući i raketu nadzvučne brzine X-31P. Preduzete su konstruktivne mere da se »primetnost« aviona smanji za 10 do 12 puta prema tehnologiji »stealth«. Time su potencijalni gubici aviona od protivničkih PVO sredstava smanjeni i jednovremeno poboljšani uslovi za izvođenje borbenih

Uporedni podaci za avione MiG-29S, MiG-29M i F-18C

Podaci \ Avion	MiG-29S	MiG-29M	F 18C
Normalna masa u poletanju (kg)	15300	15800	16800
Potisak sa naknadnim sagorevanjem (kN)	2 x 81,42	2 x 86,32 (98,1)*	2 x 71,22
Odnos potisak-vuća: na probnom stolu/u letu pri H=0, M=1,0	1,09/1,5	1,1/1,45	0,86/1,05
Maksimalna brzina (km/h):			
— na nivou zemlje	1500	1500	1300
— na velikoj visini	2450	2500	1900
Brzina penjanja na H=1 km (m/s)	300	310	240
Daljina preletanja (km)	2800	3200	—
Daljina leta bez spoljnih rezervoara goriva (km):			
— na nivou mora	710	900	950
— na velikoj visini	1500	2200	2200
Maksimalno g-preopterećenje	9 (posle poletanja)	9 (posle poletanja)	7,5 (sa 50% goriva)
Dometa otkrivanja avionskog radara ciljeva veličine lovca (km):			
— u slobodnom prostoru	75	90	65
— prema zemlji, zadnja polusfera/prednja polusfera	35/65	40/90	40/60
Broj praćenih/broj gađanih ciljeva	10/2	10/4	10/4
Daljina otkrivanja površinskih ciljeva sa refleksnom površinom 3000 m ² (km)	—	120 do 150	120 do 150
Daljina otkrivanja ciljeva u vazdušnom prostoru optičkim radarom:			
— prednja/zadnja polusfera (km)	15/—	30/10	—
Vođeni projektili vazduh-vazduh protiv ciljeva sa efektivnom refleksnom površinom 3 m ² (tip/domet)	2 x R-27R(T)/50 2 x R-27ER(ET)/50 6 x RVV-AE/60 6 x R-73/20 6 x R-60MK/12	4 x R-27Z(T)450 2xR-27ER(ET)/60 8 xRVV-AE/50 8 x R-73/20	4 x AIM-7M/40 4 x AIM-120/50 4 x AIM-9M/18
Vođeni projektili vazduh-zemlja		6 x 25ML 4 x X29T(L) 4 x X-31A(P) 6 x KAB-500KR	4 x MAVERICK 4 x HARM 2 x HARPUN 2 x GBU-8/10
Broj držača ubojnih sredstava	6	9	8
Maksimalna nosivost bombi (kg)	4000	4500	3800
Verovatnoća rada bez otkaza po jednom letu	0,97	0,97	0,9
Srednje vreme između dva otkaza (h)	13,6	13,6	3,7
Faktor borbenog potencijala u zadacima (za jedinicu uzet MiG-29):			
— vazduh-vazduh	1,3	1,5	1,15
— vazduh-zemlja	1,1	3,8	3,75

*) Na probnom stolu.

dejstava u vazдушnom prostoru sa protivničkim lovačkim avionima.

Da bi se poboljšao odnos specifične snage motora pri nešto povećanoj masi aviona u poletanju, obavljena je modernizacija motora radi povećanja potiska. Povećani potisak motora, uvođenje elektrodaljinskog sistema za upravljanje avionom i lokalna ojačanja strukture aviona omogućila su bolje manevarske osobine i povećanje g-opterećenja. Elektronski sistem indikacije znatno je olakšao rad pilota u rukovanju naoružanjem i opremom.

Korišćenje nekih novih materijala, uključujući kompozitne, i pionirskih tehnoloških procesa poboljšali su neke operativne karakteristike i smanjili masu pojedinih agregata, kao i obim poslova pri njihovoj izradi. Na primer, prednji deo i prva dva bočna odeljka sada su jedna celina, izrađena od legura aluminijuma i litijuma.

U celini, povećan je borbeni potencijal aviona, naročito kada dejstvuje protiv ciljeva na zemlji. U poređenju sa MiG-29, novi avion ima više od 2

Tabela 2

Varijante naoružanja lovačkog aviona MiG-29M

Vrsta dejstva	Naoružanje
Vazduh-vazduh	8 x RVV-AE 8 x RVV-AE + spoljašnji rezervoar 6 x RVV-AE + 3 spoljašnja rezervoara 4 x RVV + 4 x R-73 2 x 27ER(T) + 2 x R-27R1(T1) + 4 x R73 + spolj. rezerv. 4 x R-27R1(T1) + 4 x R-73 + spolj. rezervoar 2 x R-27ER(T) + 6 x RVV-AE 6 x R-73 + 3 spolj. rezervoara 8 x R-73 + spolj. rezervoar
Vazduh-more i vazduh-vazduh	4 x X-31A + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 2 x X-31A - 2 x R-73 + 3 spolj. rezervoara
Vazduh-zemlja i vazduh-vazduh	6 x X-29T(L) + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 4 x X-29T(L) + 2 x R-73 + 3 spolj. rezerv. 6 x KAB-500Kr (vođena avio bomba) + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 4 x KAB-500 Kr + 2 x R-73 + 3 spolj. rezervoara 6 x X-25 ML + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 6 x S-24 + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 11 x FAB-500 (razorna avio bomba) + 2 x R-73 10 x FAB-500 + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 6 x FAB-500 (3B-500; RBK-500) + 2 x R-73 + 3 spolj. rezervoara 16 FAB-250 + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 4 x B-13 (svežanj bombi) + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 4 x B-8 (svežanj) + 2 x R-73 + spolj. rezervoar
Protiv radara i ciljeva u vazдушnom prostoru	4 x X-31P + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 2 x X-31P + 2 x R-73 + 3 spolj. rezervoara 6 x X-25MP + 2 x R-73 + spolj. rezervoar 4 x X-25MP + 2 x R-73 + 3 spolj. rezervoara

puta veći lovački potencijal, a 3,5 puta kada djeluje protiv ciljeva na kopnu i vodi.

Smatra se da MiG-29M po svojim karakteristikama ne samo da prevazilazi modifikovane lovačke avione MIRAŽ 2000-5, F-15, F-16 i F-18, već i nove letelice iz programa EFA, a ima skoro iste mogućnosti kao američki lovac F-22 iz programa ATF.

Prvi avion MiG-29M poleteo je 1986. godine i uspešno završio etapu letačko-konstruktorskih ispitivanja sa preko 1000 poletanja. Uspešna su bila prikazivanja ovog aviona na vazduhoplovnim izložbama u Farnborou, Parizu i Moskvi.

Sada vazduhoplovni ispitno-proizvodni kompleks (ANPK) MiG obavlja završne radove na varijanti aviona sa ruskom opremom i naoružanjem. Predviđen je i za izvoz. Konstruktori i proizvođači spremni su da razmotre svaki zahtev naručioca za dalje modifikacije aviona, kao što su:

- ugradnja dodatnih vrsta naoružanja (vođeni raketni projektili vazduh-vazduh dugog i superdugog doмета);

- ugradnja opreme i naoružanja zemlje-naručioca ili trećih zemalja;

- ugradnja opreme koja je adaptirana prema infrastrukturi naručioca, na primer, sa skalama instrumenata u engleskim mernim jedinicama;

- ugradnja kontejnera za različite namene (izviđački, za dejstvo aviona noću protiv ciljeva malih dimenzija i ne radarskim kontrastnim ciljevima);

- dalje poboljšanje letačko-tehničkih karakteristika aviona, organizacija proizvodnje aviona po licenci, organizacija generalnog remonta, tehničkog održavanja i centara za obuku.

P. Marjanović

AVION Tu-142M ZA PROTIVPODMORNIČKA DEJSTVA*)

U godinama »hladnog rata«, koje su bile karakteristične po nastojanjima da se ojača vojna snaga suprotstavljenih zemalja, porasla je opasnost od primene nuklearnog oružja napadom ispod vode. Osnovni nosači takvih ubojnih sredstava bile su podmornice na nuklearni pogon, naoružane balističkim raketama, koje su mogle da vrše napade prikriveno i sa velikih daljina.

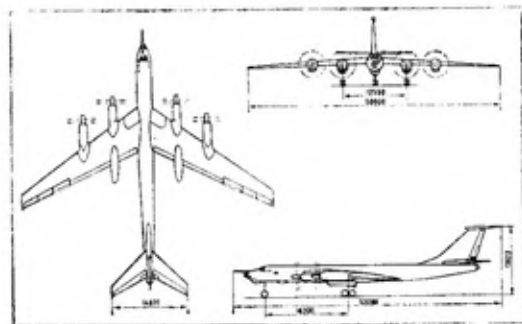
Kao reakcija na ovu opasnost nastao je razvoj sredstava za otkrivanje i uništavanje nosača ovih ubojnih sredstava — podmornica. U SSSR-u je uspešno rađeno na razvoju vazduhoplovnog protivpodmorničkog sistema sa velikom daljinom leta Tu-142M, koji bi trebalo da rešava zadatke kao avioni NIMROD i ORION na zapadu.

Nakon uvođenja aviona Tu-142M u naoružanje jedne protivpodmorničke jedinice Severne flote, pristupilo se njegovom osvajanju i širokoj praktičnoj primeni. Najaktivnija traganja za podmornicama vršena su u oblasti severo-istočnog Atlantika i u Norveškom moru. Za 5 godina patroliranja pomoću aviona Tu-142M, jedna vazduhoplovna jedinica otkrila je oko 100 inostranih podmornica, čime je potvrđena njegova visoka efikasnost u različitim hidrometeorološkim situacijama.

Na osnovu iskustava iz borbene obuke i ratne službe, potvrđene su osnovne namene vazduhoplovnog protivpodmorničkog sistema Tu-142M (sl. 1), za obavljanje borbenih dejstava, samostalno ili u sadejstvu sa drugim snagama i sredstvima RM, na rešavanju zadataka traganja, praćenja i uništavanja podmornica u udaljenim rejonima mora i okeana. Sistem omogućava obavljanje automatskih ili poluautomatskih letova pri rešavanju navigacijskih i

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-december 1994.

taktičkih zadataka, radio-akustičko i magnetometrijsko traganje za podmornicama, njihovo dugotrajno praćenje i uništavanje samonavodećim raketama i torpedima, protivpodmorničkim bombama sa konvencionalnim i nuklearnim punjenjima.



Sl. 1 — Protivpodmornički avion Tu-142M

Protivpodmornički sistem sastoji se od protivpodmorničkog aviona Tu-142M sa navigacijsko-pilotažnim kompleksom, tragačko-nišanskog sistema KORSUN (jastreb), avionskog magnetometra za traganje, sistema za određivanje brzine zvuka u morskoj vodi, kao i od ubojnih sredstava za uništavanje podmornica i dezinformisanje protivnika.

Avion Tu-142M izrađen je na bazi serijskog aviona Tu-142 koji se nalazio u jedinicama protivpodmorničke odbrane od 1970. godine. To je slobodno-noseći jednokrila sa strelastim krilom, postavljenim na sredini trupa, strelastim repnim površinama i stajnim trapom tipa tricikl. Desetočlana posada smeštena je u dve hermetizovane kabine.

Pogonsku grupu aviona sačinjavaju 4 turboelisna motora NK-12MP sa vučnim koaksijalnim četvorokrakim elisama prečnika 5,6 m.

Avion ima savremenu navigacijsko-pilotažnu opremu, sredstva za vezu i radio-lokaciju, tako da može da obavlja borbene zadatke i u složenim meteorološkim situacijama. Za produženje

doleta predviđena je mogućnost dopunjavanja gorivom u vazдушnom prostoru.

Odbrambeno naoružanje sastoji se od 2 repna topa kalibra 23 mm. Radarska nišanska sprava topovskog naoružanja obezbeđuje automatsko traganje, praćenje i odbijanje napada protivničkih lovaca.

U opremu za spasavanje spadaju spasilački kostimi i spasilački padobrani sa sredstvima za održavanje života i čamcem za svakog člana posade, dva naduvana splava i čamca za 5 ljudi. Svakom kompletu splavova i grupnom spasilačkom čamcu pripada radio-stanica i radio-far za pronalaženje članova posade.

Avion Tu-142M koristi se u nekoliko varijanti: za traganje, traganje i napad, zaprečavanje i spasavanje, a i za postavljanje sredstava koja imitiraju podmornice.

U varijanti traganja za podmornicama na avion se postavljaju samo hidroakustičke plutače i eksplozivni iz-

Osnovne taktičko-tehničke karakteristike aviona Tu-142M

Razmah krila (m)	50
Površina krila (m ²)	289,9
Ugao strele krila	33°33'
Dužina aviona (m)	53,088
Visina aviona (m)	13,392
Maksimalna masa aviona u poletanju (kg)	185000
Maksimalna masa borbenog tereta (kg)	9300
Broj/tip motora	4/NK-12MP
Maksimalna brzina aviona (km/h)	855
Praktični vrhunac leta (m)	11000
Maksimalni dolet (km):	
— bez dopunjavanja goriva u vazдушnom prostoru	12000
— sa dopunjavanjem goriva u vazдушnom prostoru	13860
Maksimalno trajanje leta	16h 45 min
Maksimalna sila potiska (kN)	4/147,15

voru zvuka. U varijanti za traganje i napad, pored plutača, postavljaju se i sredstva za uništenje podmornica (protivpodmorničke rakete, torpeda i bombe), a u varijanti za zaprečavanje samo mine. Spasilačka varijanta ima kontejnere sa spasilačkom opremom i priborom za održavanje života spasenih. U varijanti sredstava za ometanje postavljaju se sredstva koja nakon bacanja na vodu imitiraju radarski cilj koji na ekranu daje odraz sličan podmornici.

Višegodišnja eksploatacija ovog aviona potvrdila je njegovu pouzdanost, što se ogleda u tome da nije bilo udeša i gubitaka aviona zbog konstruktivno-proizvodnih nedostataka.

Osnovu avionskog protivpodmorničkog sistema Tu-142M sačinjava kombinacija navigacijsko-pilotažnog kompleksa i tragačko-nišanskog sistema KORSUN. Navigacijsko-pilotažni sistem obezbeđuje vođenje aviona u granicama poluprečnika dejstva u bilo kojem delu zemljine kugle, danju i noću, u jednostavnim i složenim vremenskim uslovima, pojedinačno ili u sastavu taktičke grupe. Takođe, obezbeđuje formiranje i davanje navigacijsko-pilotažnih podataka tragačko-nišanskom sistemu i sistemu za upravljanje avionom.

Sredstva za navigaciju na velikim daljinama određuju položaj aviona u hiperboličnom koordinatnom sistemu prema signalima zemaljskih stacionarnih i pokretnih radio-navigacijskih stanica, uključujući stanice američkog sistema LORAN-S.

Tragačko-nišanski sistem KORSUN rešava sledeće zadatke:

- otkrivanje podmornica do dubine od 500 m, i na površini i u šnorke-vožnji;

- određivanje koordinata i parametara kretanja podmornice;

- obrada signala za upravljanje avionom pri rešavanju taktičkih zadataka;

- određivanje nišanskih podataka i davanje komande za odbacivanje sredstava za otkrivanje i uništenje.

U protivpodmorničkom sistemu Tu-142M koriste se sledeća sredstva za uništenje podmornica:

- avionske protivpodmorničke samonavodeće rakete koje mogu da unište podmornicu koja plovi brzinom do 50 čvorova na dubini do 500 m;

- avionska električna protivpodmornička torpeda malih dimenzija za uništenje podmornica koje se kreću ispod vode brzinom do 38 čvorova. Za uništenje podvodnih ciljeva koji se kreću brzinom do 35 čvorova mogu se koristiti avionska samonavodeća protivpodmornička električna torpeda.

U naoružanje protivpodmorničkog aviona Tu-142M spadaju i protivpodmorničke bombe sa kontaktim i nekontaktim magnetskim i hidrolokalcijskim upaljačima. Bombe se, po pravilu, odbacuju u serijama sa minimalnim intervalom od 10 m.

Protivpodmornički sistem Tu-142M ima široki raspon primene morskog naoružanja različite namene i načina vođenja mina u borbenu stanje.

U protivpodmorničkom sistemu Tu-142M takođe se koriste sredstva za radarsku dezinformaciju protivničke protivpodmorničke avijacije za obezbeđenje prikrivenog dejstva sopstvenih podmornica.

Poslednjih godina konstruktori i proizvođači tragačko-nišanskog sistema našli su rešenja za dalje usavršavanje avionskog protivpodmorničkog sistema Tu-142M. Konstruisan je i naknadno ugrađen u avion uređaj koji omogućava udvostručavanje efikasnosti sistema uz jednovremeno smanjivanje utroška hidroakustičnih plutača za 1,5 puta. Pri tome obezbeđuje se traganje i praćenje podmornica na dubinama do 800 m pri talasanju mora do 5 stepeni.

P. Marjanović

EKRANOPLAN SPASILAC ZA TRAGANJE I SPASAVANJE*)

Krajem osamdesetih godina sovjetskoj RM isporučena je letelica-ekranoplan LUNJ (mišar) koji je bio naoružan vođenim raketnim projektilima. Ekranoplan (ground effect wing) jeste letelica čija krila opstrujava vazдушna struja pod uticajem blizine Zemljine površine. Brzina aviona, u kombinaciji sa prikrivenošću leta na minimalnoj visini, daje ovoj vrsti raketonosca nove taktičko-tehničke kvalitete, koji znatno prevazilaze karakteristike postojećih i perspektivnih raketnih čamaca i brodova, a po nekim pokazateljima i raketne mornaričke avijacije.

Razmatra se koncepcija eksportne varijante ove letelice koja može biti vrlo brzo izvožena u druge zemlje. Takva letelica sa visokim letačko-tehničkim karakteristikama može se koristiti ne samo za vojne već i za civilne potrebe.

Razvoj ekranoplana za traganje i spasavanje na bazi borbene letelice LUNJ inicirala je tragedija sovjetske nuklearne podmornice KOMSOMOLEC 1989. god. Nova letelica dobila je ime SPASILAC čiji je izgled u tri dimenzije prikazan na slici 1.

Raketni ekranoplan, koji je pripadao mornarici, podvrgnut je nizu istraživanja radi razrade metoda korišćenja ekranoplana u pronalaženju oštećenih brodova, za izbor i ispitivanje spasilačke opreme i aparata, i razrade metoda obavljanja spasilačkih operacija. To je dovelo do prikupljanja velikog broja informacija koje su doprinele brzom razvoju projektila.

Pokazalo se da su oba krila ekranoplana idealna za brzo i jednovremeno pripremanje i spuštanje spasilačkih naduvnih sredstava na vodu, čak i pri velikom talasanju mora. Ispitivanja su pokazala visoki stepen operati-

vnosti, udobno i bezbedno prihvatanje postradalih u letelicu sa strane izlazne ivice krila, gde se obrazuje zona najmanjih vazдушnih turbulencija.

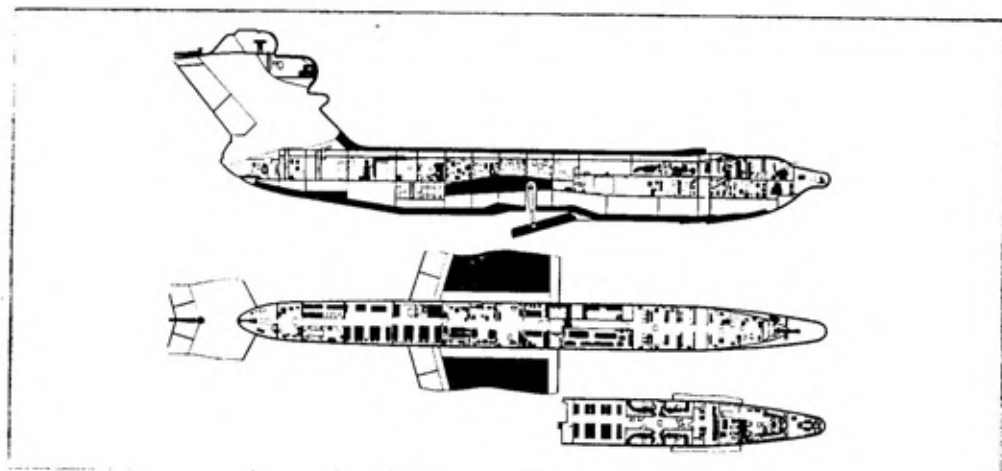
Za vreme ispitivanja bilo je ustanovljeno da letelica-ekranoplan u dežurstvu na vodi može da krene na zadatak 10 do 15 minuta posle dobijanja naređenja. Svestranom analizom korišćenja ekranoplana, kao sredstva za traganje i spasavanje, ustanovljeno je da on u najvećem stepenu zadovoljava uslove koji se postavljaju tehničari spasavanja na moru. Ova letelica ima brzinu i dolet aviona i visoki stepen pokretljivosti, što nedostaje običnim spasilačkim brodovima. Istovremeno, ima visoke sposobnosti plovnosti, visoke manevarske sposobnosti i mogućnost prihvatanja velikog broja postradalih, čime se ne odlikuju avioni.

Razvoj projekta spasilačkog ekranoplana SPASILAC pokazao je da on može da obavlja spasilačke operacije na daljinama do 3000 kilometara, čime se površina operativnog pretraživanja povećava za nekoliko desetina puta. Imajući savremenu opremu i spasilačka sredstva, ovaj ekranoplan može efikasno da se koristi u traganju za havarisanim brodovima i licima na površini vode, za spasavanje kosmonauta koji se spuste van predviđenog regiona, za dopremu grupa za otklanjanje kvarova na havarisanim objektima, uključujući i platforme za vađenje nafte iz mora, za evakuaciju stanovništva iz obalskih područja u slučaju elementarnih nepogoda ili vojnih konflikata, za ukazivanje kvalifikovane medicinske pomoći postradalima, za gašenje požara, za izvlačenje nasukanih brodova silom od oko 1000 kN, za lokalizovanje razlivanja nafte iz havarisanih tankera.

Navedeni podaci potvrđeni su ispitivanjem ekranoplana LUNJ.

U bolnički deo ekranoplana SPASILAC spadaju operaciona sala, reanimaciona sala za smeštaj bolesnika i druge prostorije.

*) Prema podacima iz časopisa MILITARY PARADE, novembar-decembar 1994.



Sl. 1 — Ekranoplan SPASILAC

*Osnovne karakteristike ekranoplana
»LUNJA«*

Poletna masa (t)	do 400
Dužina letelice (m)	73
Razmah krila (m)	44
Visina (m)	19
Brzina leta (km/h)	450 do 550
Gaz (m)	2,5
Poluprečnik dejstva (km)	3000
Visina leta pri krstarenju (m)	1 do 4
Visina leta pri traganju (m)	100 do 300
Plovnost:	
— pri letu ili plutanju na vodi	bez ograničenja
— pri poletanju i sletanju	jačina vetra 5 stepeni i visina talasa 3,5 m
Kapacitet (ljudi)	do 500

U sredstva za otklanjanje kvarova i spasavanje spadaju pomorski naduvni čamci sa vanbrodskim motorima (3 do 6 čamaca) sa pojedinačnim kapacitetom od 6 ljudi, naduvni splavovi koji se mogu dostavljati pomoću čamaca do

mesta skupljanja postradalih, pneumatska sredstva koja pomažu da se posle sletanja ukrcaju ljudi sa havarijsanih objekata u ekranoplan.

Navigacijska i radarska sredstva i sredstva za vezu obezbeđuju bezbednost letenja i potrebnu tačnost doleta do mesta havarije u svim vremenskim uslovima, i neprekidnu višekanalnu vezu sa komandnim centrom i sadejstvujućim avionima i brodovima. Razrađena je i odobrena šema primene ekranoplana SPASILAC:

— ekranoplan, pripremljen za izlazak na more, nalazi se u položaju »borbenog« dežurstva;

— na signal o havariji na moru komanda za traganje i spasavanje određuje sastav ljudstva i opreme za izlaz ekranoplana na more;

— posle utovara dodatne spasilačke opreme, čiji sastav zavisi od vrste havarije, ekranoplan rula do mesta poletanja, poleće i leti do rejonu gde je došlo do havarije plovnog objekta na najekonomičnijem režimu, tj. na visini gde blizina zemlje utiče na opstrujavanje vazduha oko krila;

— kada se približi rejonu gde treba da obavi traganje, ekranoplan se, po potrebi, podiže na visinu 100 do

300 m i obavlja detaljnije traganje. Kada otkrije havarisani objekat sleće i prilazi oštećenom objektu velikom brzinom u režimu sličnom glisiranju (sa telom na površini vode). Prišavši postradalima ekranoplan prelazi u fazu plutanja, pristupa spasilačkoj operaciji, koristeći pomorska spasilačka naduvna sredstva (čamce) sa vanbrodskim motorom radi prikupljanja i dovođenja postradalih u ekranoplan;

— završivši spasilačku operaciju ekranoplan poleće i vraća se u bazu ili u najbližu luku i iskrcava postradale na obalu.

Ako ekranoplan obavlja spasilačku operaciju na maksimalnom doletu, on može da sačeka na dopunjavanje gorivom na moru i nekoliko dana, obezbeđujući pri tom spasenima sve potrebne uslove.

Da bi se obezbedilo da ekranoplan SPASILAC što pre izađe na more, bazi-

ra se na vodi u stacionarnim ili plovećim sidrištima specijalnog oblika. Za obavljanje reglamentnih radova na podvodnim delovima ekranoplana koristi se specijalni ploveći krstasti dok, koji je svestrano proveren u eksploataciji.

Za izgradnju prvog ekranoplana SPASILAC korišćen je zmaj raketnog ekranoplana, a sam proces izgradnje nalazi se u završnoj fazi. Ispitivanje i isporuka trebalo bi da budu u toku 1995. godine. Jednovremeno projektuje se ekranoplan sa povećanim zmajem (telom) letelice, čime će se znatno poboljšati njegovi kapaciteti i planiranje prostorija.

Kombinovana svojstva brzih brodova i letelica doprinela su da se spasilački ekranoplan smatra principijelnom novinom koja nema analoga u svetskoj praksi efikasnih pomorskih spasilačkih sredstava.

P. Marjanović

NIU »VOJSKA«, 11002 Beograd, Birčaninova 5
Telefoni: 645-020 i 656-122, lokali: 22-584 i 23-403
Telefax: 644-042, žiro-račun: 40823-849-0-2393

NARUDŽBENICA

Preplaćujem(o) se na časopise za 1995. godinu, i to:

primeraka

1. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (stručni i naučni časopis VJ) izlazi dvomesečno. Godišnja pretplata 30,00 dinara, polugodišnja pretplata 15,00 dinara;
2. NOVI GLASNIK (vojnostručni intervidovski časopis VJ), izlazi dvomesečno, u koloru, sa posebnim dodatkom uz svaki broj. Godišnja pretplata 60,00 dinara, polugodišnja pretplata 30,00 dinara;
3. VOJNO DELO (opštevojni teorijski časopis) izlazi dvomesečno. Godišnja pretplata 40,00 dinara, polugodišnja pretplata 20,00 dinara.

Broj primeraka časopisa koji se naručuje upisati u narudžbenicu i poslati na adresu: NIU »VOJSKA«, Birčaninova 5, 11002 Beograd.

Za pretplate fizičkih lica ne dostavljamo fakture. Poručioци uplaćuju iznos pretplate na žiro-račun NIU »VOJSKA«: 40823-849-0-2393 (sa naznakom za koji časopis) i šalju primerak uplatnice uz narudžbenicu.

U slučaju spora nadležan je Drugi opštinski sud u Beogradu.

Časopise slati na adresu:

Kupac
(prezime i ime, naziv ustanove i broj telefona)

Mesto ul. br. ..

Dana: 199..... god.

M.P.

.....
Potpis naručioca

Vojnotehnički glasnik je stručni i naučni časopis Vojske Jugoslavije.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku vidova, rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, organizaciju i stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i usavršavanju pripadnika Vojske Jugoslavije.

Članak se dostavlja Redakciji u dva primerka, a treba obavezno da sadrži: propratno pismo sa kratkim sadržajem članka, članak, spisak grafičkih priloga, spisak literature i podatke o autoru.

U propratnom pismu treba istaći da li se radi o originalnom, naučnom, stručnom radu ili kompilaciji, koji su grafički prilozi originalni, a koji pozajmljeni.

Članak treba da sadrži rezime (u najviše osam do deset redova), i ključne reči na srpskom i engleskom jeziku, uvod, razradu i zaključak. Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinskim proredom). Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama. Matematičke izraze, koji se ne mogu pisati mašinom, ispisati rukom, pri čemu voditi računa o tačnom pisanju slova grčke azbuke, o velikim i malim slovima, o indeksima i eksponentima. Redosled obrazaca (formula) označavati rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Ne treba ih lepiti, već samo naznačiti njihovo mesto u tekstu. Crteže treba raditi tušem na paus-papiru. Tabele treba pisati na isti način kao i tekst, a označavati ih rednim brojevima sa gornje strane.

Spisak grafičkih priloga treba da sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicija na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama, a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja. Opširan pregled literature neće se prihvatiti.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima VJ.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, titulu, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro-račun banke i SO mesta stanovanja.

Rukopis slati na adresu: Redakcija »Vojnotehničkog glasnika«, 11002 Beograd, Birčaninova 5, VE-1.

LEKTOR

Dobrila Miletić, prof

KORICE

Milojko Milinković

KOREKTOR

Bojana Uzelac

Cena: 10,00 dinara

Tiraž: 1500 primeraka

Rešenjem Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, broj 413-00-222/95-0101 od 19. 06. 1995. godine časopis »Vojnotehnički glasnik« je oslobođen plaćanja opšteg poreza na promet proizvoda.
