

General-major
RATOMIR MILOVANOVIC, dipl. Inž.
(predsednik Saveta)

General-major
mr SAVA PUSTINJA, dipl. Inž.

General-major
RADOJICA KADIJEVIC, dipl. Inž.

General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. Inž.

Pukovnik
dr JUGOSLAV KODZOPELJIC, dipl. Inž.
(zamenik predsednika)

Profesor
dr JOVAN TODOROVIC, dipl. Inž.

Profesor
dr ZORAN STOJILJKOVIC, dipl. Inž.

Pukovnik
dr NIKOLA VUJANOVIC, dipl. Inž.

Pukovnik
dr VOJISLAV SORONDA, dipl. Inž.

Pukovnik
mr DESIMIR BOGDANOVIC, dipl. Inž.

Pukovnik
mr DRAGO TODOROVIC, dipl. Inž.

Pukovnik
dr SINISA BOROVIĆ, dipl. Inž.

Pukovnik
dr MILOŠ ČOLAKOVIĆ, dipl. Inž.

Pukovnik
mr ŽIVOJIN GRUJIĆ, dipl. Inž.
(sekretar Saveta)

Pukovnik
MILISAV BRKIĆ, dipl. Inž.

Pukovnik
MLADOMIR PETROVIĆ, dipl. Inž.

Potpukovnik
mr SAŠA MILUTINOVIĆ, dipl. Inž.

Potpukovnik
mr DRAGOMIR MRDAK, dipl. Inž.

Major
mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. Inž.

Major
RADOSLAV BABIĆ, dipl. Inž.

●
**GLAVNI I ODGOVORNI
UREDNIK**

Pukovnik
mr ŽIVOJIN GRUJIĆ, dipl. Inž.

TEHNIČKI UREDNIK
SLOBODAN MIHAJLOVIĆ

LEKTOR
DOBRILO MILETIĆ, prof.

KORICE
MIHAJLO STANKIĆ, dipl. Inž.

KOREKTOR
JOVAN ĐOKIĆ, dipl. Inž.

SEKRETAR REDAKCIJE
BRANKA STOJAKOV

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK — BEOGRAD, Bircaninova 5, VE-1. Telefoni: centrala 656-122, lokalni: odgovorni urednik 23-156, sekretar 23-156, pretplata 32-937, žiro račun: Vojnotehnički glasnik i novinski centar (za Vojnotehnički glasnik) 60623-849-2393 Beograd. Polugodišnja pretplata: za pojedince — 3.000.000 dinara, a za ustanove, preduzeća i druge organizacije — 9.000.000 dinara. Ru-kopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna štamparija — Beograd, Generala Ždano-va 40 b.

IZDAJE

**TEHNIČKA UPRAVA GENERALŠTABA
VOJSKE JUGOSLAVIJE**

**STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
VOJSKE JUGOSLAVIJE**

**VOJNOTEHNIČKI
glasnik**



5

S A D R Ź A J

Spec. Momčilo Dorović, major, dipl. inž.	489	Vremensko-diverziti radarski sistemi
Prof. dr Milan Kukrika, dipl. inž.	498	Generator relacionih baza podataka pete generacije MA-GIC II
Mr Nikola Bračika, potpukovnik, dipl. inž.	519	Programski sistem za određivanje proizvodne radne snage remontnih jedinica i ustanova VJ
Radmila Obrovački, dipl. inž.	536	Planiranje rezervnih delova za održavanje računarskih sistema
Mr Zoran Branković, major, dipl. inž.	544	Modeliranje procesa izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima
Mr Aleksandar Simonovski, potpukovnik, dipl. inž.	554	Zapaljiva borbeni sredstva i mere zaštite
Dr Miodrag Živković, major Rade Biočanin, potpukovnik	568	Trovanje ugljen-monoksidom pri ronjenju i mere zaštite

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

S. Živković, dipl. inž.	573	Letelice koje koriste efekt tla
P. Marjanović	581	Višecevni raketni bacači zapadnih zemalja
B. Janković, dipl. inž.	590	Laserski označivači cilja

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

593	Automatska vatrena tačka ASPIC francuske firme THOMSON-CSF za PVO raketne sisteme na vozilima
594	Kineski protivavionski sistem na nivou brigade SISTEM 390
594	Izraelski mobilni sistem za PVO ADAMS/HVSD
594	Pasivni akustični PVO sistem HELISPOT MK2 izraelske firme RAFAEL
595	Magnetni senzor MA2770 za britanski sistem daljinske detekcije nasilnih upada CLASSIC
596	Britanski kolimatorski nišan SA80 RING SIGHT
596	Švedsko-francuska protivoklopna artiljerijska kasetna municija BONUS
597	Razvoj francuskog vodenog protivoklopnog projektila AC3G-MP
598	Razvoj novog kineskog raketnog projektila za višecevni bacač WM-80

- 598 Nova britanska PVO raketa STARBURST
- 599 Prva kanadska patrolna fregata HALIFAX
- 599 Švedske podmornice klase GATLAND sa STIRLING pogonom
- 600 Italijansko-američki avion za osnovnu i prelaznu obuku »S 211 A«
- 600 Francusko-britanska izviđačka bespilotna letelica MART
- 601 Francusko-nemački izviđački sistem BREVEL na bazi bespilotne letelice

VREMENSKO-DIVERZITI RADARSKI SISTEMI

Rad tretira suštinu vremensko-diverziti metode radiolokacije, koja je danas u aplikacijama savremenih radarskih sistema, kao direktan odgovor na brz razvoj radarskih ciljeva, postala vrlo aktuelna. Kroz komparativni prikaz, sa klasičnim monostatičkim radarskim sistemima, istaknute su prednosti vremensko-diverziti radarskih sistema (povećana daljina otkrivanja, smanjenje efekata ometanja i tačnije određivanje ugaoih koordinata ciljeva). One se postižu na račun povećanog odnosa S/N, koji se dobija dodatnom unutarimpulsnom integracijom niza reflektovanih impulsa od ciljeva u osmatranom prostoru.

Pristup problemu

Radarski diverziti (prostorni, frekvencijski, vremenski i njihove kombinacije) jesu proizvod razvoja radiolokacije i direktan su uzrok, ili posledica, razvoja radarskih ometača i radarskih ciljeva.

Svoju osnovnu misiju — istovremeno ili sukcesivno otkrivanje, određivanje i prezentovanje koordinata svih ciljeva u osmatranom prostoru, radarski sistemi ostvaruju pretraživanjem prostora, koje, u osnovi, može biti serijsko ili paralelno. Pretraživanje prostora nije ništa drugo do premeštanje antenskog dijagrama po njemu. Potreba da antenski dijagram što brže pretražiti dati prostor, kako bi se dobio što veći broj informacija o ciljevima u jedinici vtremena, jeste suprotna potrebi da cilj reflektuje bar minilamni broj impulsa ($n_{\min}$), čime se obezbeđuje potrebna verovatnoća otkrivanja ciljeva, a što, opet, zahteva sporo pretraživanje prostora.

Vremensko-diverziti radarski sistemi donekle mire ovako suprotne zahteve. Ali, pre nego što se upoznamo sa njihovom suštinom, razmotrimo uzroke njihovih nastanaka, tj. problema u radiolokaciji koji su uzrokovali njihovu pojavu.

Pojava vrlo brzih ciljeva (preko 2 Maha¹⁾), nametnula je zahtev pred radarske sisteme da se detektuju i što tačnije određuju njihove koordinata na što većim daljinama. Drugim rečima, da bi radiolokacija savremenih — vrlo brzih ciljeva, uopšte imala svrhe, radarski sistemi za osmatranje vazdušnog prostora moraju biti precizni i imati što veći domet.

Na prvi pogled, iz jednačine za domet klasičnog impulsnog radara [1, 2, 4, 5]:

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_i \tau_i G_r^2 \sigma_c \lambda}{64 \pi^3 P_{r \min}}}, \quad (3.1)$$

uočavamo da se domet može povećati na sledeći način:

- povećanjem impulsa snage predajnika — P_i , što je ograničeno tehnološkim i ekonomskim mogućnostima;
- povećanjem trajanja predajnog impulsa — τ_i , od čega zavisi minimalni domet, odnosno rezolucija po daljini ($R_{\min} = \Delta R = c\tau_i/2$). Dakle, povećanjem trajanja impulsa pogoršavaju se karakteristike radarskih sistema, što se može izbeći primenom tzv. metoda vremenske kompresije radarskih signala;

¹⁾ Jedinica za brzinu letilice 1 Mah ≈ 1.224 km/čas

- *povećanjem faktora pojačanja antene* — G , što zahteva antene velikih dimenzija. Kako su, međutim, dimenzije antena često ograničene, pribegava se izboru najvećih mogućih, uz smanjenje talasne dužine signala — λ ;
- *povećanjem osetljivosti prijemnika* — P_{pmin} , što zahteva ugradnju skupocenih VF pojačala sa malim koeficijentom šuma i velikim pojačanjem kao prvi stepen pojačanja u prijemnom traktu i usaglašeni pojasni propust.

Iz prethodne analize zaključujemo da su mogućnosti povećanja dometa radarskih sistema klasičnim metodama iscrpljene. Uz to, treba istaći da radarske površine savremenih ciljeva drastično padaju, pa utoliko problem povećanja dometa radarskih sistema postaje teži.

Da bi se ugaone koordinate ciljeva (β i ϵ) mogle odrediti što tačnije, potrebno je da antenski dijagram radarskih sistema budu što usmereniji. To se postiže antenskim sistemima velikih dimenzija ili, pak, velike složenosti, a što je za mobilne varijante teško ostvarivo. Tačnost određivanja ugaonih koordinata može se povećati i povećanjem brzine pretraživanja, što smanjuje verovatnoću otkrivanja ciljeva (smanjuje se broj reflektovanih impulsa od cilja — manji odnos S/N).

Kod impulsivnih sistema tačnost određivanja koordinata, pogotovu brzih ciljeva, zavisi i od frekvencije obnavljanja podataka. Podaci o brzim ciljevima sa niskom frekvencijom obnavljanja su neprecizni — sa velikim greškama. Frekvenciju obnavljanja podataka o ciljevima snižava i dijagram sekundarnog zračenja samog cilja, a i sam antenski dijagram usmerenosti, koji zbog uticaja refleksija od zemlje ima lepezastu strukturu.

Brzina pretraživanja prostora može se povećati, uz održanje približno istog

broja reflektovanih impulsa od ciljeva, povećanjem širine antenskog dijagrama ili povećanjem impulsne frekvencije — f_i . Međutim, povećanje širine antenskog dijagrama smanjuje tačnost određivanja koordinata ciljeva, dok povećanje impulsne frekvencije skraćuje prijemnu periodu, odnosno domet radara ($f_i < c/2R_{max}$), što je neprihvatljivo.

Prethodna analiza pokazuje da razvoj savremenih (brzih) ciljeva pred projektante radarskih sistema ističu sledeće primarne zahteve:

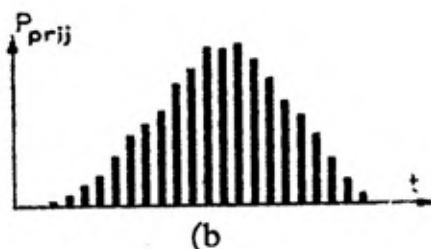
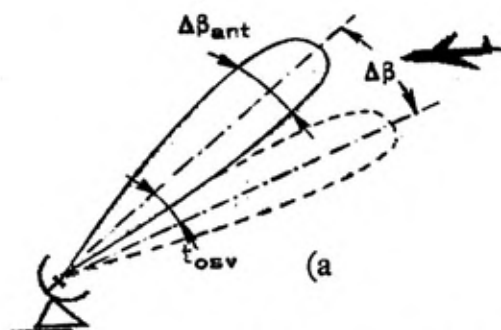
- *ostvarivanje velike verovatnoće detekcije ciljeva i na što većim daljinama*, što zahteva sporo pretraživanje prostora, i
- *ostvarivanje visoke frekvencije obnavljanja informacija o ciljevima*, radi što tačnijeg određivanja njihovih koordinata, a što zahteva brzo pretraživanje prostora.

Ovakve suprotne zahteve o brzini pretraživanja prostora uspešno je rešila vremensko-diverziti metoda radiolokacije. No, kako se njeni dobici ostvaruju zahvaljujući integraciji prijemnih impulsa, prvo ćemo razmotriti kako se i zbog čega vrši integracija?

Integracija prijemnog impulsnog signala

Zavisno od širine antenskog dijagrama, za vreme osvetljavanja cilja (t_{osv}) od njega se reflektuje i stiže na prijemnu antenu niz impulsa (slika 1). Obvojnica impulsa može se aproksimirati Gaussovom krivom (slika 1.b).

Obrađivanje prijemnih impulsa svodi se na različite oblike »slaganja« i naziva se *integracijom*. Kod integracije se postupak otkrivanja zasniva na zajedničkom delovanju grupe impulsa. Broj impulsa je jednak broju reflektovanih im-



Sl. 1 — Formiranje kolone prijemnih impulsa [4]

pulsa od cilja za vreme njegovog jedno-kratnog »osvetljavanja« (t_{osv}) i za tačkasti cilj iznosi [4,5]:

$$n_i = \frac{\Delta\beta \cdot f_i}{6 \cdot n_a}, \quad (3.2)$$

gde je: n_i — broj impulsa po cilju; f_i — impulsna frekvencija; $\Delta\beta$ — širina antenskog snopa na pola snage, i n_a — broj obrtaja antene u minutu.

Integracijom impulsa reflektovanih od cilja poboljšava se odnos S/N, jer se signali sabiraju algebarski ili skoro tako, dok se signali šuma, zbog slučajnog karaktera, sabiraju statistički.

Pri obradi signala u MF delu prijemnika vrši se tzv. koherentna integracija, što zahteva sačuvanje faznog odnosa prijemnog signala. Zbir n impulsa jednakih amplituda biće n -struki, dok će zbir n uzoraka šumnog signala imati $\sqrt{n}$ puta veću standardnu devijaciju od standardne devijacije jednog od uzoraka pre integracije. Snaga signala će posle integracije biti n^2 puta veća, a snaga šuma samo n puta. Dakle, uz pretpostavku da su svi reflektovani impulsi od cilja jednakih amplituda, dobija se odnos S/N:

$$(S/N)_n = n(S/N)_1, \quad (3.3)$$

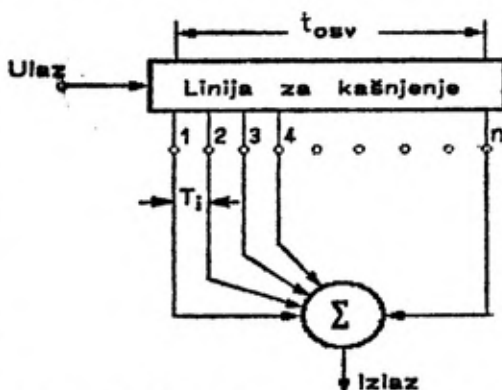
gde je: $(S/N)_n$ — odnos S/N posle koherentne integracije; $(S/N)_1$ — odnos S/N jednog impulsa.

Integracija se može vršiti i iza detektora, na video frekvenciji. Tada se gubi informacija o fazi i to je tzv. nekoherentna ili videointegracija. Naravno, ona je i manje efektivna, pa je faktor poboljšanja:

$$a_n = n^e = \frac{(S/N)_n}{(S/N)_1}. \quad (3.4)$$

Tipična vrednost faktora poboljšanja [7] $\epsilon \approx 0.8$, a granice su 0.7 i 0.9. Za veće verovatnoće lažne uzbune ϵ je bliži donjoj, a za manje gornjoj granici. Za veći broj impulsa faktor poboljšanja teži asimptotskoj vrednosti kada je $a_n = \sqrt{n}$.

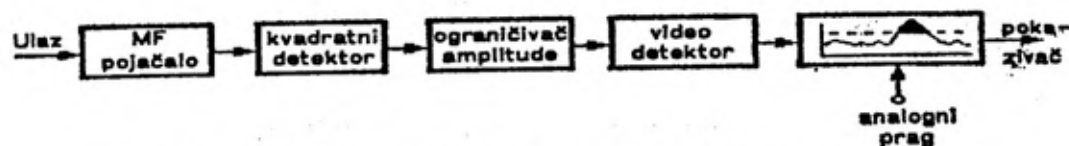
Kao integrator na videofrekvenciji može da posluži linija za kašnjenje (slika 2), koja ima osobinu da zadržava



Sl. 2 — Analogni integrator izveden sa linijom za kašnjenje

prijemne impulse za određeno vreme, i na taj način vrši akumulaciju njihove energije. Istu osobinu ima i fosfor na ekranu katodne cevi radarskog pokazivača (*perzistencija katodne cevi*), kao i ljudsko oko, ako se radarski signali prikazuju i primaju vizuelno.

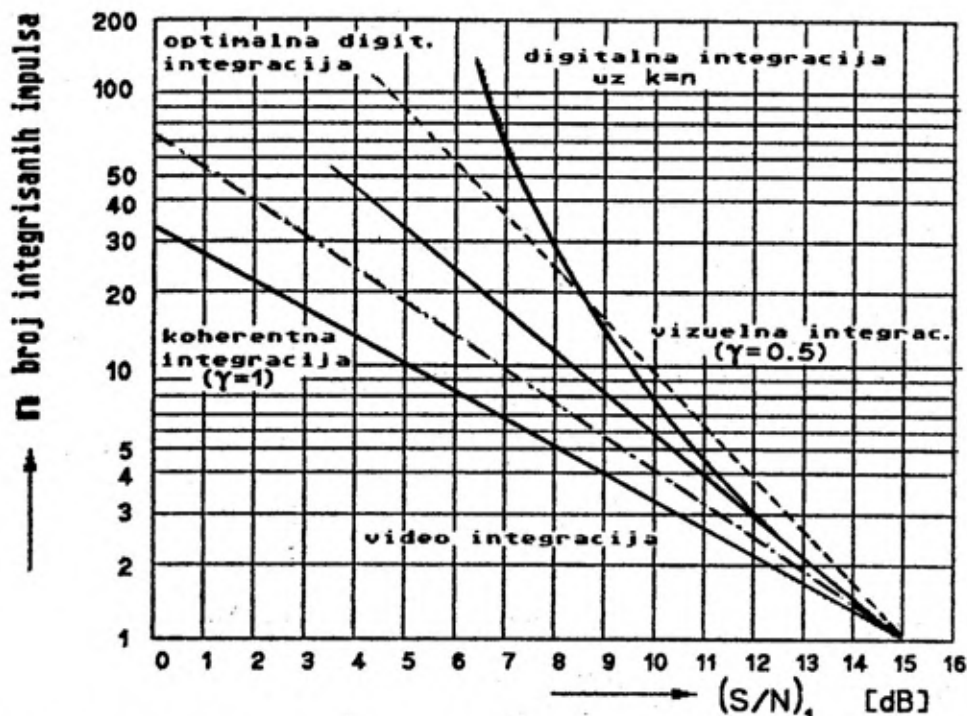
Primena videointegratora ima tri bitne prednosti. Prva je u povećanju verovatnoće otkrivanja. Druga je u potiskivanju slučajnih i nekih vrsta namernih smetnji, kada se ispred njega stavi alplitudni ograničavač, kao na slici 3.



Sl. 3 — Blok-shema radarskog prijemnika sa videointegratorom

Kod integracije pomoću linije za kašnjenje ukupno vreme kašnjenja jednako je vremenu integracije, a izvodi odgovaraju razmaku između dva impulsa — T_i . Broj izvoda u tom slučaju jednak je broju impulsa koji se sumiraju.

Amplitudni ograničavač dopušta na izlazu maksimalnu dinamiku signala od 10 dB, čime se postiže da jedan jak impuls smetnje ne daje velike efekte na izlazu, a istovremeno se integrator štiti od jakih ulaznih signala, koji ga preop-



Sl. 4 — Upporedni grafikoni različitih metoda-tehnika integracije za $D=0.9$ i $F=10^{-10}$ [7]

terećuju kada pređu njegov dinamički opseg. Treća prednost je u tome što se povećava mogućnost prikazivanja signala reflektovanih od ciljeva na PPI pokazivačima sa ograničenom dinamikom.

Integracija na videofrekvenciji može se vršiti digitalno, uz prethodnu digitalizaciju video signala.

Na slici 4 dati su uporedni grafički osnovnih metoda — tehnika integracije, kao i veza između broja integriranih impulsa i odnosa S/N , pre obrade, da bi se posle integracije postigla jednaka verovatnoća detekcije cilja i lažne uzbune. Poređenje je dato za slučaj fluktuirajućih signala i slučaj smetnji kod koje nema korelacije od impulsa do impulsa.

Najefektnija metoda integracije je koherentna i njoj pripadajuća kriva (linearna integracija $a_n = n$) jeste granica koja se uopšte može postići, a obrada signala, kao što je poznato, vrši se u MF delu prijemnika.

Druga kriva je optimalne videointegracije. Vidi se da razlika u potrebnom odnosu S/N uz isti broj integriranih impulsa raste s brojem impulsa i to na štetu videointegracije.

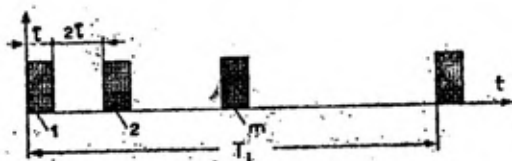
Optimalni korelaciono-digitalni detektor, s optimalno podešenim digitalnim pragom ima krivu koja je skoro paralelna krivoj videointegracije.

Na slici je prikazana i kriva vizuelne integracije (faktor poboljšanja $a_n = \sqrt{n}$) pomoću katodne cevi. Ova metoda integracije je najneefektivnija

Korelaciono-digitalni detektori sa konstantnom vrednošću praga $k=n$, za male odnose S/N , imaju malu efektivnost. Između njima pripadajuće krive i krive optimalno-korelacionog digitalnog detektora nalaze se sve krive za $K_{op} \leq K \leq n$. Delovanje smetnji uzrokuje povišenje digitalnog praga, što dovodi do smanjene efektivnosti korelacionog digitalnog detektora, ali je za $n \leq 20$ još uvek bolji od vizuelnog integratora ili, makar, jednak njemu.

Opšte o vremensko-diverziti radarskim sistemima

Pod *vremensko-diverziti radiolokacijom* podrazumevamo radarsku metodu otkrivanja i određivanja koordinata objekata u prostoru, ne pomoću jednog predajnog impulsa u vremenskoj periodi T_i kao kod klasičnog impulsnog radara, već pomoću dva ili više impulsa unutar nje (slika 5). Niz od m predajnih impulsa, gde je $m \leq 2$, vremenski pomaknutih za par τ_i (τ_i — širina impulsa), upućuju se u prostor, pa kao takvi, reflektovani od ciljeva, dolaze u prijemnik. Broj impulsa u nizu ograničen je maksimalnim dometom radara, odnosno impulsnom frekvencijom. Poslednji impuls reflektovan od cilja na maksimalnom dometu, biće od koristi samo ako stigne u prijemnik unutar perioda T_i , odnosno pre njegovog zatvaranja.



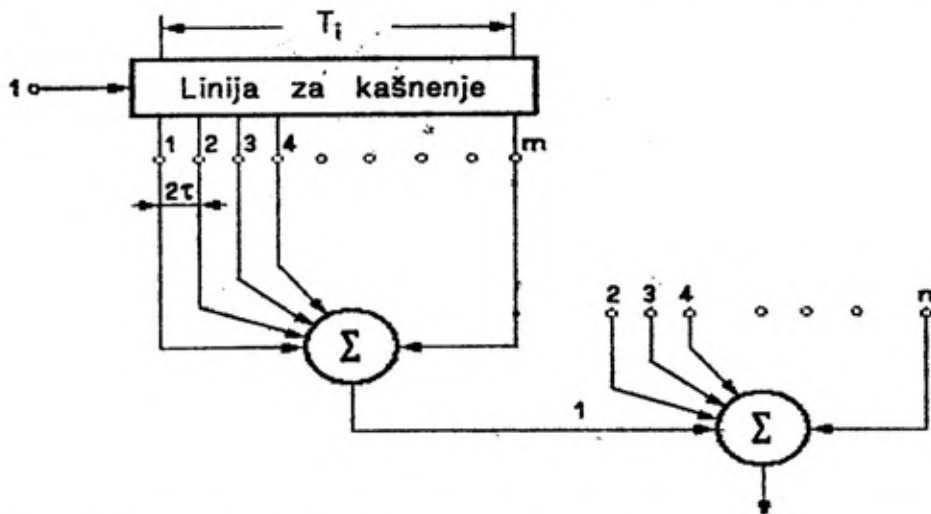
Sl. 5 — Predajni signal vremensko-diverziti radarskih sistema

Vremensko-diverziti radarski sistemi na račun m predajnih impulsa, u vremenskoj periodi, T_i , za razliku od klasičnih impulsnih radarskih sistema, imaju znatne dobitke u: dometu, verovatnoći otkrivanja ciljeva i tačnosti određivanje ugaonih koordinata.

• *Povećanje dometa* ostvaruje se na račun integracije prijemnih impulsa. U prethodnom poglavlju opisali smo princip integracije signala unutar ciklusa pretraživanja i pokazali kako se na račun toga, zavisno od broja reflektovanih impulsa, znatno povećava odnos S/N . Međutim, kod vremensko-diverziti radarskih sistema imamo i dopunsku integraciju — integraciju impulsa reflektovanih od cilja unutar impulsne periode T_i , odakle i naziv *unutarimpulsna*

integracija. Analogni integrator sa slike 2 se u tom slučaju dodatno »komplikuje« utoliko što svaki izvod dobija po dodatni integrator za obavljanje unutar-impulsne integracije (slika 6). Efekt ove integracije je povećanje odnosa S/N za m puta.

• Povećanje verovatnoće otkrivanja ciljeva kod vremensko-diverziti radarskih sistema zasnovano je na povećanju odnosa S/N. Ako predajnik vremensko-diverziti radarskog sistema generiše m predajnih impulsa unutar T_i , na račun toga se u prijemniku dobije m puta ve-



Sl. 6 — Analogni integrator vremensko-diverziti radarskih sistema

Isti efekt bi se postigao i povećanjem impulsne snage predajnika za m puta. No, kako je to povećanje ograničeno ekonomski i tehnološki, to je povećanje dometa primenom vremensko-diverziti metode radiolokacije daleko jednostavnije i ekonomičnije.

Ukoliko su sve ostale karakteristike ostale neizmenjene, prema jednačini 3.1 može se odrediti iznos povećanje dometa na račun ove metode:

$$\Delta R = R_{\max} (\sqrt[m]{m} - 1), \quad (3.5)$$

gde je $R_{\max}$ — maksimalni domet klasičnog impulsnog rada, i m — broj vremensko-diverziti predajnih impulsa.

Dakle, povećanje dometa proporcionalno je $\sqrt[m]{m}$, pa tako npr. za $m=5$ povećanje dometa iznosi 1,495 puta ili 49,5%.

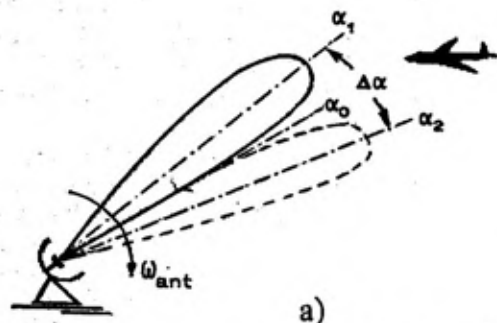
či odnos S/N, odakle je povećanje verovatnoće otkrivanja ciljeva jednako razlici:

$$\Delta D = D_{vd} - D, \quad (3.6)$$

gde je D_{vd} — verovatnoća otkrivanja ciljeva vremensko-diverziti radarskih sistema, za odnos $m(S/N)$, a D — verovatnoća otkrivanja ciljeva odgovarajućeg klasičnog impulsivnog radara, za odnos S/N.

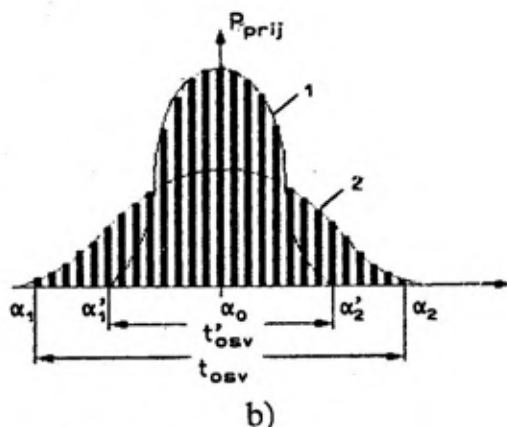
• Tačnije određivanje ugaoih koordinata kod vremensko-diverziti radarskih sistema takođe se zasniva na povećanju odnosa S/N. Zadržavanjem istog odnosa S/N, odnosno iste verovatnoće otkrivanja ciljeva, vremensko-diverziti metoda radiolokacije, u poređenju sa klasičnim impulsnim radarima, omogućava povećanje brzine pretraživanja prostora. Mera smanjenja vremena osvetljenosti ciljeva ($\Delta t = t_{osv} - t'_{osv}$), što

ilustruju i Gaussove krive na slici 7b, direktno je proporcionalna smanjenju neodređenosti ugaonih koordinata. Naravno, mera smanjenja neodređenosti ugaonih koordinata nije ništa drugo do mera povećanja tačnosti određivanja ugaonih koordinata.



Iz radarske jednačine (3.1) za slobodni prostor, dobijamo izraz za prijemni signal:

$$P_{\text{pri,j}} = \frac{P_i \tau_i G_r^2 \lambda^2 \sigma_c}{(4\pi)^3 R^4} \quad (3.8)$$



Sl. 7 — Određivanje ugaonih koordinata cilja:
a) prostorni odnos; b) niz prijemnih impulsa reflektovanih od cilja

PEZ vremensko-diverziti radarskih sistema

Veća zaštita od ometanja vremensko-diverziti radarskih sistema u odnosu na klasične radarske sisteme zasniva se na povoljnijem *energetskom bilansu*.

Kako osetljivost klasičnog radarskog sistema zavisi od koeficijenta šuma prijemnika, to minimalni signal ometanja mora iznositi:

$$P_{\text{om}} = \gamma \cdot P_{\text{pri,j}} \quad (3.7)$$

gde je γ — koeficijent ometanja; $P_{\text{pri,j}}$ — prijemni signal reflektovan od cilja, i P_{om} — signal ometača na mestu prijemnika.

Kako se vremensko-diverziti metodom radiolokacije praktično na mestu prijemnika dobija onoliko puta jači prijemni signal koliko ima impulsa unutar perioda T_i , nameće se zaključak da je, ostale iste uslove, ometaču, za postizanje istog efekta, potrebna isto toliko puta veća snaga.

Ometački signal u radarskom prijemniku, u slučaju kada se ometač nalazi u blizini cilja, dobijamo iz jednačine za prostiranje elektromagnetskih talasa u slobodnom prostoru [10]:

$$P_{\text{pri,j.o}} = \frac{P_o G_r G_o \lambda^2}{(4\pi R)^2} \cdot \frac{B_r}{B_o} \cdot \eta_1 \eta_2 \quad (3.9)$$

gde je: P_o — predajna snaga ometača koja odgovara propusnom opsegu (W/Hz); G_r — pojačanje antene radara; G_o — pojačanje antene ometača; R — udaljenost ometača (m); B_r — širina propusnog opsega radara (Hz); B_o — širina frekvencijskog spektra ometača; η_1 — faktor nepoklapanja antenskih dijagrama (0÷1).

Upoređivanjem jednačina 3.8 i 3.9 možemo zaključiti sledeće:

— snaga prijemnog signala od cilja raste smanjenjem udaljenosti sa četvrtim stepenom udaljenosti $1/R^4$;

— snaga prijemnog signala ometača pada sa drugim stepenom udalje-

nosti $1/R^2$, pa zbog toga, povećanjem udaljenosti, potrebna snaga za efikasno ometanje pada.

Ako se ometač sa konstantnom izlaznom snagom nalazi na cilju, onda je, na određenoj udaljenosti od radarskog sistema, signal reflektovan od cilja jednak signalu ometača. Približavljem cilja, prijemni signal reflektovan od njega postaje jači od ometačkog, pa ometanje postaje neefikasno.

Izjednačavanjem jednačina 3.8 i 3.9, odnosno kada je $P_{\text{pri}} = P_{\text{pri},0}$, dobijamo:

$$\frac{P_i \tau_i G_r \lambda^2 \sigma_c}{(4\pi)^3 R^4} = \frac{P_o G_r G_o \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2} \cdot \frac{B_r}{B_o} \cdot \eta_1 \eta_2, \quad (3.10)$$

odakle dolazimo do izraza za tzv. *samozaštitnu daljinu* radarskog sistema

• U slučaju kada se ometač nalazi na cilju ($R_r = R_o$), ona iznosi:

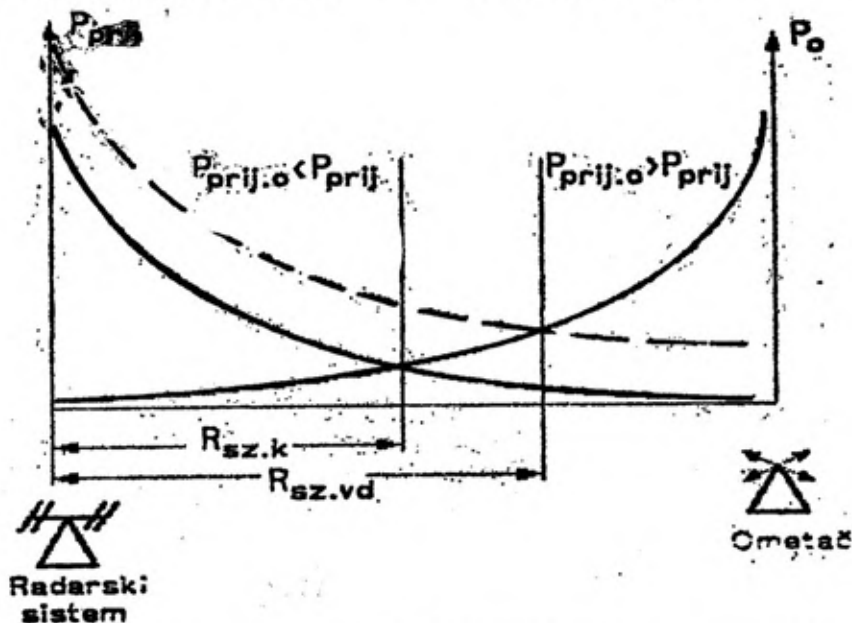
$$R_{\text{sz},1} = \sqrt{\frac{P_i \tau_i G_r B_o \sigma_c}{4\pi P_o G_o B_r \eta_1 \eta_2}}. \quad (3.11)$$

• U slučaju ako se ometač ne nalazi na cilju, već vrši ometanje iz neke zone, kada je dakle $R_r \neq R_o$, ona iznosi:

$$R_{\text{sz},2} = \sqrt[4]{\frac{P_i \tau_i G_r R_o^2 B_o \sigma_c}{4\pi P_o G_o B_r \eta_1 \eta_2}}. \quad (3.12)$$

Proračunom za konkretan radarski sistem, ometač i cilj pomoću jednačina 3.8 i 3.9 može se konstruisati dijagram raspodele snage na pravcu radarski sistem — ometač (cilj), kao što je to ilustrovano na slici 8. Mesto preseka krivih, gde je zapravo $P_{\text{pri}} = P_{\text{pri},0}$, zovemo *ravnosignalnom tačkom*. U području levo od nje, gde je $P_{\text{pri}} > P_{\text{pri},0}$, ometanje nema efekta, dok je u području desno od nje, $P_{\text{pri}} < P_{\text{pri},0}$, i u njemu je ometanje efikasno.

Na slici 8 dati su uporedni dijagrami raspodele snage na pravcu radarski sistem — ometač (cilj) za klasični impulsni radarski sistem (puna linija) i vremensko-diverziti radarski sistem (isprekidana linija). Sa slike se vidi da je samozaštitna daljina vremensko-diverziti radarskog sistema veća, tj. veća je zona u kojoj je ometanje neefikasno. Koliko je ta zona veća zavisi od slučaja do slučaja, što se može odrediti pomoću izraza 3.11 ili 3.12.



Sl. 8 — Samozaštitna daljina klasičnog impulsnog ($R_{\text{sz},k}$) i vremensko-diverziti radarskog sistema ($R_{\text{sz},vd}$)

Zaključak

Potreba za otkrivanjem savremenih ciljeva, koji svakim danom postaju sve brži, a njihova radarska površina sve manja, na što većoj udaljenosti, kao i potreba za ispunjenjem misije radara u uslovima delovanja savremenih ometača, utiču na uvođenje kvalitativno novih radarskih sistema i metoda radiolokacije.

Vremensko-diverziti radarski sistemi, koji, iako poznati otkad i klasični — monostatički radari, tek danas, zahvaljujući naglom razvoju ometača, dostižu svoju punu afirmaciju.

U radu je pokazano da vremensko-diverziti radarski sistemi, iako složeni i skuplji od klasičnih radarskih sistema, jer imaju znatno komplikovanije predajne i prijemne podsisteme, zbog niza prednosti opravdano imaju sve veću primenu. Analizom je pokazano da vremensko-diverziti radarski sistemi, u odnosu na adekvatne klasične radarske sisteme, imaju: *veći domet, veću verovatnoću pravilnog otkrivanja ciljeva, manju osetljivost na smetnje i veću tačnost u određivanju koordinata ciljeva.* Sve ove prednosti zasnivaju se na većem odnosu S/N, odnosno većem energetskom potencijalu, a što se postiže unutarimpulsnom integracijom prijemnih signala.

Literatura:

- [1] Skolnik, M. I.: RADAR HANDBOOK, McGraw-Hill Co., Inc., New York, 1970.
- [2] Barton, K. B.: RADAR SYSTEM ANALYSIS, Prentice-Hall, Inc. 1967.
- [3] Barton, K. B. & Ward, R. H.: HANDBOOK OF RADAR MEASUREMENT, Prentice Hill, Inc. 1969.
- [4] Berkovitz, S. R.: MODERN RADAR, ANALYSIS, EVALUTION AND SYSTEM DESING, John Wiley & Sons, Inc. 1965.
- [5] Hovanssian, A. S.: RADAR DETECTION AND TRACKING SYSTEMS, Artech House, Inc. 1982.
- [6] Bogdanović, M.: OSNOVE RADARSKE TEORIJE, CVTŠ KoV JNA, »General armije Ivan Gošnjak«, Zagreb, 1989.
- [7] Zentner, E.: RADIOKOMUNIKACIJA, »Školska knjiga«, Zagreb, 1980.
- [8] Milanović, R. D.: RADIOLOKACIJA — Radarski ciljevi i domet radara, »Naučna knjiga«, Beograd, 1976.
- [9] Razingar, A.: PEZ RADARSKIH UREĐAJA (Lekcije — Poslediplomski studij PEO), TVA KoV JNA, Zagreb, 1980.
- [10] Razingar, A.: RADARSKI OMETACI (Lekcije — Poslediplomski studij PEO) TVA KoV JNA, Zagreb, 1980.
- [11] Đorović, M.: RADARSKI DIVERZITI (Seminarski rad — Poslediplomski studij — Specijalizacija RRT), TVA KoV JNA, Zagreb, 1981.
- [12] Đorović, M.: PROSTORNO-DIVERZITI RADARSKIH SISTEMI, »Vojnotehnički glasnik«, Beograd, 3/1993.
- [13] Đorović, M.: FREKVENCIJSKO-DIVERZITI RADARSKIH SISTEMI, »Vojnotehnički glasnik«, Beograd, 4/1993.

GENERATOR RELACIONIH BAZA PODATAKA PETE GENERACIJE MAGIC II

Ovaj rad posvećen je CAP (Computer Aided Programming), generatoru aplikacija i razvojnom sistemu za relacione baze podataka pod nazivom MAGIC (ili, službenije, MAGIC II). MAGIC II predstavlja pravu alternativu konvencionalnim programskim jezicima za razvoj baza podataka. Programer u MAGIC-u, koristeći mali skup operacija (svega trinaest) i nekoliko funkcionalnih tipki može razviti složenu aplikaciju koja sadrži prozore, menije, i višelinijne prikaze. Konačno, rad sa pravilima umjesto sa programerskim kodom omogućava programeru da se maksimalno koncentriše na traženje optimalnog rješenja samog problema, umjesto da se bavi detaljima realizacije.

Uvod

Prvi računari bili su namijenjeni, prije svega, za izvođenje komplikovanih proračuna. Mogli su izračunavati, na primjer, putovanje artiljerijskih zrna ili simulirati stanje nakon eksplozije atomske bombe, ali su pri tom baratali prilično malom količinom numeričkih podataka.

Međutim, u svakodnevnom životu čovjek želi obavljati relativno jednostavne operacije sa velikim brojem podataka.

U većini ustanova svakodnevno je prisutan rad sa nekim oblikom registra — bilo da su to podaci o strankama, razni kartoni, materijalne stavke ili bilo kakva realizacija tekućih poslova kroz izvršenje plana i programa. Praktično, stalno se slažu, umeću i pretražuju kartice. Dok je broj kartica malen, taj posao i ne izgleda tako težak. Međutim, sa povećanjem njihovog broja, korištenje postaje enormno teško. Na primjer, dok se po indeksima, rednom broju ili naslovima može još i naći pojedini važan podatak, pretraživanje po većem broju zahtjeva postaje krajnje neugodan posao.

Osim unosa i ispisa podataka, njihovog pretraživanja po određenim ključevima, sortiranja, klasificiranja i grupiranja, potrebno je podatke i dalje

obrađivati (sumirati, oduzimati, dobijati procenat, tražiti i nalaziti određena salda, upotređivati ih, itd). Svi ovi poslovi oduzimaju mnogo vremena i podrazumijevaju dug, iscrpljujući i, u krajnjoj liniji nehuman rad.

Pouzdana i efikasna informaciona struktura koja osigurava da se prava informacija dobije na pravom mjestu u pravo vrijeme od velikog je značaja za donošenje odluka i efikasnost organizacija. Sve više organizacija pridaje informacijama značajan jednak kapitalu, sirovinama ili sredstvima za proizvodnju.

U praksi je, na žalost, čest slučaj da razvijeni informacioni sistemi nisu u stanju da zadovolje zahtjeve krajnjih korisnika za informacijama u dovoljnoj mjeri i dovoljno brzo.

Profesionalci koji razvijaju informacione sisteme suočeni su sa spupom problema koji se zajednički imenuju kao »kriza softvera«. Sa stanovišta krajnjeg korisnika razvojne faze (analiza, dizajn i programiranje) traju predugo. U studiju IBM-a (Xephon, 1983) istaknuto je da se 33% korisnika pomirilo sa prosječnim kašnjenjem od tri godine. Martin spominje veliku banku sa zakašnjenjem od sedam godina.

Čini se da je pri razvoju složenijih projekata nemoguće izbjeći da se rokovi dovršenja znatno ne prekorače, a pred-

viđeni troškovi uvišestruče. Kada se informacioni sistem konačno uvede, nakon kratkog perioda rada pojavljuju se zahtjevi za njegovim izmjenama.

Činjenica je da zahtjevi na sistem rastu proporcionalno korisnikovom znanju o sistemu.

Održavanje postojećih aplikacija zahtijeva toliko vremena da se ne stignu razvijati nove. Osamdeset procenata troškova otpada na održavanje.

Sve to dovodi do gubljenja samopouzdanja korisnika.

Zahtjevi koje bi trebalo ispuniti su protivrječni. Trebalo bi razviti informacioni sistem što brže sa što manjim troškovima održavanja.

Na sreću, današnji razvoj, kako tehnologije, tako i metodologije, nudi niz mogućih rješenja kako bi se povećavala produktivnost projekatata i kasnije izmjene u sistemu ispunile što bezbolnije.

Jedno od tih rješenja je i MAGIC, koji je predmet ovog rada.

U drugom poglavlju biće objašnjeni neki od razloga zašto bi trebalo izabrati MAGIC. Bit će govora o pristupu kreiranju aplikacije, mogućnostima promjene, prenosivosti, te pouzdanosti i sigurnosti.

U trećem poglavlju biće opisana globalna građa MAGIC-a. Ovaj programski paket je generator relacione baze podataka koji se može koristiti u jednoj ili višekorisničkoj verziji. Minimalna računarska konfiguracija je PC XT (640 kbyte RAM-a), računarske mreže na kojima radi su NOVELL, IBM, LAN, 3COM, Netbios, a operativni sistemi su DOS (sve varijante), OS/2, UNIX VAX VMS, BIOS. Pošto MAGIC predstavlja nagradnju za odgovarajući FILE MANAGER (Btrieve, Ctree, itd.), obezbijeđena je potpuna portabilnost korisničkih aplikacija. Moguće je, dakle, na PC-u razviti kompletnu apli-

kaciju koja će se kasnije izvoditi na velikom višekorisničkom računarskom sistemu

Četvrto poglavlje opisuje razvoj aplikacije u MAGIC-u.

U petom i šestom poglavlju će se ukratko opisati pristup dizajniranju baze podataka koji obuhvata vizualne definicije, globalni rječnik tipova podataka, te mogućnosti verifikacije struktura podataka i automatske konverzije datoteka.

Sedmo poglavlje će za temu imati programsko okruženje. Opisat će se programski rječnik, automatski generator programa, te mogućnosti automatske provjere programa. Posebna pažnja posvetit će se mogućnostima kreiranja izvještaja, te komunikaciji sa krajnjim korisnikom.

Zašto baš MAGIC?

Ako se zna kakav je danas izbor programskih jezika (posebno onih koji su orijentisani na masovnu obradu podataka) i kakvi sve specijalistički programi postoje (podsjetimo se samo niza paketa — od kojih je najpoznatiji, svakako, kliper), onda bi odmah na početku trebalo navesti valjane razloge za prelazak sa dobro uhodanim i u praksi potvrđenih programa na MAGIC.

Svaki novi alat znači ogroman napredak u odnosu na stari. Činjenica je da se polje može obrađivati i lopatom i motikom, ali se postignuti učinak ne može porediti sa traktorom. Pitanje je samo od kojeg trenutka se upotreba traktora isplati.

Dva su osnovna pitanja veoma važna pri izboru paketa za razvoj aplikacija:

— Mogu li se ponuđeni alati upotrebiti za razvoj tako složenih aplikacija, kakve se već rade u nekom od postojećih, poznatih paketa?

— Da li se aplikacija može razviti u kraćem vremenskom roku?

Sa preko 20000 instalacija širom svijeta, te velikim brojem aplikacija koje su na njima razvijene, programski paket MAGIC sa sigurnošću može potvrdno odgovoriti na postavljena pitanja.

Australijski časopis »PC WEEK« je u martu 1989, u okviru izložbe PC 89. u Sidneju organizovao takmičenje za najbolji razvojni alat u području relacije baze podataka. (Posebna komisija je, nakon užeg izbora, odlučila da takmičenju pristupe Dataflex, Argnosis, Superbase 4, Informix, Smatware, Delta, Picksoft i MAGIC). Razrađen je obiman zadatak i dat rok od svega tri dana da se završi. Nakon toga prišlo se ocjenjivanju 4 kriterija:

- a) jednostavnost i brzina razvoja;
- b) performanse;
- c) integralnost podataka i njihova zaštita, i
- d) jednostavnost korišćenja aplikacije.

Mali MAGIC-ov tim predstavljali su Alexandra Drener (Izrael) i Clive Klugman, lokalni australijski distributer (!) MAGIC ne samo da je bio ukupno prvi, već je osvojio prvo mjesto u svim kriterijima!

Pokušaćemo ukratko navesti uočne prednosti i nedostatke MAGIC-a:

Pristup kreiranju aplikacije

Programski paket MAGIC II predstavlja potpuno različit i nov pristup razvoju aplikacija. Na koji način MAGIC II može udvostručiti performanse i fleksibilnost u odnosu na klasične baze podataka? To se postiže zahvaljujući primjeni posebnog generatora koji na osnovu skupa pravila, koje su definisali tvorci paketa, otvara i zatvara datoteke, ažurira sadržaje pojedinih polja, omogućava rad sa prozorima, sortira datoteke, kreira indekse, itd...

I pored toga, MAGIC II ne posjeduje nikakav programski jezik, a osnovna razlika u odnosu na konvencionalne

programske pakete je da MAGIC posjeduje ugrađeni editor za unos svih potrebnih informacija. Nadalje, MAGIC II ne pravi nikakve pretvorbe unesenih vrijednosti u stvarni ili virtuelni mašinski jezik. On ne koristi ni kompajler ni interpreter, već pravila ugrađenog mehanizma zaključivanja. To su karakteristike koje MAGIC svrstavaju u novu generaciju CAP (Computer Aided Programming) alata.

Cinjenica je da se složena aplikacija može razviti korišćenjem svega 13 operacija. Većinu operacija koje su sadržane u konvencionalnim programskim paketima (dBASE, ORACLE) MAGIC obavlja automatski. Stoga je za razvoj aplikacije u MAGIC-u potreban samo dio vremena koje bi se moralo potrošiti u konvencionalnim aplikacijama.

Ovakav pristup podrazumijeva vođenje brige o nizu detalja realizacije. U MAGIC-u se najveća pažnja posvećuje specifikaciji, koncentrišući se na to šta bi aplikacija trebalo da obavi, a ne i KAKO bi to trebalo obaviti. Onaj dio KAKO obaviće MAGIC sam.

Konačno, radeći radije sa pravilima nego sa linijama koda, bolje je da se programer koncentriše na sam problem nego na detalje vezane uz konkretno rješavanje, tako da krajnji korisnik može, uz minimalno prethodnu obuku, sam kreirati sopstvenu aplikaciju, orijentišući se, prije svega, na logičke veze među podacima, a potpuno zanemarujući njihov fizički izgled ili način pristupa.

Primjer za iznesenu tvrdnju je otvaranje i zatvaranje datoteke. U većini priručnika za baze podataka propisana su veoma stroga pravila za ove operacije. MAGIC zagovara drugačiji pristup. Ako je ta problematika toliko važna pustimo da je rješava računar (program), a ne da odgovornost prepustimo programeru. Pa, ipak, za one koji žele optimalizaciji svoj program MAGIC dopušta i pristup otvaranju i zatvaranju datoteka.

Drugi primjer je kontrola izvođenja programa. MAGIC II uglavnom radi u sekvencijalnom modu, ali programer ne mora voditi strogo računa o kontroli toka izvođenja programa, što je uobičajeno u većini drugih programskih jezika. U svakom proceduralnom jeziku programer mora definisati kontrolu toka izvođenja programa. U MAGIC-u sistem određuje redoslijed izvođenja većine operacija. Međutim, kada je to potrebno, i programeru se pruža šansa da odredi redoslijed događanja, ili definiše skup akcija koje bi trebalo provesti ako su ispunjeni određeni uslovi.

MAGIC ne samo da omogućava jednostavno kreiranje čak i najsloženijih aplikacija, nego i korišćenje dodatnih pomoćnih alata u toku razvoja aplikacija. Pošto programer ne stvara bi-bokakav programski kod, ne postoji ni potreba za posebnim editorom. Pošto su metode za rad sa prozorima sastavni dio sistema, ne postoji potreba za korišćenjem posebnih programskih paketa u te svrhe. Nadalje, ni kreiranje maski ne zahtijeva nikakav poseban alat. Sve što je potrebno sadržano je već u samom MAGIC-u.

Programeri koji su navikli da napisani programski kod odmah kompiliraju da bi uočili greške naći će u MAGIC-u idealan alat, pošto se nudi niz procedura za automatsko ispitivanje korektnosti definisanih tipova podataka, datoteka i programa.

Modifikacije

Potrebe za izmjenama u obradi podataka, usljed promijena u zahtjevima koji se postavljaju pred sistem za informisanje, svakim danom su sve veće. Što je informacioni sistem razvijeniji, to je promjene teže izvesti. Mnogi informacioni sistemi teško mogu da odgovore postavljenim novim zahtjevima zato što su podaci, kao osnova njihovog funkcionisanja, suviše striktno organizovani. Organizacija postojećih podata-

ka mora biti dovoljno elastična da omogućuje neprekdan razvoj sistema za obradu podataka, a da taj razvoj ne prate skupe i dugotrajne strukturne izmjene. Napomenimo da u klasičnoj obradi podataka izmjena strukture sloga prouzrokuje promjene u svim programima koji obrađuju taj slog. Uzrok tome je što je opis podataka, u tim slučajevima, integralni dio programa.

U određenom trenutku razvoja obrade podataka postavlja se pitanje na šta se troši više sredstava: na održavanje starih aplikacija ili na razvoj novih. Nakon izvjesnog vremena sva će se sredstva trošiti na održavanje.

MAGIC ovu problematiku rješava veoma jednostavno uvođenjem prethodno opisanih rječenika. Po izlasku iz tabele tipova podataka MAGIC automatski ispituje da li je bilo izmjena i o tome obavještava cijeli sistem, unoseći sam sve potrebne izmjene u strukture podataka i programe u kojima je došlo do promjene vrijednosti tipa! Po izlasku iz tabele dadoteka MAGIC uvijek ispituje da li je bilo izmjena u postojećoj strukturi (brisanje ili dodavanje novih polja), ili promjena veličine polja, pa ako jeste — pita za automatsko provođenje konverzacije podataka i zadržavanje kopije prethodne strukture!

Prenosivost

Važna osobina viših programskih jezika je njihova prenosivost, tj. mogućnost da se programi s malim ili nikakvim izmjenama izvode na računarima različitih tipova. U praksi, međutim, većina programskih jezika nije prenosiva, jer se oni dijelovi programa koji su ovisni o stroju (prikaz podataka na ekranu, rad sa datotekama, ulazno-izlazne operacije, itd.) ne daju jednostavno prilagoditi osobinama pojedinih računara. Veliki problemi nastaju pri implementaciji programskog jezika na određenom računaru. Pripreme, testiranje, dokumentacija, te održavanje bilo

kojeg programskog jezika zahtijevaju godine istraživačkog rada. Pokušaji primjene mnogih programskih jezika na novim tipovima računara završili su na taj način što se od daljine upotrebe tih programskih jezika potpuno odustalo.

Program napisan u MAGIC-u se sa malim modifikacijama može izvoditi na računarima različitih tipova, jer je jedna od najbitnijih osobina MAGIC-a neovisnost o operativnom sistemu, što se postiže izborom odgovarajućeg datotečnog sistema.

Zahvaljujući takvom konceptu MAGIC dobija sve više na značaju, a broj aplikativnih programa stalno se povećava.

Prenosivnost je jedan od glavnih razloga što se MAGIC sve više koristi i u području personalnih računara. Jednom razvijeni programski paketi na PC-u mogu se primjeniti na nove tipove računara čim se pojavi odgovarajući datotečni sistem za dotični stroj. Za sada MAGIC koristi sljedeće datotečne sisteme:

- BTRIEVE (MS-DOS, PS-TOS, ...) na personalnim računarima i u lokalnim mrežama (Novell);
- C-ISAM (B-TOS);
- CTREE (UNIX, VMS);
- MREŽE (NOVELL, ETERNETT, ...);
- KOMUNIKACIJE (PC $\longleftrightarrow$ HOST).

Rad na MAGIC je moguć na računarima pod operativnim sistemom MS DOS (od verzije 2.0 nadalje), OS/2, UNIX, VMS i CTOS. Stoga je minimalni hardware definisan sa PC (IBM kompatibilnim) od najmanje 640 Kbyte RAM i 700 Kbyte na hard disku. Radni sistem pri tome može biti (po želji) jednokorisnički ili višekorisnički. U višekorisničkom sistemu veza se ostvaruje uz podršku jedne od sljedećih mreža: Novell, 3Com, IBM LAN ili bilo koje verzije kompatibilne sa NETBIOS.

Pouzdanost i sigurnost

Ukoliko dođe do oštećenja datoteke kompletno obnavlja se i provodi preko Btrieve-utility RECOVER rutine koja se nalazi u tabeli Btrieve parametara (dohvat iz početnog ekrana sa F1-F3).

Dodatne prednosti MAGIC-a su:

- potpuna sloboda dizajna, što vode analitičari i programeri;
- dozvoljene funkcije na bilo kom nivou i u bilo kojem programu zavise samo od dizajnera;
- mogućnost programiranja tako da korisnik ima apsolutno pasivnu ulogu (isključivo rad sa oblicima koje je dao dizajner);
- potpuna sloboda za krajnjeg korisnika znači dohvat slijedećih modula:
- upita (Queries);
- izvještaja (Report generator).

Na kraju navedimo i neke od uočenih nedostataka.

Učenje MAGIC-a može predstaviti teškoću za one koji su navikli misliti na pristup razvoju aplikacije na način konvencionalnog korisničkog programa.

Iako je eliminisana potreba za proceduralnim jezicima, ipak ostaje obaveza provođenja studiozne systemske analize, definisanja strukture baze podataka, te razumijevanja redoslijeda zbivanja i međusobnog uticaja pojedinih komponenta.

Iako MAGIC oslobađa programera većine detalja kodiranja programa, to niukoliko ne olakšava posao oko kreiranja same baze i utvrđivanja koje potrebe krajnjeg korisnika bi aplikacija trebalo da zadovolji.

Ipak, prednost nad klasičnim pristupom je u tome što se ne mora odmah pronaći najbolje, tj. krajnje rješenje. Fleksibilnost MAGIC-a dopušta promjene u strukturi baze ili pripadnih pro-

grama u bilo koje vrijeme razvoja ili rada aplikacije. MAGIC je, dakle, idealno sredstvo za one koji vole razvijati aplikaciju po metodi »pokušaja i greške«. Aplikacije se mogu razvijati tako što će se prvo kreirati struktura baze podataka, a nakon toga i skup pripadnih programa, ili tako što će se krenuti od jednostavne aplikacije i kasnije je vremenom širiti, testirajući pri tome svaku fazu razvoja.

Osnovne informacije

MAGIC II je relacionala baza podataka koja podržava maksimalno 999 datoteka, a maksimalan broj polja je 2048. Veličina datoteke ograničena je jedino konkretnim operativnim sistemom i konfiguracijom na kojoj je predviđeno da se aplikacija izvodi. Kao ključevi mogu se koristiti polja, dijelovi polja ili različite kombinacije polja. Za svaku datoteku mogu se pri pretraživanju odrediti do 24 ključa, a svaki ključ može sadržati do 10 polja različitog tipa, čija ukupna dužina ne bi trebalo da pređe 240 bajta. Ključevi mogu biti jednostruki, višestruki, te jedno-segmentni i višesegmentni.

Datoteke se mogu međusobno povezivati (link), kako bi se spriječila bespotrebna redundandnost podataka. Povezivanje se provodi dinamički, unutar odgovarajućeg programa, a egzistira samo dok je to neophodno potrebno. Povezana datoteka je ekstenzija originalne datoteke koja se dobija uvođenjem polja ključeva iste dužine i tipa.

MAGIC II podržava šest osnovnih tipova podataka: numeričke, alfanumeričke, vremenske, datumske, logičke i memorijske. Korištenjem ovih osnovnih tipova programer može kreirati i dodatne tipove podataka prema želji, koristeći tzv. Rječnik tipova podataka. Na

osnovu različitih atributa numerički tip podataka se može podijeliti na sljedeće skupine: 2 bajtne integere, 4 bajtne long integere, te 4 bajtne realne i 8 bajtne prošireno realne tipove. Vrijeme i datum se spremaju kao long integer, tako da se nad ovim tipovima mogu primijeniti aritmetičke operacije. Memo tip je alfanumerički tip varijabilne dužine, predviđen za smještanje odgovarajućih komentara.

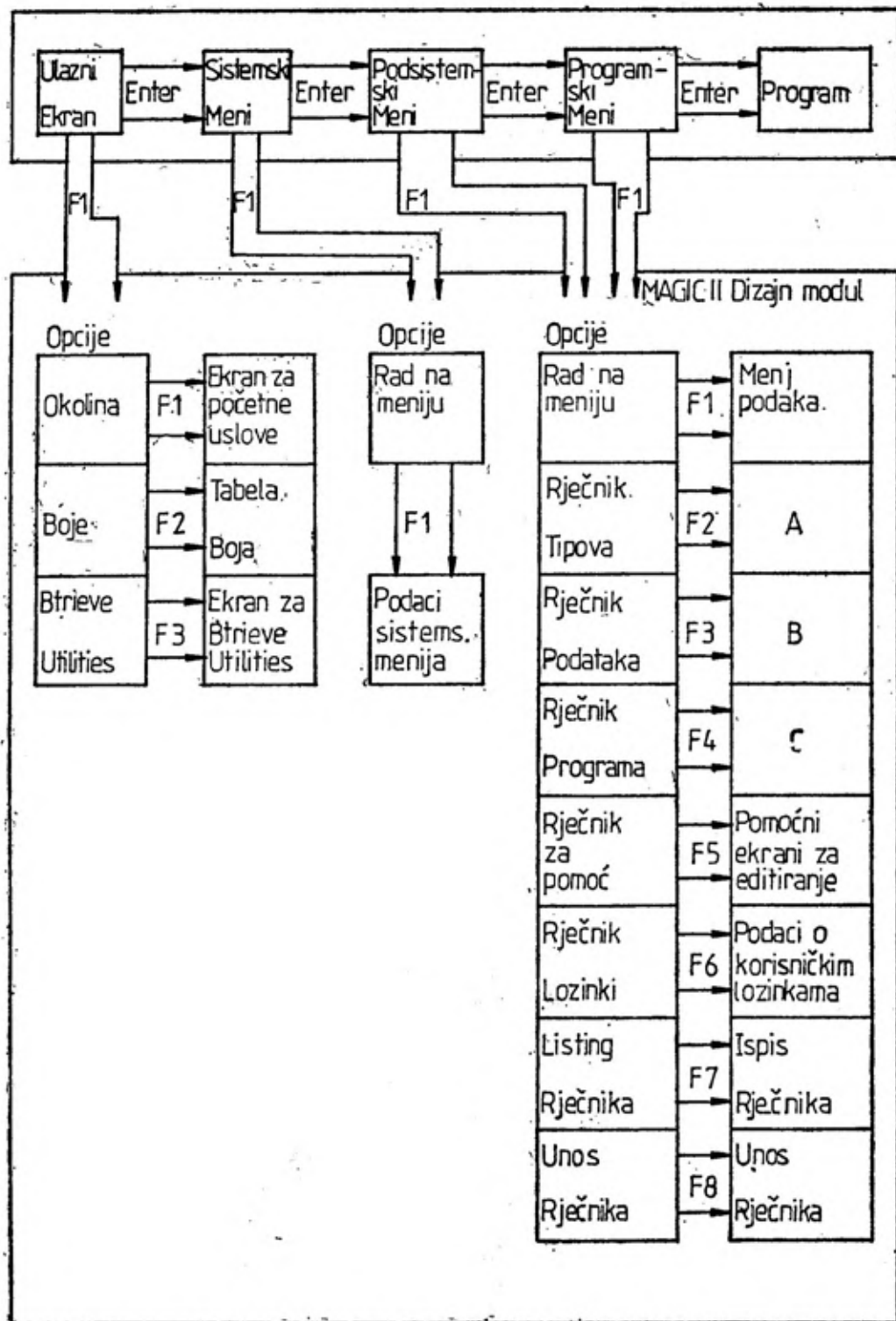
Podaci se smještaju i ažuriraju u binarnom stablu uz pomoć Btrieve datotečnog sistema (file manager), koji je odabran zbog dobrih performansi i mogućnosti automatskog održavanja baze. Btrieve sistem je sastavni modul unutar MAGIC-a.

Kreiranje odgovarajuće aplikacije

Rad na razvoju aplikacije sastoji se u ispunjavanju podataka sadržanih u odgovarajućim rubrikama u nizu tabela, kako je to pokazano na slici 1.

Postoje tabele menija, tabele Rječnika tipova podataka, tabele Rječnika datoteke, tabele Rječnika programa, tabele pomoćnih ekrana i tabele dozvole pristupa programima ili podacima (tabele autorizacije). Kompletna definicija aplikacije sadržana je u jednoj jednoj kontrolnoj datoteci, čije ime se sastoji od dva slova (tzv. prefix), koju odabire sam korisnik, stringa CTL (oznaka kontrolne datoteke) i ekstenzije DAT.

Čim se tabele popune odgovarajućim podacima program je spreman za izvođenje. Ugrađeni ekranski editor koristi se za definisanje izgleda maski na ekranu ili u izvještajima. Većina potrebnih operacija ostvaruje se korištenjem neke od ukupno 10 funkcionalnih tipki, koje se koriste kako pri razvoju, tako i pri korištenju gotove aplikacije.



Sl. 1 — Sematski prikaz odvijanja aktivnosti u MAGIC-u

Pridruživanje značenja odgovarajućim funkcionalnim tipkama je konzistentno tokom cijelog rada na programu, kako je to pokazano u tabeli 1:

Tabela 1

Funkcionalni ključ	Akcija
F1	Opcije
F2	Odbacivanje
F3	Brisanje
F4	Kreiranje
F5	Zoom (u prozor)
F6	Izrazi
F7	Crtanje maski za ekran i izvještaje
F8	Proces
F9	Povratak
F10	Pomoć

U većini slučajeva programer obavlja operacije pritiskom na funkcionalnu tipku i unošenjem broja, ili pozicioniranjem kursora i pritiskom na ključ. Dozvoljeno je unijeti samo labele, numeričke vrijednosti i poruke.

Posebno zanimljiva kombinacija ključeva je Zoom End. Pritiskom na funkcionalnu tipku F5 (zoom) pokazuje se odgovarajuće informacije (meni ili tabela) u novootvorenom prozoru na ekranu. Nakon što se unesu odgovarajuće vrijednosti, programer se pritiskom na funkcionalnu tipku F9 vraća na mjesto poziva potprograma, pri čemu je moguće prenijeti i vrijednosti traženog polja iz potprograma u program.

Iako je redoslijed kreiranja aplikacije fleksibilan, uobičajeno je najprije kreirati Rječnik tipova podataka kojeg slijedi Rječnik datoteka, da bi se na kraju razvio Rječnik programa. Pojedini meniji, pomoćni ekrani, lozinke i sigurnosna prava pristupa mogu se definisati i promijeniti u bilo koje doba.

Definisanje početnih uslova ostvaruje se pritiskom na tipku F1 na prvom (pozdravnom) ekranu. Na nivou podsistema tipka F1 omogućava širi izbor opcija (meniji za unošenje imena podsistema, Rječnik tipova podataka, Rječnik podataka, Programski Rječnik, Rječnik pomoćnih ekrana, te Rječnik korisnika).

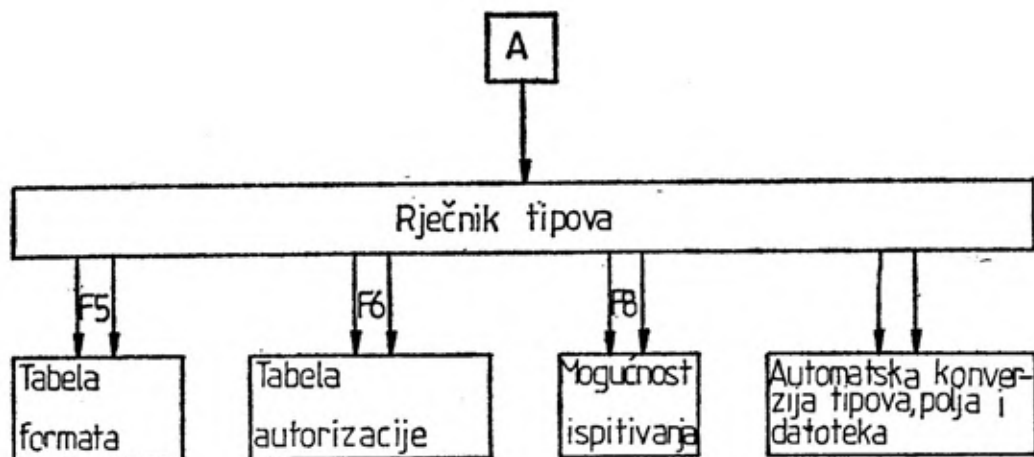
Izborom neke od ovih šest opcija može se ostvariti čitav niz operacija. Izborom neke od opcija otvara se odgovarajuća tabela. Unosi u ovu tabelu postižu se upotrebom funkcionalne tipke F4.

Komunikacija krajnjeg korisnika sa sistemom slična je programerovoj. Jedina razlika je u broju opcija koje će se dozvoliti krajnjem korisniku. Razvojni paket koji koristi programer omogućava razvoj, ispitivanje, promjene i izvođenje, aplikacije, a da se ne mora napuštati sam programski paket. Takozvani interpreter (runtime module) omogućava krajnjem korisniku da izvede aplikaciju, te da unutar nje izabere način rada, odredi zadanim kriterijumima traženja.

Rječnik tipova podataka

Osim šest unaprijed definisanih tipova podataka novi tipovi mogu biti definisani uz pomoć Rječnika tipova podataka koji je predstavljen u tabelarnoj formi, kako je to pokazano na slici 2. Svaki ulaz u tabelu tipova podataka uključuje broj tipa, opis, osnovni tip podataka koji se koristi, format ispisa, područje, te veličinu u bajtima. Tipovi se mogu dodavati u tabeli ili brisati iz nje bez ikakvih posebnih uslova.

Formati se koriste za definisanje oblika i izgleda tipa podataka, što se kasnije automatski prenosi u tabelu polja Rječnika datoteka.



Sl. 2 — Šematski prikaz definisanja tipova podataka

Format je string koji se sastoji od tri osnovna tipa znakova funkcionalnih direktiva, pozicionih direktiva i znakova za masku. Funkcionalna direktiva se interpretira na osnovu svog položaja u stringu, a koristi se za definisanje maske, autoskopa, negativnog predznaka, zareza prefiksa i sufiksa. Poziciona direktiva se, također, interpretira na osnovu mjesta na kojem se pojavljuje unutar stringa, a koristi se za definisanje velikih i malih slova, brojeva, decimalnih tačaka, te različitih formata za predstavljanje vremena dana i datuma. Znak za masku je bilo koji znak unutar stringa, koji se ne može interpretirati ni kao funkcionalna ni kao poziciona direktiva, a koristi se za prikaz stringa na ekranu.

Formati se mogu definisati ili kao stringovi, ili zumiranjem odgovarajuće kolone u ekranu formata, gdje su sadržane sve opcije, zavisno od izabranog osnovnog tipa podataka.

Područja se koriste da se definišu različita ograničenja na datom tipu podataka. Pritiskom na tipku F6 automatski se popunjava tabela autorizacije iz tabele tipova podataka, tabele datoteka i tabele programa. Na taj način se jednostavno definišu prava pristupa, kako za vrijeme stvaranja programa, tako i u vrijeme izvođenja. Kada korisnik po-

kuša izvesti određenu operaciju, MAGIC II će provjeriti da li je grupi u koju on spada dozvoljeno provođenje date operacije. Za Rječnik tipova podataka i pomoćnik ekrana autorizacija je globalna, dok se kod Rječnika datoteka i programa ona može odnositi na pojedine dijelove. Opcija čitanja pripada samo riječniku datoteka, dok opcija izvođenja pripada isključivo programskom Rječniku.

Rječnik tipova podataka može se promijeniti u bilo koje doba, čak i nakon što je kreirana odgovarajuća baza podataka. Kada se u tabelu unesu vrijednosti novih tipova podataka, automatski se ažuriraju sve promijenjene vrijednosti. Svaki put kada se napusti nivo Rječnika tipova podataka provodi se ispitivanje da li je došlo do bilo kakvih promjena, pa ako jeste, provode se potrebne konverzije podataka. Procedura za konverziju radi u dva prolaza. U prvom se ispituju sva polja datoteka koja su ovisna o datom tipu i za ona koja zahtijevaju konverziju tražit će se dozvola da se ona i provede. Nakon pozitivnog odgovora u drugom prilazu se provodi konverzija i backup trenutnih podataka. To je automatski proces koji se ne može prekinuti, a čije odvijanje se može pratiti u posebnom malom prozoru koji se otvara u te svrhe.

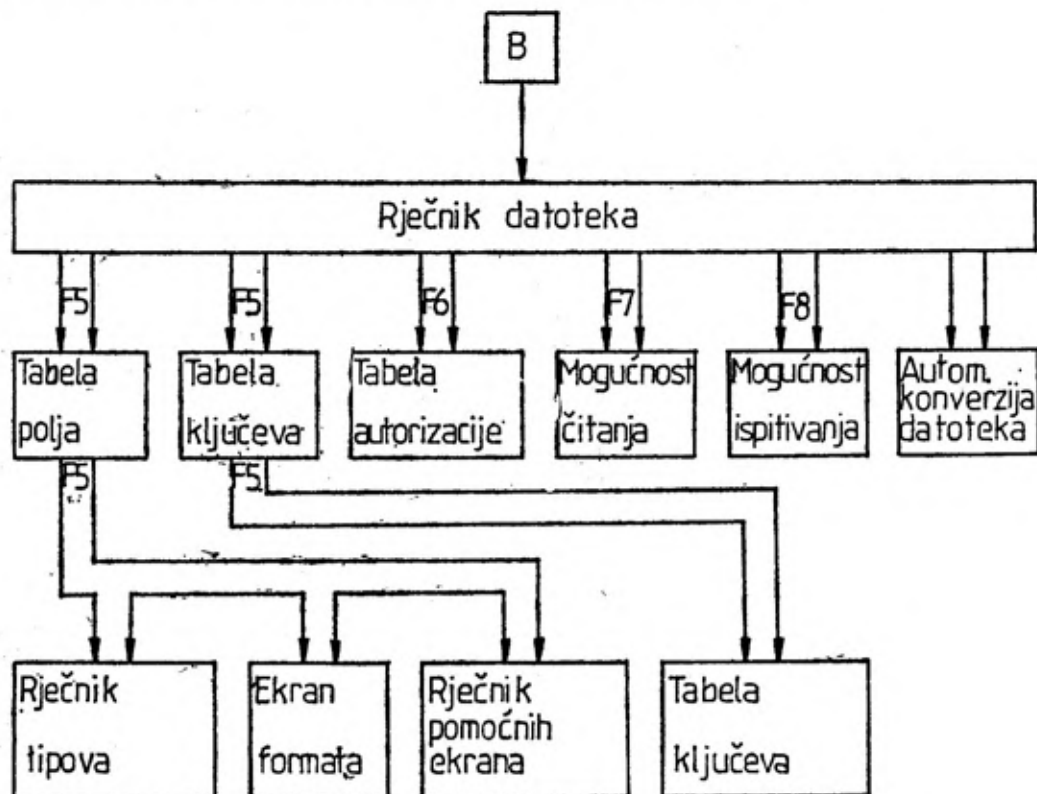
Posebna procedura MAGIC-a ispituje korektnost svih novokreiranih tipova podataka, datoteka i programa. Ona se može pozvati sa nivoa Rječnika tipova podataka, tabele datoteka u Rječniku podataka ili tabele programa u Rječniku programa. Ona verifikuje strukturu svih tipova podataka, te pojedine novokreirane datoteke ili programe. Ukoliko se pronađe neka greška, sa izvođenjem procedure se prekida i na ekranu se pojavljuje poruka o greški. Kada se greška otkloni, procedura počinje sa izvođenjem od početka.

Rječnik podataka

Baza podataka se definiše unošenjem odgovarajućih vrijednosti u Rječnik datoteka koji je predstavljen u tabelarnom obliku. (Sematski prikaz kre-

iranja Rječnika datoteka prikazan je na slici 3). Svaki Ulaz u tabelu predstavlja ime odgovarajuće datoteke, a sastoji se od rednog broja datoteke, naziva, broja polja, broja ključeva, veličine u bajtovima, te eventualno veze sa nivoom DOS-a.

Ime datoteke na disku formira sam MAGIC na sledeći način: za početak imena uzimaju se dva slova koja je korisnik definisao na početku rada na sistemskom nivou (tzv. prefix), na osnovu kojeg sistem raspoznaje kojem projektu datoteka pripada. Nakon toga slijedi string FIL, te broj između 001 i 999, koji odgovara mjestu datoteke u tabeli datoteka. Obavezna ekstenzija imena je DAT. kako bi operativni sistem znao da se radi o datoteci sa podacima. Unutar sistema sa datotekama se radi na osnovu njihovog pripadnog broja, a ne na osnovu imena.



Sl. 3 — Sematski prikaz definisanja datoteka

Ostale tabele u Rječniku datoteka koriste se za definisanje i promjene strukture datoteka. Do ovih tabela se dolazi zumiranjem (funkcionalna tipka F5) u odgovarajućoj koloni tabele datoteke. Zumiranje u koloni polja pokazat će listu svih polja, koja uključuje ime polja, odgovarajući tip, format, pomoćni ekran i veličinu. Zumiranje u koloni ključeva prikazuje listu svih ključeva, uključujući broj, ime, jednoznačnost ili višeznačnost, broj polja, ime, veličinu, te vezu sa svim segmentima ključa.

Indeksi se definišu kao dio procesa stvaranja baze, nakon što su određena odgovarajuća polja. Uneseni Rječnik datoteka se zajedno sa strukturom datoteka i indeksa sprema u kontrolnu datoteku. Kada god se ostvari unos u datoteku ili ulazni proces, kreirat će se odgovarajuća baza podataka. Indeksi se spremaju u datoteke i ažuriraju kada se zapisi kreiraju, brišu ili mijenjaju.

Struktura baze podataka može se po volji promijeniti u bilo kojem trenutku tokom razvoja. Kada se dodaju nova polja sve pripadne reference se automatski ažuriraju, sa izuzetkom formata i atributa u pripadnoj maski na ekranu. Struktura baze podataka može se lako promijeniti i nakon što aplikacija zaživi, ako je to potrebno. U tom slučaju, aktivira se posebna procedura za konverziju. Ona može promijeniti format zapisa, reorganizirati datoteku prema bilo kojem ključu, itd. Svaki parametar u Rječniku datoteka može biti promijenjen, uključujući dodavanje i brisanje polja, promjenu atributa polja, definisanje novih ključeva, te promjenu ključeva dodavanjem ili brisanjem pojedinih segmenata. Btrieve utilities u opcijama vezanim za meni osnovnog ekrana mogu se, također, upotrebiti za reorganizaciju i eventualno pakovanje datoteka.

Datoteka se može sortirati prema određenim poljima do ukupno 10 nivoa, u rastućem ili opadajućem redoslijedu.

U toku izvođenja korisnik može inicirati zahtjev za sortiranjem preko posebnog menija (F1). MAGIC II pamti sve zahtjeve za sortiranjem inicirane u toku rada i obezbeđuje neposredni odziv na svaki od njih.

U toku izvođenja Meni opcije omogućava traženje određenog zapisa ili skupa zapisa koji se nalazi u nekom području, te promjenu prethodno izabranog ključa. Iz ovog menija mogu se odobriti tri načina pristupa datoteci:

- mod promjene, u kojem se mogu vršiti izmjene u bilo kojem zapisu datoteke;

- mod kreiranja, u kojem se lako mogu dodavati novi zapisi u datoteku, te

- mod upita (query) u kojem se mogu tražiti odgovarajuće informacije.

Programski rječnik

MAGIC II ne sadrži proceduralni programski jezik u klasičnom smislu. Programer ne mora pisati naredbe, procedure i funkcije. Pošto ne postoji pretvorba programskog koda u niz mašinskih naredbi, ne mogu se primjenjivati ni termini komplikacije ili interpretacije programskog proizvoda.

Kao što je prethodno istaknuto, konkretna aplikacija, razvijena uz pomoć programskog paketa MAGIC II, definisana je u kontrolnoj datoteci, gdje je sadržan skup menija, Rječnik tipova podataka, Rječnik datoteka, programski Rječnik, Rječnik pomoćnih ekrana, te tabela autorizacije pristupa. Kontrolna datoteka, koja je, u stvari, Btrieve datoteka, sadrži pravila izvođenja. MAGIC II izvedbeni modul (runtime) manipuliše podacima na osnovu tih pravila. Iako MAGIC II nije ekspertni sistem, niti program iz domena vještačke inteligencije, skup pravila na kojima je zasnovan je veoma sličan. MAGIC II podržava mehanizam zaključivanja, dok programer podržava bazu znanja.

Automatsko kreiranje programa

Kada je struktura baze podataka jednom definisana dovoljno je pritisnuti jednu funkcionalnu tipku i program koji obavlja sve osnovne funkcije vezane uz datoteku je automatski gotov. Da bi se to postiglo trebalo bi ući u tabelu datoteka, označiti kursorom željenu datoteku i pritisnuti funkcionalnu tipku F7.

Kada je definisana struktura baze podataka, relevantni podaci se nalaze samo u kontrolnoj datoteci. Konkretna datoteka baze podataka kreirat će se tek u trenutku prvog izvođenja pripadnog programa.

Tok izvođenja programa kontroliše se na dva nivoa. MAGIC II kontroliše transparentno osnovne operacije, kao što su otvaranje i zatvaranje datoteka, čitanje i pisanje zapisa, održavanje indeksa itd..., te određuje redoslijed u kojem se ove operacije obavljaju. Programer odabire operacije visokog nivoa i utvrđuje redoslijed u kojem bi ih trebalo provesti (na primjer, u koja polja i kojim redom bi trebalo postaviti kursor).

Sa stanovišta programera programski dio aplikacije sastoji se od liste operacija visokog nivoa. Ove liste nazivaju se tabelama izvršavanja, a sadržine su u Rječniku programa (slike 4 i 5 pokazuju šematski prikaz Rječnika programa).

Programski Rječnik se odabire sa menija opcija u fazi kreiranja, tj. kada je prikazan sistem, podsistem ili program. On sadrži u tabelarnoj formi sve programe koji su definisani do tog trenutka. Svaki ulaz u tabelu sastoji se od broja, naziva programa, te posljednjeg datuma kada je program kreiran ili promijenjen. Dodavanje imena u ovu tabelu imat će za posljedicu kreiranje programa.

Program se sastoji od tzv. korjena (Root task), kojem se može direktno pristupiti iz Tabele programa, te od proizvoljnog broja ugnježenih potprograma (dozvoljeno je koristiti do šest nivoa

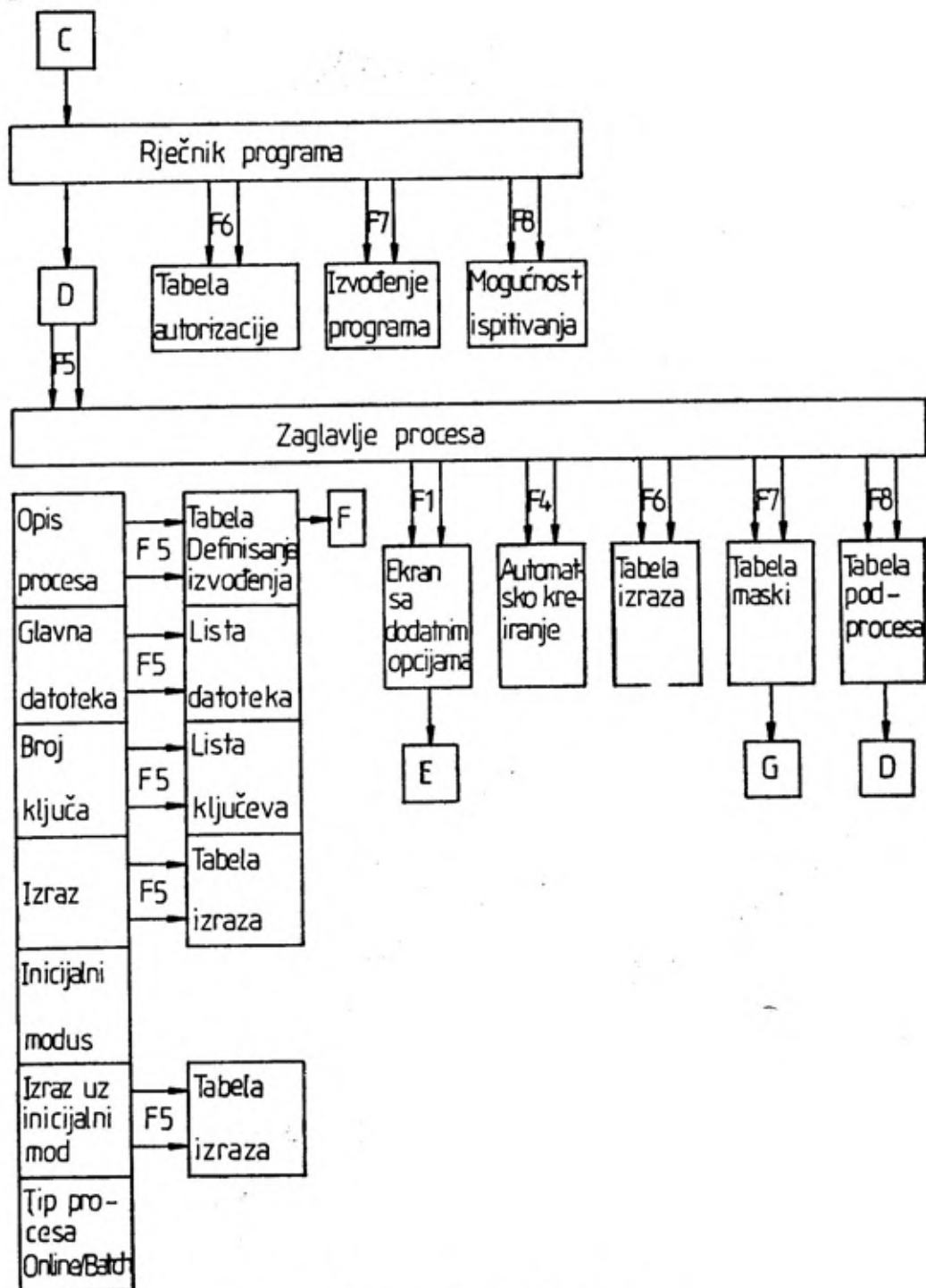
poziva potprograma jednog unutar drugih). Svakom potprogramu može se pristupiti iz Tabele programa njegovog prethodnika (programa koji ga je kreirao).

Proces kreiranja programa sastoji se u uzastopnom korišćenju zuma (funkcionalna tipka F5), pri čemu se sa svakim unutrašnjim nivoom sve više pojašnjavaju detalji logike funkcionisanja programa. Na prvom nivou ispisuje se ekran zaglavlja programa iz tabele definicije programa. Ovo zaglavlje sadrži naslov programa, broj i opis glavne datoteke koja bi trebalo da bude otvorena, primerni ključ, osnovni način rada (kreiranje, promjene ili upiti), te tip programa (on line ili batch).

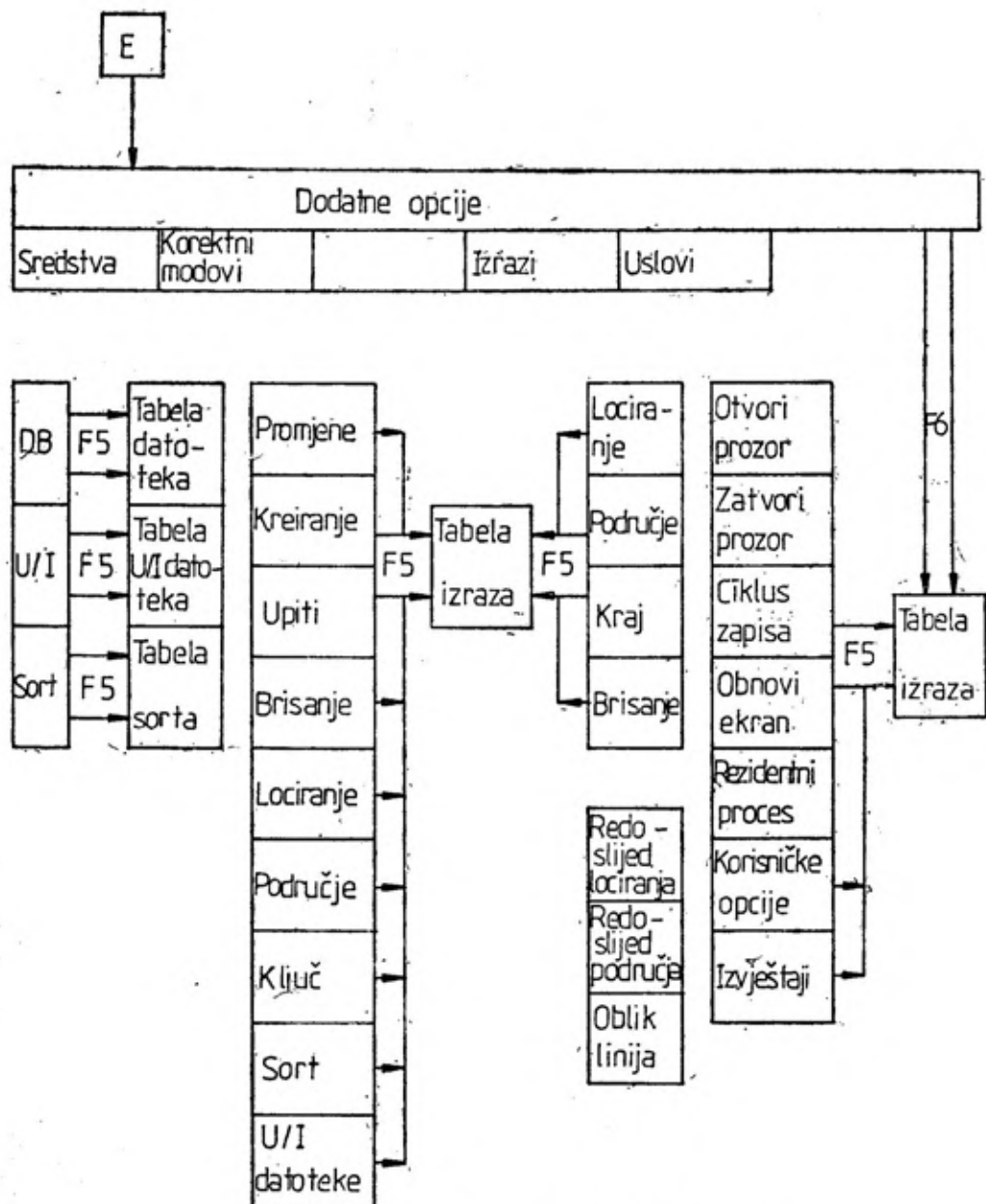
U trenutku kreiranja programa ekran zaglavlja programa sadrži samo ime programa preuzeto iz Tabele programa, a programer bi trebalo da unese ime glavne datoteke sa kojom će program raditi, ključeve, te da izabere mod rada i odgovarajuća polja sa kojima će se raditi.

Prvi korak pri tome je izbor glavne datoteke. To može biti bilo koja datoteka iz Rječnika datoteka ili imaginarna datoteka (oznaka je O), koja ima beskonačan broj zapisa, a nikada se ne upisuje na disk. Kada je jednom glavna datoteka izabrana, funkcionalna tipka F4 može se iskoristiti da automatski kreira program koji će obaviti sve operacije na datoteci.

Ponovni zoom (funkcionalna tipka F5) postaviti će nas na sljedeći nivo Tabele definicije programa — Ekran definicije izvođenja programa. MAGIC II dijeli definiciju izvođenja programa na četiri ili više nivoa, od kojih se svaki prikazuje i definiše zasebno. Na gornjem dijelu ekrana prikazani su različiti nivoi izvođenja u tabelarnoj formi, koja se naziva Tabela definisanja nivoa, a služi za određivanje koji nivoi će biti iskorišćeni u programu. Kada se program pozove, mehanizam zaključivanja ugrađen u MAGIC II će izvesti definisane nivoe u navedenom redoslijedu.



Sl. 4 — Sematski prikaz kreiranja programa



Sl. 5 — Dodatne opcije pri kreiranju programa

Nivoi izvođenja uključuju prefiks programa, sufiks programa, glavni dio (main) vezan za zapis, te sufiks zapisa, a može se navesti i jedan ili više nivoa promjene. Svakom od ovih nivoa pridružena je odgovarajuća Tabela opera-

cija koja sadrži logiku detalja izvedbe programa na tom nivou. U bilo koje vrijeme donja polovina ekrana za definiciju izvođenja prikazuje tabelu operacija koja odgovara nekom od nivoa izvođenja. Da bi se definisali detalji izvođenja

pojednog nivoa sa gorije tabele prelazi se na donju korištenjem funkcionalne tipke F5 (zoom).

Nivo prefiksa programa sastoji se od svih operacija koje bi trebalo provesti kada se program prvi put izvodi (ili kada bi iz nekih razloga trebalo promijeniti njegov mod izvođenja), a prije nego što se pređe na obradu prvog zapisa. Na isti način, nivo sufiksa programa sadrži sve operacije koje bi trebalo obaviti nakon što je obrađen posljednji zapis, a prije nego što se program dovrši (ili promijeni mod izvođenja). Glavni nivo zapisa sadrži sve operacije koje bi trebalo obaviti na pojedinim zapisima kada je program aktivan.

Ovaj nivo ispunjava dva zadatka. Prvi je određivanje podataka (polja) s kojima će program raditi (i to kako za on line, tako i za batch programe), a drugi je utvrđivanje svih operacija potrebnih za komunikaciju sa krajnjim korisnikom. Nivo sufiksa zapisa uključuje sve operacije koje će biti obavljene na zapisu u trenutku kada krajnji korisnik signalizira da je obrada zapisa gotova, te da bi trebalo spremati modificirani zapis na disk. On change nivoi nalažu da se izvodi on change sufiks nakon što je dovršeno procesiranje skupine sličnih zapisa, te da se izvede on change prefiks prije nego što se započne sa obradom sljedeće skupine zapisa. Na taj način se osigurava štampanje zaglavlja i margina u višenivojskim izvještajima, resetovanje brojača, itd.

Na slici 6 prikazano je 13 operacija koje se mogu navesti u Tabeli operacija, te dodatne tabele koje se koriste za definisanje parametara u ovim operacijama Kao i u prethodnim slučajevima, elementi programa se kreiraju dodavanjem linija u prazne tabele, te popunjavanjem odgovarajućih polja.

Proceduralni jezik ili ne

Iako MAGIC II nije programski jezik u uobičajenom smislu, određeni atributi programskih jezika se, ipak mogu

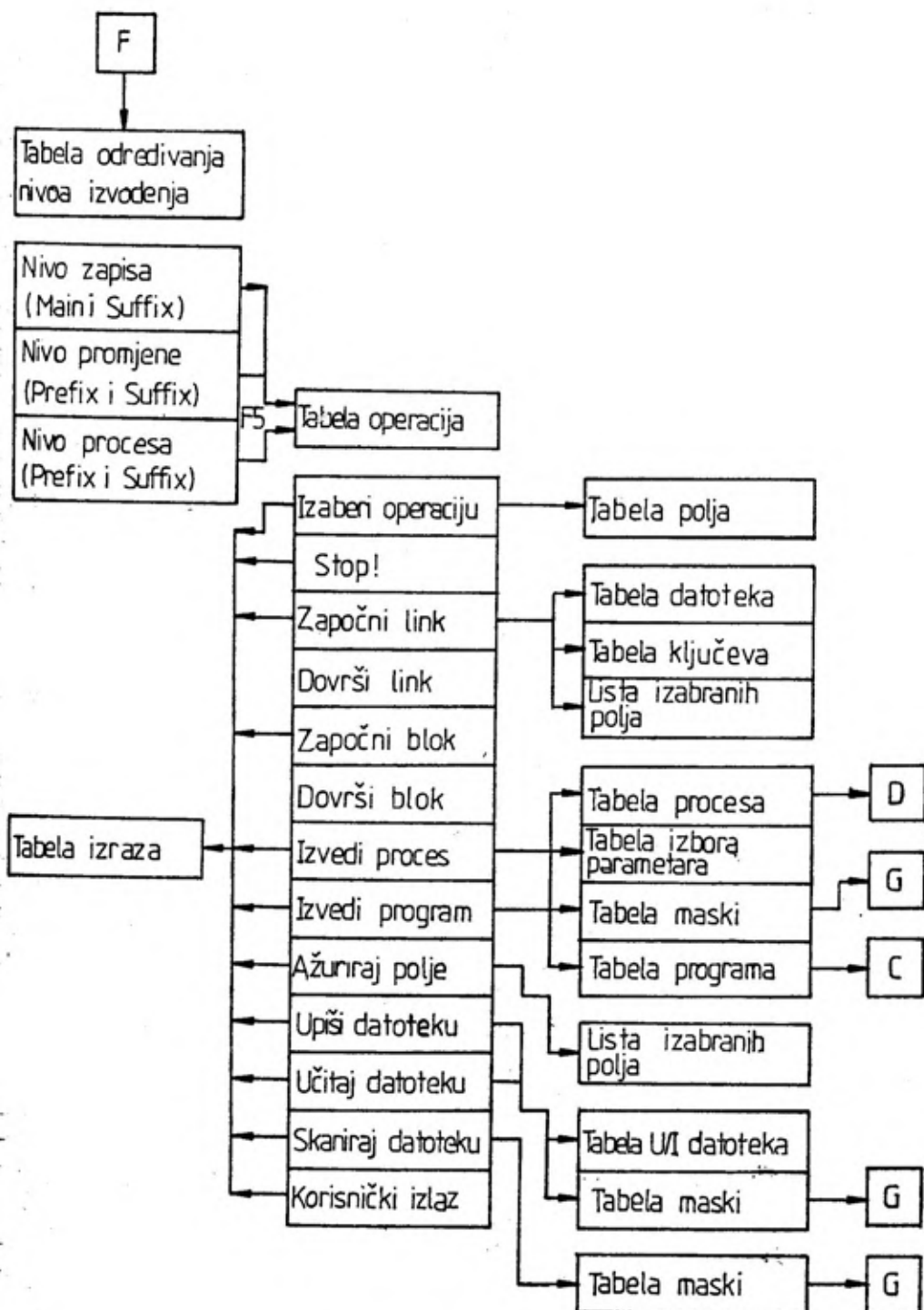
istaći. Tabele definicije izvršenja određuju redoslijed izvođenja operacija. Programske petlje su inherentne na nivou procesa i zapisa prilikom definisanja programa. Operacije unutar programa mogu se grupisati za uvjetno izvođenje. Potprograme je lako definisati i pozvati unutar programa ili potprograma. Program može pozvati samog sebe (rekurzija) ili neki eksterni program koji je napisan u bilo kojem programskom jeziku.

Program može poslati parametre drugom programu ili potprogramu, te primiti od njega odgovarajuće rezultate. Virtualna polja obavljaju funkciju lokalnih i globalnih varijabli. Unaprijed definisane funkcije dostavljaju vrijeme dana i datum, te obavljaju aritmetičke, trigonometrijske i logičke operacije. Pomoću funkcija je moguće obaviti i manipulisanje stringovima, pretvorbe tipova podataka, dobiti sistemske podatke, te raditi sa pokazivačima na odgovarajuće datoteke.

I pored svega toga, MAGIC II ne posjeduje nikakav programski jezik, a osnovna razlika u odnosu na konvencionalne programske pakete je da MAGIC posjeduje ugrađeni editor za unos svih potrebnih informacija. Nadalje, MAGIC II ne pravi nikakve pretvorbe unesenih vrijednosti u stvarni ili virtualni mašinski jezik. On ne koristi ni kompajler ni interpreter, već pravila ugrađenog mehanizma zaključivanja. To su karakteristike koje MAGIC svrstavaju u novu generaciju CAP (Computer Aided Programing) alata.

Mehanizam zaključivanja koji MAGIC koristi isti je kod razvojnog i izvedbenog (run time) sistema. Kada je korisnička aplikacija jednom razvijena, može se izvoditi kako uz pomoć razvojnog, tako i run time modula. Međutim, u izvedbenom modulu nije dozvoljen pristup različitim opcijama, a čak niti vidjeti.

Iako MAGIC radi na principu mehanizma zaključivanja, a ne programskog prevodioca, programer ima moguć-



Sl. 6 — Šematski prikaz izvođenja programa

nost da upravlja i poboljšava aplikaciju, sa ciljem povećanja brzine izvođenja, te povezivanja sa različitim vanjskim uređajima. Nadalje, određene naredbe se mogu prenijeti operativnom sistemu, a moguće je i čitati ili pisati ASCII datoteke.

Neke parametre bi trebalo odgovarajuće podesiti ako se želi postići povećanje brzine izvođenja. Jedna od mogućnosti je pristup otvaranju i zatvaranju datoteka. MAGIC II otvara datoteke koje će program koristiti u trenutku aktiviranja programa, a zatvara ih nakon dovršenja njegovog izvođenja. Programi nasljednici (tj. oni koje je kreirao program u izvođenju) ponašaju se na isti način. Moguće je, promjenom parametara, postići da se datoteke koje koriste programi nasljednici automatski dodaju listi datoteka koje koristi program prethodnik. Na taj način se izbjegava da se otvaraju i zatvaraju datoteke svaki put kada je program nasljednik pozvan.

Rad sa prozorima

MAGIC omogućava lako korišćenje prozora u svim fazama realizacije programa. Svaki program unutar aplikacije posjeduje glavni ekran, te dodatne ekrane ili prozore za potprograme. Na najvišem nivou nalazi se sistemski meni, koji sadrži nazve aplikacije, te odgovarajući sistemski prefiks za imena kontrolne datoteke, te datoteka sa podacima. Na drugom nivou nalazi se podsistemski meni, koji se koristi za organiziranje individualnih programa u logičke skupine, da bi se olakšao rad krajnjem korisniku. Na trećem nivou nalazi se programski meni, koji pokazuje ime programa pridruženih programima u toj skupini.

Počevši od nivoa sistema, programer izvršava funkcije postavljajući kursor na željenu opciju i aktivirajući je pritiskom na tipku ENTER. Na podsistemskom ili programskom nivou programeru je dozvoljen pristup funkcija-

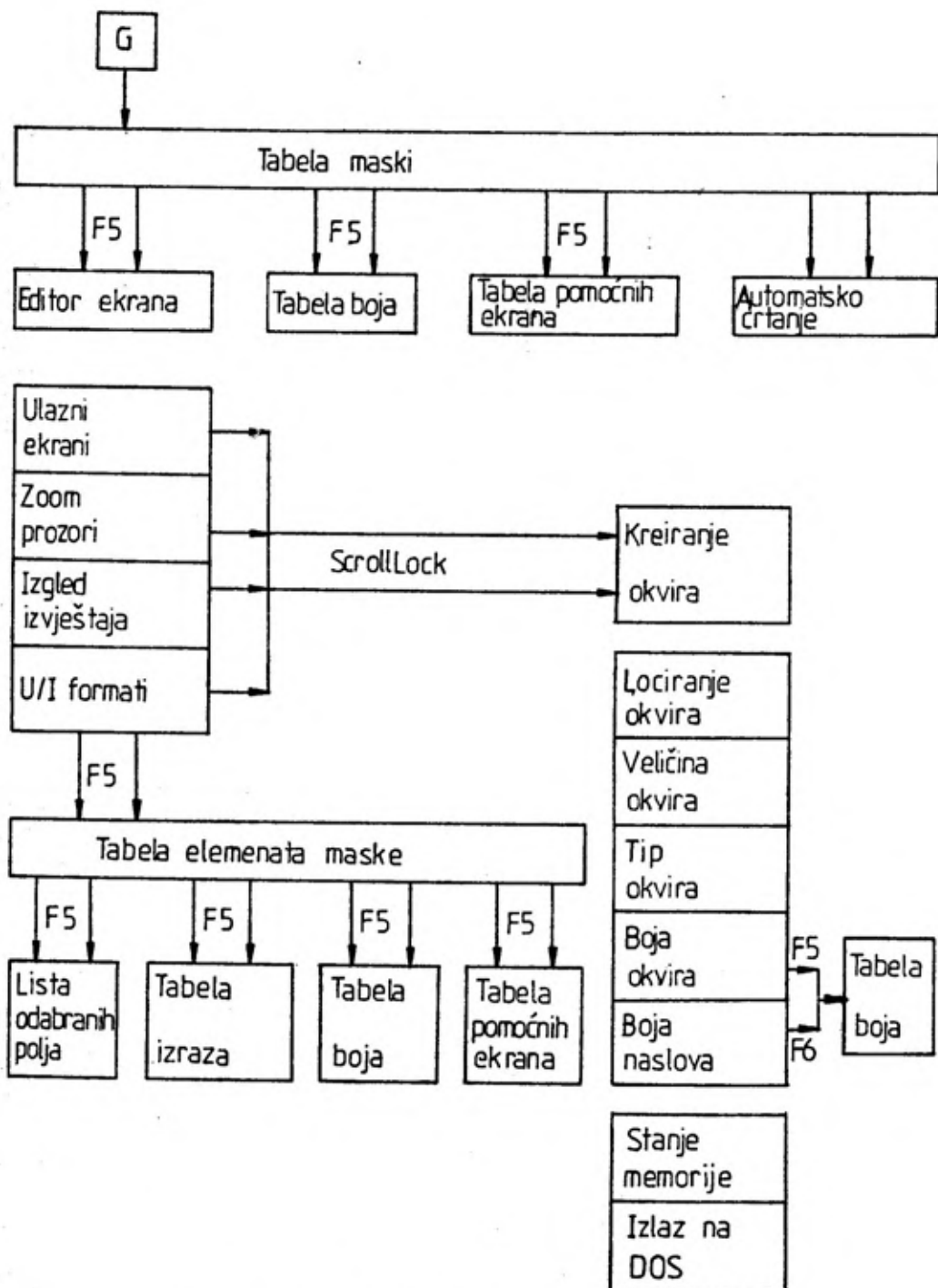
ma kojem se koriste za kreiranje aplikacije, što se ostvaruje pritiskom na funkcionalne tipke koje se nude u meniju opcija (tipka F1). Nakon toga se zumira (tipka F5) unutar sistema da bi se definisao određeni segment aplikacije, te izađe natrag na viši nivo (tipka F9), da bi se provjerilo da li je segment korektno definisan. Provjera se vrši bilo pozivom posebne procedure za ispitivanje, bilo pozivom samog programa.

Ekрани i prozori se definišu korištenjem Tabele prikaza (Display blocks table). U slučaju da su ostali parametri definisani, kada programer koristeći zoom (F5) pozove ovu tabelu iz tabele definicije izvođenja, i izađe uz pomoć tipke F9, odgovarajuća referenca će se pojaviti u tabeli definicije izvođenja. Na slici 7 pokazane su tabele i ekrani do kazi se mogu koristiti za ekrane, prokajih se može doći iz tabele prikaza. Pri zore, izgled izvještaja ili zapisa, itd. U svakom slučaju, programer kreira prikaz (masku) koristeći ugrađeni ekranski editor. Svi znakovi u okviru proširenog ASCII skupa se, pri tome, mogu koristiti.

Zumiranje iz ekranskog editora prebacit će programera do tabele polja koja se koristi da se izabere koja polja iz zapisa i na kojem mjestu će se pojaviti u prikazu. Na ekranu programer može izabrati polje za umetanje bilo pokazivanjem na njega, bilo određivanjem broja polja. Kada je jednom polje odabrano, pokazuju se svi njegovi prethodno definisani atributi.

Dinamičko povezivanje datoteka

Relacije između pojedinih datoteka (tzv. link) određuju se u tabeli definicije izvođenja, a ne u Rječniku datoteka, kako bi se to na prvi pogled očekivalo. Svaki program posjeduje jednu glavnu datoteku i, po volji, mnogo povezanih datoteka. Veze nisu samo dinamičke, već i ne proceduralne, a postoje samo onoliko dugo kako je to određeno u tabeli definicije izvođenja.



Sl. 7 — Sematski prikaz kreiranja maski na ekranu

Veze se mogu ostvariti na sledeća četiri načina — Normalne, Čitaj, Piši i Uvijek. Ovi načini omogućavaju programeru da precizno odredi efekte koji se očekuju od povezane datoteke. Veza se ostvaruje u trenutku kada ključ u datoteci koja se povezuje zadovolji uslove postavljene u izrazu za povezivanje koji se izračunava u tekućem programu. Ako je veza uspostavljena na zadovoljavajući način, prva tri moda (Normalni, Čitaj i Piši) ekvivalentni su. Dok je povezivanje u toku, operacije koje su definisane na realnim poljima čine to iz povezanih datoteka. Dakle, više datoteka može se ažurirati simultano.

Ukoliko se veza prekine, utvrđeni način povezivanja određuje koje akcije bi trebalo provesti. U normalnom modu se prekida sa izvođenjem programa, pojavljuje se poruka o greški, a sistem prelazi u stanje čekanja dok ne dobije podatke potrebne za ponovno uspostavljanje veze. U modu čitanja nastavlja se sa izvođenjem programa, a povezana polja se pune vrijednostima unaprijed definisanim u izrazima pridruživanja. U modu pisanja sistem kreira novi zapis u povezanoj datoteci koristeći unaprijed definisane vrijednosti koji su, također, date sa izrazima pridruživanja. U modu Uvijek program će kreirati zapis u povezanoj datoteci, bez daljnjih pokušaja da se uspostavi veza.

MAGIC II podržava sljedeće relacije: jedan naprema jedan, jedan naprema više, više naprema jedan, te više naprema više. Relacije jedan naprema jedan te više naprema jedan ostvaruju se na prethodno opisani način. Za ostvarivanje relacija jedan naprema više i više naprema više koristi se hijerarhija procesa. Jedinstveni kriterij koji definiše proces prethodnik se koristi da bi se ograničio broj zapisa kojima može pristupiti proces nasljednik. Dakle, proces prethodnik uspostavlja skup kriterija, dok proces nasljednik prikazuje i obrađuje sve zapise koji ispunjavaju date kriterije.

Složeni izvještaji

Izvještaji se kreiraju uz pomoć istih alata koji su se koristili za prikaze i prozore Tabele prikaza i ekranskog editora. Programer definiše način izvođenja izvještaja umetanjem operacije. Upiši datoteku u odgovarajući program ili potprogram, sa odgovarajućim prikazom i parametrima.

Pisani izvještaj se sastoji od više prikaza koji se stvaraju odgovarajućim operacijama upisa u datoteku na različitim nivoima izvođenja programa. Tako, na primjer, prefiks programa štampa zaglavlje izvještaja, sufiks zapisa štampa sam izvještaj, dok sufiks programa štampa fus-notu.

MAGIC ne podržava standardne oblike izvještaja, pošto je lako kreirati izvještaje u bilo kojem obliku kojeg korisnik poželi.

Složeni izvještaji se stvaraju uz pomoć on change nivoa u tabeli definisanja nivoa, koja se izlistava u tabeli definicije izvođenja. On shange nivoi nalazu MAGIC-u da izvede on shange sufiks nakon što je dovršena obrada skupine isotvjetnih zapisa, te da izvede on change prefiks prije nego što se počne sa obradom sljedeće grupe. Na taj način je omogućeno štampanje zaglavlja i fus-nota u višestraničnim izvještajima, resetiranje brojača, itd.

Veza sa krajnjim korisnikom

MAGIC II može raditi kako u jednokorisničkom, tako i u višekorisničkom okruženju, u ovisnosti od toga koja verzija programa Btrieve će biti aktivirana.

Sve datoteke koje se koriste u određenom programu sadržane su u posebnoj tabeli datoteka, koja je dio zaglavlja programa (U ekranu dodatne informacije). Za svaku od datoteka programer može definisati prava pristupa (čitanje i pisanje), te razriješiti eventu-

alne konflikte pri korišćenju zajedničkih sredstava (share mode).

Parametar pristupa datoteci u ekranu početnih uslova koristi se za inicijaciju višekorisničkog rada, definisanjem da li se radi o Novelovoj mreži (NetWare), ili bilo kojoj mreži koja je kompatibilna sa operativnim sistemom DOS (verzija DOS 3.1 ili sa višim verzijama).

Pri radu sa gotovom aplikacijom korisniku se može dozvoliti pristup opcijama (funkcionalna tipka F1), gdje se otvaraju mogućnosti za modificiranje postojećih zapisa ili kreiranje novih, upite, sortiranje li promjenu postojećih ključeva.

Zaključak

Autor ovog rada je, na osnovu čitanja propratne dokumentacije, preuranjeno došao do zaključka da su podaci vezani za MAGIC čista propaganda (da spomenemo samo prosječno navedenu uštedu vremena koja se kreće u prosjeku od nevjerovatnih 60%, a u nekim primjerima je veća od 90%!!). U praksi su na početku, rezultati bili ravni učinku onoga koji nikada nije sjeo za kompjuter (pri čemu je višegodišnje iskustvo sa paketima tipa dBASE — Od PC IBM do ATARI-a samo otežavalo stvar. Osim toga, ni samostalni rad uz priručnik nije bitna olakšica). A onda, nije prošla ni prva sedmica, a prve aplikacije su se već vrtile. Naravno, daleko je to od rada pravog profesionalca (ni BASIC se ne uči za tri dana), ali neke stvari su već bile itekako mjerljive.

I desilo se ono što se u takvim prilikama uvijek dešava: nema povratka na staro. Potpuno isti efekti kao kada nekome ko je stručnjak za dobre tekst procedure date staru mehaničku pisaću mašinu. Može, ali po koju cijenu gubitka i kvaniteta i kvaliteta i vremena. Tek tada mi je sinulo odakle me proganja nekakav poznat osjećaj u radu sa MAGIC-om. Pa ja sam to isto doživio kada sam dobio prvi dobar grafički editor,

tabelarni program, tekst procesor, statistički paket... Jedina je razlika bila što to nisam očekivao u ovom dijelu softverske struke. Jedno je sigurno, kao što ekspertni sistem CAD, CAM, CAT itd. otvaraju prozor u softver 21. vijeka, to isto, na svoj način, radi i ovaj CAP.

Jasno je da lista referenci aplikacija, uz oznaku impresivnu sliku korisnika MAGIC-a, mora da bude zaista široka. I, stvarno, nema područja u kojem MAGIC nije prisutan: od kulture i sporta do poljoprivrede i saobraćaja, od javnih finansija do državne uprave, od robnih kuća do komunikacija... Na žalost, prema dostupnim podacima, u Jugoslaviji je MAGIC slabo poznat, da ne kažemo nepoznat. A to je zaista šteta, jer MAGIC donosi moćne konkurentske prednosti svima — od pojedinca do krupnih razvojnih timova najvećih svjetskih multinacionalnih kompanija.

Pošto je MAGIC u Jugoslaviji relativno nepoznat, trebalo bi navesti i odgovarajuće stručne izvore koji jednostavno i masovno dijele autorovo bezrezervno opredjeljenje za MAGIC:

— »Computer Language« (SAD, Kanada), maj 1987.: »MAGIC daje profesionalnim programerima alat za razvoj kompleksnih, stvarnih aplikacija bez žrtvovanja fleksibilnosti i kreativnosti«;

— »PC World«, juli 1987.: »MAGIC PC je aplikacijski generator sa potpunim grafičkim mogućnostima i sa obradom podataka sposoban za kvalitetno korisničko dizajniranje bez (programskog) jezika«;

— »DBMS«, oktobar 1988.: »To je programski alat za brzo kreiranje sofisticiranih aplikacija baza podataka bez i jednog reda napisanog koda«;

— »COM« (Austrija), oktobar 1988.: »Ko želi da brzo i bez puno muke dizajnira aplikaciju za bazu podataka i da pri tome sačuva sve detalje, sa MAGIC-om dobija u ruke idealan alat. Od jednostavnih adresara do upravljanja ogromnim plantažama pamuka, sa MAGIC-om nikada nećemo ostati na cje-dilu«;

— »MICRO« (SRNj), oktobar 1988.: »MAGIC je razvojni sistem koji se pojavljuje bez naredbi programskog jezika. Individualna rješenja se realizuju uz pomoć nove generacije generatora aplikacija«.

Ovakve izjave, koje mogu izazvati i suprotne reakcije (jer u svijetu tehnike pohvale ne padaju olako) nisu samo subjektivna mišljenja niza vrhunskih stručnjaka koje angažuju specijalistički časopisi već su i rezultat niza provedenih ozbiljnih testova i poređenja. Na primjer, »PC WeeK«, januar 1987, provodi detaljnu uporednu analizu niza današnjih najpoznatijih alata za dizajniranje baze podataka (čak 15) i, kao konačnu reiting-listu, daje slijedeći redak: MAGIC, Paradox, Foxbase dbXL Diamond, VP-info, Rbase, Advanced Revelation, DataEase, The Smart Database, Condor, DBASE III+, PC/Focus, Professional Oracle, Omnis Quartz i Dataflex.

Dizajniranje aplikacije pomoću MAGIC-a je potpuno novo iskustvo, čak i ako ste programer ili sistem-analitičar.

Jedini način da zaista naučite kako da koristite ovaj alat je intenzivan praktični rad.

Umjesto zaključka, toplo Vam preporučujem da, ako ikako možete, sami dođete do bilo kakve verzije ili prezentacije MAGIC-a. Vjerujem da ćete, kao i mnogi prije Vas, imati puno ideja.

Možda je najbolja ilustracija rečenog potpuno ista konstatacija niza autora iz niza zemalja koji su se prvi srelili sa MAGIC-om: to je toliko drugačije da se ogromna većina iskustva iz drugih jezika mora jednostavno odbaciti. I to, što prije — to bolje. Na primjer, PC Schrimpf (OUTPUT+micro, Austrija, novembar 1989) piše o svom prvom kontaktu sa MAGIC-om: »Nakon najduže dva sata rada iznerviran, resetovao sam kompjuter«. A članak završava konstatacijom: »Glava mi je puna ideja koje nisu realizovane samo zato što su mi dBASE, Clipper & Co. oduzeli previše vremena. A vremena ima tako malo, kao što je i malo prostora za pisanje. Ali, od sada će sve biti u redu...«

Mr Nikola Bračka,
potpukovnik, dipl. inž.

PROGRAMSKI SISTEM ZA ODREĐIVANJE PROIZVODNE RADNE SNAGE REMONTNIH JEDINICA I USTANOVA VJ

— II deo —

Članak predstavlja nastavak članka objavljenog u prethodnom broju VTG pod istim naslovom. Na hipotetičkom primeru šeme oslanjanja, materijalne formacije i normativa vremena prikazuje se način korišćenja programskog sistema kao modela remontne jedinice za eksperimentisanje, radi iznalaženja adekvatnog ličnog sastava proizvodne radne snage.

Uvod

Programski sistem, koji je pod istim naslovom prikazan u prethodnom broju VTG-a, realizovan je u COBOL-u još 1985. na računaru H-6, a po zahtevu TU.

Imajući u vidu potrebe za primenu ovog programskog sistema i sadašnju opremljenost personalnim računarima, autor ga je realizovao u programskom jeziku dBASE IV. Time je programski sistem postao dostupan širem krugu korisnika i, pored osnovne, može imati i edukativnu namenu. U osnovi, sistem omogućuje proračun broja proizvodnih radnika različitih kategorija lica uvek kad je potrebno preispitati postojeću ličnu formaciju zbog novonastalih uslova.

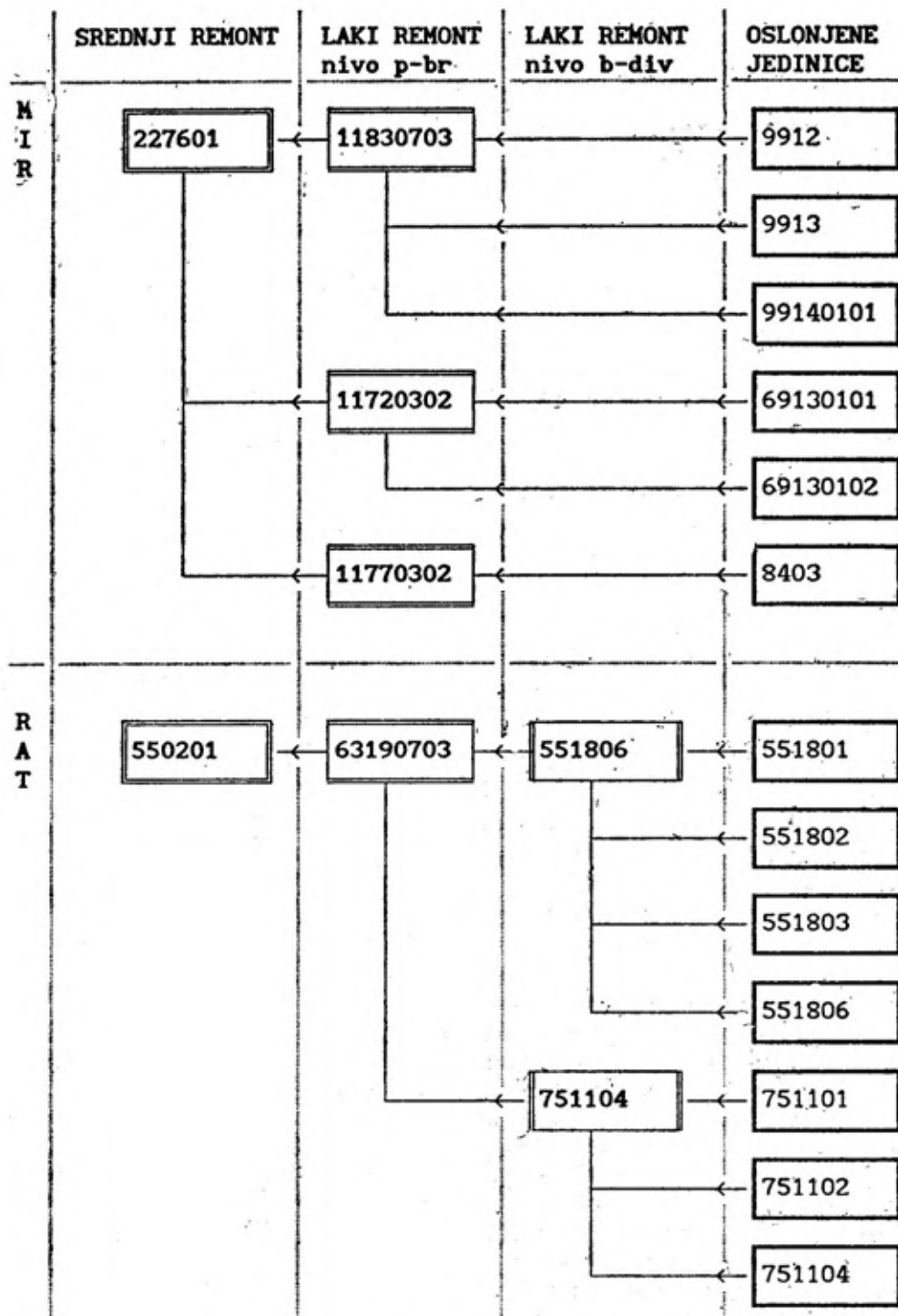
Na jednom hipotetičkom primeru biće prikazan način formiranja baze ulaznih podataka, proračun, rezultati proračuna, kao i primer izvođenja eksperimenata, kada se računarski sistem tretira kao model remontne jedinice. Eksperimentisanje će se sprovести za slučajeve promene prosečnog sedmičnog radnog vremena (42, 40 i 35 časova). Na bazi sprovedenih eksperimenata biće doneta ocena adekvatnosti postojeće lične formacije tretirane remontne jedinice.

Formiranje ulazne baze podataka

Jedinica ili ustanova tehničkog održavanja (u daljem tekstu remontna jedinica) vrši laki ili srednji remont u miru i ratu, što se, u smislu ovog članka, naziva vid i nivo remonta. Vid i nivo remonta kodirani su kao što je prikazano u prvoj koloni tabele 7, a baza podataka se formira za remontne jedinice čije su šifre i nazivi dati u tabeli 1.

Na svaku remontnu jedinicu lakog remonta u miru ili ratu može biti oslonjena jedna ili više jedinica različitog nivoa organizacije (jedinice sa samostalnom formacijom i niži organizacijski nivoi). Hipotetički primer šeme oslanjanja po remontu prikazan je na slici 1, a na osnovu nje formirana je tabela 2.

Šifre u kolonama SIF1, SIF2 i SIF3 u tabeli predstavljaju šifre remontnih jedinica vida i nivoa koji je šifrovano dat u kolonama V1, V2 i V3 respektivno (prema tabeli 7). SIF4 predstavlja šifru oslonjene jedinice, a KLAS njemu klasifikaciju (A, B, R i G). Klasifikacija oslonjenih jedinica u ratu uzima se kao G (FMS su 100% u eksploataciji). Iako klasifikacija B ne egzistira, ona omogućava da se preko nje izraze neki drugi pretpostavljeni odnosi FMS u eksploataciji i u ratnoj rezervi. U koloni V1 moguće su vrednosti 2 ili 5, u koloni V2 vrednosti 1 i 4, a kolona



Sl. 1 — Sema oslanjanja jedinica po remontu

SIF_JED	NAZ_JED
227601	43.cSR
11830703	92.VTO
11720302	13.VTO
550201	72.cSR
63190703	52.VTO
551806	14.odTOd
751104	35.odTOd
9912	129.mbr
9913	34.mbr
99140101	1-1.mb/47.mbr
69130101	1-1.pb/96.mtbr
69130102	2-1.pb/96.mtbr
8403	194.mabr
551801	1.okb/74.okbr
551802	2.okb/74.okbr
551803	mb/74.okbr
751101	1.inzb/13.inzp
751102	2.inzb/13.inzp

Podaci o oslanjanju

Tabela 2

SIF1	V1	SIF2	V2	SIF3	V3	SIF4	KLAS
227601	2	11830703	1		0	9912	A
227601	2	11830703	1		0	9913	A
227601	2	11830703	1		0	99140101	A
227601	2	11720302	1		0	69130101	A
227601	2	11720302	1		0	69130102	R
227601	2	11770302	1		0	8403	R
550201	5	63190703	4	551806	3	551801	G
550201	5	63190703	4	551806	3	551802	G
550201	5	63190703	4	551806	3	551803	G
550201	5	63190703	4	551806	3	551806	G
550201	5	63190703	4	751104	3	751101	G
550201	5	63190703	4	751104	3	751102	G
550201	5	63190703	4	751104	3	751104	G

V3 ostavlja se blanko (za mirnodopske remontne jedinice) ili se popunjava vrednošću 3. Šifra jedinice (remontne ili oslonjene) formira se od matičnog broja jedinice sa samostalnom formacijom (četiri pozicije) i rednih brojeva bataljonskog i četnog satava u organizacijskoj strukturi (po dve pozicije).

Svaka oslonjena jedinica ima svoju materijalnu formaciju koja je za posmatrani primer prikazana u tabeli 3.

Realno je pretpostaviti da i remontne jedinice imaju svoja FMS, te se one mogu osloniti same na sebe ili na neke druge remontne jedinice, zavisno od

specifičnosti FMS. Tako je jedinica lakog remonta u miru sa šifrom »751104« oslonjena na sebe (SIF3=SIF4, tab. 3).

Zavisno od klasifikacije oslonjene jedinice, njena FMS su u većem ili manjem procentu u eksploataciji, a ostatak se čuva u ratnoj rezervi ili se jedinica delom pounjava iz popisanog fonda. Za neke klasne FMS, kojima se jedinice delom popunjavaju iz popisanog fonda, odnosi FMS u eksploataciji i u ratnoj rezervi su različiti za pojedine klase jedinica. Pretpostavljeni koeficijenti koji izražavaju te odnose prikazani su u tabeli 4.

Tabela 3

Podaci o materijalnoj formaciji jedinica

SIF	FMS	KOL
9912	11101	214
9912	11102	234
9912	12101	45
9912	12202	38
9913	11101	235
9913	11102	193
9913	12101	81
9913	12202	73
99140101	11101	234
99140101	11102	124
99140101	12101	5
99140101	12302	3
69130101	11101	456
69130101	11102	742
69130101	12101	35
69130101	12302	19
69130102	11101	923
69130102	11102	234
69130102	12101	56
69130102	12202	47
8403	11101	234
8403	11101	346
8403	12101	231
8403	12202	384
551801	12301	234
551801	12302	354
551802	12101	324
551802	12202	210
551803	11102	825
551803	12301	286
551806	11101	35
551806	11102	24
551806	12301	4
751101	11101	843
751101	11102	546
751102	12201	89
751102	12302	94
751104	11101	923
751104	11102	234
751104	12202	35

Svako FMS iz tabele 3 zahteva jednu ili više vojnoevidencionih specijalnosti (VES) tehničke službe za njegovo tehničko održavanje. One mogu da budu različitih kategorija kadra (vojnici, podoficiri, oficiri ili civilna lica u VJ) i različite kvalifikacije (uslovno KV i VKV). Primer je pojednostavljen tako da se vojnici tretiraju kao KV, podoficiri i oficiri kao VKV, a civilna lica kao KV i VKV izvršioци remonta.

Tabela 4

Koeficijenti odnosa FMS u eksploataciji i ratnoj rezervi za pojedine klasifikacije jedinica

FMS	KLAS	KE	KRR
121	A	0.50	0.20
122	A	0.20	0.10
123	A	0.50	0.20
999	A	0.70	0.30
121	B	0.20	0.50
122	B	0.10	0.50
123	B	0.20	0.50
999	B	0.30	0.70
121	R	0.07	0.63
122	R	0.05	0.25
123	R	0.07	0.63
999	R	0.10	0.90
121	G	1.00	0.00
122	G	1.00	0.00
123	G	1.00	0.00
999	G	1.00	0.00

Prosečno godišnje vreme angažovanja je različito za pojedine kategorije kadra, vidove i nivoe remonta i prikazano je u tabeli 5. Podaci iz kolone VREME odnose se na 42-časovno nedeljno radno vreme, a iz kolona T40 i T35 na 40-časovno i 35-časovno nedeljno radno vreme. Program operiše samo podacima iz kolone VREME, a sve tri zajedno predstavljaju eksperimentalni plan, tj. varijante za koje će se vršiti proračun.

Tabela 5

Prosečno godišnje vreme angažovanja kategorija kadra za pojedine nivoe i vidove remonta

NIV	KAT	VREME	T40	T35
1	1	800	762	667
1	2	1300	1238	1083
1	3	1300	1238	1083
1	6	1600	1524	1334
2	1	800	762	667
2	2	1300	1238	1083
2	3	1300	1238	1083
2	6	1600	1524	1334
3	0	1800	1800	1800
4	0	2500	2500	2500
5	0	3600	3600	3600

FMS1	VES	N1	N2	K1	N3	K2	N4	N5	K3	N6
11101	12101	20.200	23.000	0.00	124.000	0.50	30.000	12.000	0.00	92.120
11101	12102	33.500	12.000	0.00	210.000	0.50	40.000	12.500	0.00	112.010
11102	12110	40.400	34.000	0.00	211.000	0.60	33.000	26.500	0.00	114.000
11102	12111	53.200	54.000	0.00	138.000	0.60	36.000	38.100	0.00	134.500
11102	22101	38.012	32.000	0.00	125.000	0.50	25.000	28.100	0.00	145.300
11102	22102	58.470	31.000	0.00	214.000	0.50	34.000	16.500	0.00	124.800
11102	32101	32.870	32.450	0.00	239.000	0.40	45.000	27.300	0.00	135.000
11102	62101	12.980	46.210	0.25	0.000	0.00	36.000	35.700	0.40	0.000
11102	62102	46.000	53.290	0.25	0.000	0.00	35.000	36.900	0.50	0.000
12101	12121	23.000	24.100	0.00	125.000	0.70	175.000	25.300	0.00	98.740
12101	12122	103.050	87.000	0.00	243.000	0.60	135.000	97.100	0.00	96.500
12101	22111	24.000	25.000	0.00	327.000	0.30	114.000	84.200	0.00	65.400
12101	32102	19.000	42.000	0.00	126.000	0.60	28.000	12.500	0.00	45.870
12101	62105	142.920	91.200	0.50	0.000	0.00	26.000	124.200	0.60	0.000
12210	12121	194.203	11.230	0.00	204.000	0.70	42.000	153.100	0.00	235.100
12210	12122	93.000	31.380	0.00	278.000	0.30	34.000	157.100	0.00	214.500
12210	12123	35.000	24.710	0.00	106.000	0.40	116.000	129.540	0.00	109.810
12210	22111	93.350	28.910	0.00	107.000	0.40	158.000	112.010	0.00	108.310
12210	22112	23.000	20.540	0.00	630.000	0.50	135.000	154.000	0.00	103.250
12210	22113	45.000	25.150	0.00	234.750	0.70	89.025	124.000	0.00	201.400
12210	32102	571.000	11.000	0.00	105.000	0.50	25.000	15.800	0.00	203.147
12210	62106	201.000	93.000	0.60	0.000	0.00	38.000	125.800	0.40	0.000
12210	62107	23.000	16.000	0.50	0.000	0.00	46.000	142.000	0.60	0.000
12313	12122	45.000	25.000	0.00	73.000	0.40	73.000	134.580	0.00	345.450
12313	12123	67.000	29.000	0.00	86.875	0.50	215.000	78.250	0.00	257.100
12313	12124	98.000	20.000	0.00	96.350	0.60	249.000	95.100	0.00	235.980
12313	22113	23.000	11.000	0.00	110.550	0.20	325.250	65.400	0.00	125.900
12313	22114	54.000	25.000	0.00	115.340	0.30	230.000	54.800	0.00	205.400
12313	32102	12.000	84.000	0.00	126.470	0.40	158.200	101.400	0.00	305.700
12313	62106	54.000	39.470	0.30	0.000	0.00	211.050	102.000	0.70	0.000
12313	62107	193.400	101.230	0.40	0.000	0.00	113.200	145.000	0.60	0.000

Za svako FMS iz materijalnih formacija oslonjenih jedinica (tabela 3), potrebno je izraditi normative vremena po VES-ti, nivou i vidu remonta, kao što je prikazano u tabeli 6.

Pri tom, kolone u tabeli imaju sledeće značenje:

- FMS1 — šifra FMS na koje se normativ odnosi;
 VES — šifra VES-ti koja se angažuje na pojedinom nivou i u vidu remonta;
 N1 — broj norma-časova godišnje (NČ) za TOd FMS u eksploataciji;
 N2 — broj NČ za TOd FMS u ratnoj rezervi;
 K1 — koeficijent angažovanja kvalifikovanih civilnih lica (KV CL) u TOd u miru;
 N3 — broj NČ za TOd u ratu;
 K2 — koeficijent realizacije TOd na nivou bataljona (divizion) u ratu;
 N4 — broj NČ za SR FMS u eksploataciji;

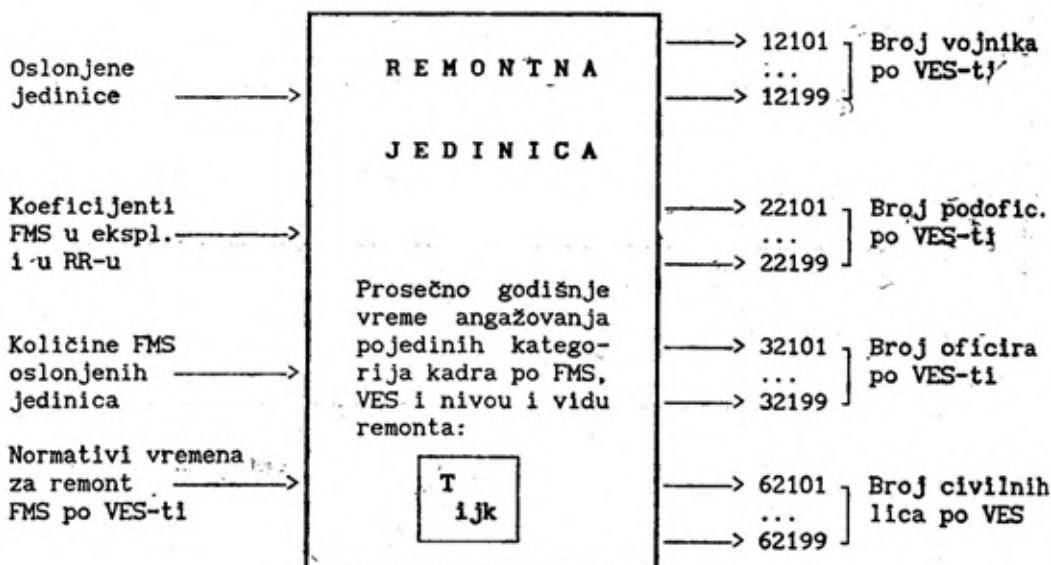
- N5 — broj NČ za SR FMS u ratnoj rezervi;
 K3 — koeficijent angažovanja KV CL za SR u miru i
 N6 — broj NČ za SR FMS u ratu.

Realizacija računarskog modela

Posmatranjem funkcionisanja remontnih jedinica LR i SR u miru, pravilnim tumačenjem njihovog ponašanja u različitim uslovima, predviđanjem načina funkcionisanja u ratu, kao i pretpostavljanjem nekih procesa koji nisu prisutni, ali su mogući, dolaz se do teorijskih postavki i konceptijskog modela remonte jedinice koji je prikazan na slici 2.

Računarski model remonte jedinice realizovan je na razvijenoj teoriji i u vidu listinga računarskog programa prikazan u prilogu 1. Sastoji se od procedure PRORAS i određenih programskih modula koje procedura PRORAS poziva na sukcesivno izvršavanje.

U odnosu na blok-šeme pojedinih modula programa, prikazane u prvom delu (VTG4/93), program iz priloga 1 je,



Sl. 2 — Konceptijski model remonte jedinice

u izvesnom smislu, modifikovan i poboljšan. Modul KOEF više ne sadrži instrukcije kojima se zadaju odnosi FMS u eksploataciji i u ratnoj rezervi, već su

ti podaci izdvojeni u posebnu tabelu baze podataka (tabela 4), a ona se učitava i pri pozivanju i pri izvršenju samog modula.

Tabela 7

Obrasci za proračun potrebnog godišnjeg vremena za remont oslonjenih FMS po nivou i vidu remonta i kategorijama kadra

NIVO I VID REMONTA	KATEGORIJE KADRA	IZRAZ ZA PRORAČUN VREMENA
1 - Laki remont u miru	1 - Vojniki	$S1 = KOL * (N1 * KE + N2 * KRR)$
	2 - Podof.	$S2 = KOL * (N1 * KE + N2 * KRR)$
	3 - Oficir	
	6 - CL KV VKV	$S1 = KOL * K1 * (N1 * K3 + N2 * KRR)$ $S2 = KOL * (1 - K1) * (N4 * KE + N5 * KRR)$
2 - Srednji remont u miru	1 - Vojniki	$S1 = KOL * (N4 * KE + N5 * KRR)$
	2 - Podof.	$S2 = KOL * (N4 * KE + N5 * KRR)$
	3 - Oficir	
	6 - CL KV VKV	$S1 = KOL * K3 * (N4 * KE + N5 * KRR)$ $S2 = KOL * (1 - K3) * (N4 * KE + N5 * KRR)$
3 - Laki remont u ratu (nivo b-div)	1 - Vojniki	$S1 = KOL * N3 * K2$
	2 - Podof.	$S2 = KOL * N3 * K2$
	3 - Oficir	
	6 - CL KV VKV	
4 - Laki remont u ratu (nivo p-br)	1 - Vojniki	$S1 = KOL * N3$ i $S1 = KOL * N3 * (1 - K2)$
	2 - Podof.	$S2 = KOL * N3$ i $S2 = KOL * N3 * (1 - K2)$
	3 - Oficir	
	6 - CL KV VKV	
5 - Srednji remont u ratu	1 - Vojniki	$S1 = KOL * N6L$
	2 - Podof.	$S2 = KOL * N6$
	3 - Oficir	
	6 - CL KV VKV	

Način proračuna vremena potrebnog za godišnje održavanje oslonjenih FMS za pojedine kategorije lica, nivoe i vidove remonta prikazan je u tabeli 7. Modul IZVR je, takođe, izmenjen, tako da se iz tabele 5, pri njegovom pozivanju i izvršenju, učitavaju podaci o prosečnom godišnjem angažovanju izvršilaca remonta svih kategorija lica za pojedine nivoe i vidove remonta.

Rezultati proračuna, izvršenog sa ulaznim podacima iz tabele 2, 3, 4, 5 i 6, prikazani su u prilogu 2, a grupisani su po remontnim jedinicama i kategorijama kadra sa pripadnim suptotalima.

Eksperimentisanje na modelu

Eksperimentisanje na modelu primenjuje se kada je, zbog složenosti ili ekonomičnosti, ciljeve istraživanja nemoguće ostvariti eksperimentisanjem na realnom sistemu. Remontne jedinice upravo predstavljaju takav slučaj. Naime, za opitovanje realnog sistema bilo bi potrebno utrošiti nedopustivo mnogo vremena, što je povezano i sa troškovima, a za remontne jedinice u ratu, to i ne bi bilo moguće u odsutnosti ratnih dejstava.

Prikazani model omogućava izvođenje eksperimenata primenom određenog eksperimentalnog plana. Ako se kao cilj postavi da se ispita uticaj promene trajanja radnog vremena na broj izvršilaca remonta po pojedinim VES-tima, onda eksperimentalni plan podrazumeva da se u zadanim granicama varira srednje vreme angažovanja izvršilaca remonta za sve kategorije lica (tabela 5), a da ostale ulazne vrednosti ostanu nepromenjene.

Prema ovako definisanom eksperimentalnom planu, izvršena su tri eksperimenta i to sa vrednostima srednjeg vremena datog u kolonama VREME, T40 i T35 tabele 5. Eksperimentisano je samo sa jednom remontnom jedinicom SR u miru (43.čSR, šifra »227601«), a upotrebnii rezultati prikazani su u tabeli 8.

Uporedni rezultati eksperimentisanja za tri varijante nedeljnog radnog vremena

VES	VARIJANTA	BROJ IZVRŠILACA		OSTATAK ZAOKR:	
		KV	VKV	OST1	OST2
12101	V1	65	0	0.79	0.00
	V2	67	0	0.30	0.00
	V3	78	0	0.90	0.00
12102	V1	81	0	0.24	0.00
	V2	83	0	0.11	0.00
	V3	97	0	0.44	0.00
12110	V1	57	0	0.78	0.00
	V2	59	0	0.11	0.00
	V3	69	0	0.30	0.00
12111	V1	70	0	0.40	0.00
	V2	72	0	0.02	0.00
	V3	84	0	0.44	0.00
12121	V1	40	0	0.54	0.00
	V2	41	0	0.48	0.00
	V3	48	0	0.63	0.00
12122	V1	46	0	0.21	0.00
	V2	47	0	0.28	0.00
	V3	55	0	0.43	0.00
KAT: 1	V1	359	0	2.96	0.00
	V2	369	0	1.30	0.00
	V3	431	0	3.14	0.00
22101	V1	0	30	0.00	0.89
	V2	0	32	0.00	0.44
	V3	0	37	0.00	0.09
22102	V1	0	31	0.00	0.30
	V2	0	32	0.00	0.87
	V3	0	37	0.00	0.58
22111	V1	0	24	0.00	0.28
	V2	0	25	0.00	0.49
	V3	0	29	0.00	0.14
KAT: 2	V1	0	85	0.00	1.47
	V2	0	89	0.00	1.80
	V3	0	103	0.00	0.81
32101	V1	0	44	0.00	0.13
	V2	0	46	0.00	0.34
	V3	0	52	0.00	0.97
32102	V1	0	4	0.00	0.99
	V2	0	5	0.00	0.24
	V3	0	5	0.00	0.99
KAT: 3	V1	0	48	0.00	1.12
	V2	0	51	0.00	0.58
	V3	0	57	0.00	1.96
62101	V1	13	20	0.69	0.54
	V2	14	21	0.38	0.57
	V3	16	24	0.43	0.64
62102	V1	17	17	0.08	0.08
	V2	17	17	0.93	0.93
	V3	20	20	0.49	0.49
62105	V1	8	5	0.76	0.84
	V2	9	6	0.20	0.13
	V3	10	7	0.51	0.01
KAT: 6	V1	38	42	1.53	1.46
	V2	40	44	1.51	1.63
	V3	46	51	1.43	1.14
UKUPNO	V1	397	175	4.49	4.05
	V2	409	184	2.81	4.01
	V3	477	211	4.57	3.91

Pri tom su V1, V2 i V3 varijante iz plana eksperimenata za nedeljno radno vreme $T=42$, $T=40$ i $T=35$ časova, respektivno.

Na primeru VES-ti »12122« može se uočiti da skraćenje nedeljnog radnog vremena za 2 sata zahteva uvođenje još jednog izvršioca, a skraćenje za 7 sati čak 9 dodatnih izvršilaca. Boljom organizacijom radnog dana može se, bez većih zahvata, kompenzovati radno vreme jednog izvršioca, ali za 9 izvršilaca to nije moguće. Slične analize mogu se sprovesti i za ostale VES-ti. Dakle, može se zaključiti da pri prelasku sa 42-časovnog nedeljnog radnog vremena na 40-časovno nije potrebno menjati ličnu formaciju posmatrane remontne jedinice, ali je potrebno povesti više računa o boljem iskorišćenju radnog vremena.

Koristeći prikazanu metodologiju eksperimentisanja, mogu se formirati različiti eksperimentalni planovi, u zavisnosti od postavljenog cilja istraživanja. Variranje vrednosti ulaznih faktora obično se vrši na dva, a najviše na

tri nivoa. Mogu se koristiti kombinacije nekoliko faktora, a drugi se drže nepromenjeni.

Zaključak

U članku je dat prikaz programskog sistema za proračun proizvodne radne snage remontnih jedinica realizovan u dBASE IV, a formiranje baze ulaznih podataka i proračun izvršeni su na hipotetičkom primeru. Posmatrajući program kao računarski model remontne jedinice, prikazan je način eksperimentisanja njime, a radi provere adekvatnosti lične formacije posmatrane jedinice pri skraćenju radne nedelje sa 42 na 40 radnih časova. Rezultati eksperimenata pokazuju da postojeća lična formacija zadovoljava. Pošto se radi o linearnim zavisnostima ulaznih i izlaznih veličina modela, induktivnim zaključivanjem se rezultati mogu uopštiti i primeniti na sve ostale remontne jedinice koje funkcionišu u istim zadatim uslovima.

Literatura:

- [1] N. Braćika: »Izrada normativa proizvodne radne snage«; VTG 4/88, Beograd, 1988.
- [2] »Programski sistem za proračun proizvodne radne snage jedinica i ustanova TSL KoV JNA u miru i ratu«; projektni zadatak, CVTS KoV JNA »General armije Ivan Gošnjak«, Zagreb, 1985.
- [3] I. Braćika: »Metodološki pristup određivanju radne snage tehničke radionice primenom ra-

čunarski zasnovanog modelovanja«; magistarski rad, ETF Sarajevo, 1985.

- [4] N. Braćika: »Programski sistem za proračun proizvodne radne snage remontnih jedinica i ustanova VJ«; VTG 4/93, Beograd, 1993.
- [5] V. Ziljak, G. Smiljanić: »Modeliranje i simuliranje sa računarima«; ETF Zagreb, 1980.

Page # 1

```

* Program : PRORAS.PRG — program za proračun
*           proizvodne radne snage
* Autor   : ppk mr N. BRACIKA, dipl. ing.
* Poziva ga: PRS MENI
* On poziva: KOEF, SUMKOE, VRREM, SUMAVR i IZVR

```

PROCEDURE PRORAS

```

SET STATUS ON
SET SAFETY OFF
DO KOEF
DO SUMKOE
DO VRREM
DO SUMAVR
DO IZVR

```

RETURN TO MASTER

```

* Modul      : KOEF      — određivanje koeficijenata
*              eksploatacije za FMS
* Poziva ga  : PRORAS.PRG
* Ulazne baze : DATOSL, DATFMS I KOEF
* Izlazne baze: POMOCNA

```

PROCEDURE KOEF

```

DECLARE A [8], B [3], C [6], D [16, 4]
STORE " " TO FMS_M, A [1], A [2], A [3], A [4], A [5], A [6], A [7], A [8]
STORE " " TO B [1], B [2], C [1], C [2], C [3]
STORE 0 TO KE, KRR, B [3], C [4], C [5], C [6]
SELECT 9
USE KOEF
N=RECCOUNT ( )
COPY TO ARRAY D NEXT N
SELECT 3
USE POMOCNA
ZAP
USE DATFMS IN 2
SELECT 1
USE DATOSL
COPY TO ARRAY A NEXT 1
DO WHILE .T.
    SELECT 2
    SET FILTER TO SIF=A [7]
    GO TOP
    COPY TO ARRAY B NEXT 1
    DO WHILE .NOT. EOF ( )
        FMS_M=SUBSTR (B [2], 1, 3)

```

```

IF FMS_M<>"121".AND.FMS_M<>"122".AND.FMS_M<>"123"
  FMS_m="999"
ENDIF
KLJUC=FMS_M+A [8]
I=0
DO WHILE I<N
  I=I+1
  IF KLJUC=D [I,1]+D [I,2]
    C [5]=D [I,3]
    C [6]=D [I,4]
    EXIT
  ENDIF
ENDDO
C [3]=B [2]
C [4]=B [3]
SELECT 3
DO CASE
CASE A [5]<>"          ".AND.A [5]><"00000000"
  C [1]=A [5]
  C [2]=A [6]
  APPEND FROM ARRAY C
  C [1]=A [3]
  C [2]=A [4]
  APPEND FROM ARRAY C
  C [1]=A [1]
  C [2]=A [2]
  APPEND FROM ARRAY C
CASE A [3]<>"          ".AND.A [3]><"00000000"
  C [1]=A [3]
  C [2]=A [4]
  APPEND FROM ARRAY C
  C [1]=A [1]
  C [2]=A [2]
  APPEND FROM ARRAY C
OTHERWISE
  C [1]=A [1]
  C [2]=A [2]
  APPEND FROM ARRAY C
ENDCASE
SELECT 2
SKIP
IF .NOT. EOF ()
  COPY TO ARRAY B NEXT 1
  LOOP
ENDIF
EXIT
ENDDO
SET FILTER TO
SELECT 1
SKIP
IF .NOT. EOF ()

```

COPY TO ARRAY A NEXT 1
LOOP

ENDIF

EXIT

ENDDO

CLOSE DATA

RETURN

-
- Modul : SUMKOE — nalaženje srednjih koeficijenata FMS u eksploataciji i u RR-u
 - Poziva ga : PRORAS. PRG
-

Page # 3

- On poziva : SUMKOE.QBE
 - Ulazne baze : POMOCNA
 - Izlazne baze: DFMSOSL
-

PROCEDURE SUMKOE

SET VIEW TO QBE/SUMKOE

COPY TO DFMSOSL

CLOSE DATA

RETURN

-
- Modul : VRREM — proračun potrebnog vremena za održavanje oslonjenih FMS
 - Poziva ga : PRORAS.PRG
 - Ulazne baze : DATOSL, DATNORM, DFMSOSL
 - Izlazne baze: DATVRP
-

PROCEDURE VRREM

DECLARE D [6], E [11], F [5], A [8]

STORE " " TO A [1], A [2], A [3], A [4], A [5], A [6], A [7], A [8]

STORE " " TO D [1], D [2], D [3], E [1], E [2], F [1], F [2], F [3], KAT

STORE 0 TO D [4], D [5], D [6], F [4], F [5], S1M, S2M

SELECT 6

USE DATVRP

ZAP

USE DATNORM IN 3

USE DATOSL IN 1 ORDER DX_1

SELECT 5

USE DFMSOSL

DO WHILE .NOT. EOF ()

COPY TO ARRAY D NEXT 1

SELECT 3

SET FILTER TO FMS1=D [3]

GO TOP

DO WHILE .NOT. EOF ()

COPY TO ARRAY E NEXT 1

KAT=SUBSTR (E [2], 1, 1)

```

DO CASE
CASE D [2]="1"
DO CASE
CASE KAT="1"
    S1M=D [4] * ( E [3] * D [5]+E [4] *D [6] )
    S2M=0
CASE KAT="2".OR.KAT="3"
    S1M=0
    S2M=D [4] * ( E [3] * D [5]+E [4] *D [6] )
CASE KAT="6"
    S1M=D [4] * E [5] * ( E [3] * D [5]+E [4] * D [6] )
    S2M=D [4] * ( 1—E [5] ) * ( E [3] * D [5]+E [4] * D [6] )
ENDCASE
CASE D [2]="2"
DO CASE
CASE KAT="1"
    S1M=D [4] * ( E [8] * D [5]+E [9] * D [6] )
    S2M=0
CASE KAT="2".OR.KAT="3"
    S1M=0
    S2M=D [4] * ( E [8] * D [5]+E [9] * D [6] )
CASE KAT="6"
    S1M=D [4] * E [10] * ( E [8] * D [5]+E [9] * D [6] )
    S2M=D [4] * ( 1—E [10] ) * ( E [8] * D [5]+E [9] * D [6] )
ENDCASE
CASE D [2]="3"

```

Page # 4

```

SELECT 1
SEEK D [1]
COPY TO ARRAY A NEXT 1
F [1]=A [3]
F [2]=A [4]
F [3]=E [2]
IF KAT="1"
    F [4]=D [4] * E [6] * ( 1—E [7] )
    F [5]=0
ELSE
    F [5]=D [4] * E [6] * ( 1—E [7] )
    F [4]=0
ENDIF
SELECT 6
IF F [4]+F [5]>0
    APPEND SROM ARRAY F
ENDIF
SELECT 3
IF KAT="1"
    S1M=D [4] * E [6] * E [7]
    S2M=0
ELSE
    S1M=0
    S2M=D [4] * E [6] * E [7]

```

```

        ENDIF
CASE D [2]="4"
    IF KAT="1"
        S1M=D [4] * E [6]
        S2M=0
    ELSE
        S1M=0
        S21M=D [4] * E [6]
    ENDIF
CASE D [2]="5"
    IF KAT="1"
        S1M=D [4] * E [11]
        S2M=0
    ELSE
        S1M=0
        S2M=D [4] * E [11]
    ENDIF
ENDCASE
F [1]=D [1]
F [2]=D [2]
F [3]=E [2]
F [4]=S1M
F [5]=S2M
SELECT 6
IF F [4]+F [5]>0
    APPEND FROM ARRAY F
ENDIF
STORE " " TO F [1], F [2], F [3]
STORE 0 TO F [4], F [5]
SELECT 3
SKIP 1
ENDDO
SET FILTER TO
SELECT 5
SKIP 1

```

```

ENDDO
CLOSE DATA

```

RETURN

Page # 5

- * Modul : SUMAVR — sumiranje vremena po rem. jedinicama,
- * nivou i vidu remonta i VES-ti
- * Poziva ga : PRORAS.PRG
- * On poziva : SUMAVR.QBE
- * Ulazne baze : DATVRP
- * Izlazne baze: DATVR

PROCEDURE SUMAVR

```

SET VIEW TO QBE/SUMAVR
COPY TO DAVR.DBF
CLOSE DATA

```

RETURN

* Modul : IZVR — proračun izvršilaca remonta
 * Poziva ga : PRORAS.PRG
 * Ulazne baze : DATVR i VREME
 * Izlazne baze: DATIZV

PROCEDURE IZVR

```

  DECLARE D [11, 3], G [5], H [7]
  STORE " " TO G [1], G [2], G [3], H [1], H [2], H [3], KAT
  STORE 0 TO G [4], G [5], H [4], H [5], H [6], H [7], T, B1, B2, OST1, OST2
  SELECT 9
  USE VREME
  N=RECCOUNT ( )
  COPY TO ARRAY D NEXT N
  SELECT 8
  USE DATIZV
  ZAP
  SELECT 7
  USE DATVR
  DO WHILE .NOT. EOF ( )
    COPY TO ARRAY G NEXT 1
    KAT=SUBSTR ( G [2]>"2"
      KAT="0"
    ENDIF
    KLJUC=G [2]+KAT
    I=0
    DO WHILE I<N
      I=I+1
      IF KLJUC=D [I, 1]+D [I, 2]
        T=D [I, 3]
        EXIT
      ENDIF
    ENDDO
    H [1]=G [1]
    H [2]=G [2]
    H [3]=G [3]
    H [4]=INT ( G [4]/T )
    H [5]=INT ( G [5]/T )
    H [6]=G [4]/T-H [4]
    H [7]=G [5]/T-H [5]
    SELECT 8
    APPEND FROM ARRAY H
    SELECT 7
    SKIP 1
  ENDDO
  CLOSE DATA
  RETURN

```

• ——— Kraj programa PRORAS. PRG ———

Rezultati proračuna broja izvršilaca za T=42 sata

PRORAČUNATI BROJ IZVRŠILACA Str: 1

V E S	Broj izvršilaca		Ostak zaokruz	
	KV	VKV	KV	VKV

13. VTO

12101	37	0	0.72	0.00
12102	35	0	0.51	0.00
12110	44	0	0.60	0.00
12111	65	0	0.49	0.00
12121	1	0	0.91	0.00
12122	7	0	0.56	0.00
Svega:	189	0	3.79	0.00
22101	0	25	0.00	0.83
22102	0	31	0.00	0.52
22111	0	1	0.00	0.22
Svega:	0	57	0.00	1.57
32101	0	24	0.00	0.49
32102	0	1	0.00	0.62
Svega:	0	25	0.00	1.11
62101	5	15	0.02	0.06
62102	7	23	0.68	0.05
62105	2	2	0.27	0.27
Svega:	14	40	0.97	0.38
SVEGA:	203	122	4.76	3.06

92. VTO

12101	17	0	0.96	0.00
12102	23	0	0.09	0.00
12110	26	0	0.50	0.00
12111	36	0	0.81	0.00
12121	2	0	0.67	0.00
12122	11	0	0.29	0.00
Svega:	115	0	3.32	0.00
22101	0	15	0.00	0.35
22102	0	21	0.00	0.29
22111	0	1	0.00	0.71
Svega:	0	37	0.00	1.35
32101	0	13	0.00	0.88
32102	0	1	0.00	0.80
Svega:	0	14	0.00	1.68
62101	1	5	0.98	0.93
62102	4	12	0.15	0.45
62105	3	3	0.67	0.67
Svega:	8	20	1.80	2.05
SVEGA:	123	71	5.12	5.08

43. ČSR

12101	65	0	0.79	0.00
12102	81	0	0.24	0.00

V E S	Broj izvršilaca		Ostak zaokruz	
	KV	VKV	KV	VKV
12110	57	0	0.78	0.00
12111	70	0	0.40	0.00
12121	40	0	0.54	0.00
12122	46	0	0.21	0.00
Svega:	359	0	2.96	0.00
22101	0	30	0.00	0.89
22102	0	31	0.00	0.30
22111	0	24	0.00	0.28
Svega:	0	85	0.00	1.47
32101	0	44	0.00	0.13
32102	0	4	0.00	0.99
Svega:	0	48	0.00	1.12
62101	13	20	0.69	0.54
62102	17	17	0.08	0.08
62105	8	5	0.76	0.84
Svega:	38	42	1.53	1.46
SVEGA:	397	175	4.49	4.05

14. odTOD

12101	1	0	0.21	0.00
12102	2	0	0.04	0.00
12110	59	0	0.71	0.00
12111	39	0	0.05	0.00
12121	15	0	0.75	0.00
12122	26	0	0.24	0.00
Svega:	142	0	2.00	0.00
22101	0	29	0.00	0.48
22102	0	50	0.00	0.47
22111	0	17	0.00	0.66
Svega:	0	96	0.00	1.61
32101	0	45	0.00	0.09
32102	0	13	0.00	0.61
Svega:	0	58	0.00	0.70
SVEGA:	142	154	2.00	2.31

35. odTOD

12101	60	0	0.83	0.00
12102	103	0	0.02	0.00
12110	54	0	0.86	0.00
12111	35	0	0.88	0.00
Svega:	252	0	2.59	0.00
22101	0	27	0.00	0.08
22102	0	46	0.00	0.37
Svega:	0	73	0.00	0.45
32101	0	41	0.00	0.43
Svega:	0	41	0.00	0.43
SVEGA:	252	114	2.59	0.88

V E S	Broj izvršilaca		Ostak zaokruz	
	KV	VKV	KV	VKV

52. VTO

12101	133	0	0.99	0.00
12102	226	0	0.93	0.00
12110	192	0	0.48	0.00
12111	125	0	0.89	0.00
12121	21	0	0.06	0.00
12122	44	0	0.09	0.00
Svega:	741	0	3.44	0.00
22101	0	40	0.00	0.73
22102	0	69	0.00	0.72
22111	0	29	0.00	0.67
Svega:	0	138	0.00	2.12
32101	0	93	0.00	0.44
32102	0	6	0.00	0.53
Svega:	0	99	0.00	0.97
SVEGA:	741	237	3.44	3.09

V E S	Broj izvršilaca		Ostak zaokruz	
	KV	VKV	KV	VKV

72. ČSR

12101	46	0	0.09	0.00
12102	56	0	0.04	0.00
12110	51	0	0.59	0.00
12111	60	0	0.86	0.00
12121	8	0	0.89	0.00
12122	8	0	0.69	0.00
Svega:	229	0	3.16	0.00
22101	0	65	0.00	0.75
22102	0	56	0.00	0.47
22111	0	5	0.00	0.89
Svega:	0	126	0.00	2.11
32101	0	61	0.00	0.09
32102	0	4	0.00	0.13
Svega:	0	65	0.00	0.22
SVEGA:	229	191	3.16	2.33

PLANIRANJE REZERVNIH DELOVA ZA ODRŽAVANJE RAČUNARSKIH SISTEMA

Prikazan je postupak za predviđanje broja i vrste potrebnih rezervnih delova, kao i očekivanog vremena zastoja računarskog sistema u planskom periodu na osnovu podataka o kvarovima sistema koji su se otklanjali zamenom otkazalih delova u prethodnom periodu.

Formiran je matematički model za izbor broja, vrste i vremena nabavke rezervnih delova prema odabranom kriterijumu, koji može biti: ograničenje trajanja zastoja sistema, dovoljan broj rezervnih delova sa zadatom verovatnoćom, minimizacija troškova za rezervne delove i troškove zastoja. Planiranje broja i vrste delova za godišnje održavanje, prema predloženim kriterijumima, prikazano je na primeru računarskog sistema CYBER 170/720.

Uvod

Za održavanje računarskih sistema u eksploataciji potrebno je planirati nabavke nekih rezervnih delova već na početku perioda održavanja kako bi se smanjili troškovi zastoja i ukupni troškovi eksploatacije sistema u planskom periodu. Da li je opravdana prethodna nabavka pojedinih delova, kojih delova i u kojim količinama — zavisi od više činilaca, kao što su pokazatelji pouzdanosti sklopova i elemenata, cene delova, logističko vreme za nabavku delova, troškovi zastoja, i dr. U ovom radu formira se matematički model koji omogućava najpovoljniji izbor broja, vrste i vremena nabavke rezervnih delova prema izabranom kriterijumu. Na osnovu predloženog modela može se izvesti uporedna analiza različitih planova nabavke rezervnih delova.

Polazni podaci

Rezervni delovi mogu se planirati na bazi poznatih podataka o onim otkazima sastavnih delova praćenog sistema u prethodnom periodu eksploatacije, koji su doveli do prekida rada sistema i koji su se otklanjali zamenom neispravnih delova ispravnim.

Pomenuti potrebni podaci iz prethodne eksploatacije su:

— intenzitet onih otkaza sastavnog dela sistema koji se otklanjaju zamenom neispravnog dela ispravnim (intenzitet zamene delova);

— ukupni broj otkaza sastavnih delova u planskom periodu T ;

— ukupni broj otkaza istih i različitih sastavnih delova u periodu T ;

— ukupni broj zamenjenih delova, broj vrsta zamenjenih delova, nazivi, šifre i cene po komadu svih vrsta zamenjenih delova;

— pripadnost zamenjenih delova po vrsti i broju određenom sastavnom delu sistema, kao i bloku i sklopu tog sastavnog dela sistema;

— trajanje zastoja zbog otkaza delova svakog sastavnog dela sistema u periodu T ili operativna raspoloživost sastavnih delova analiziranog sistema;

— troškovi sata rada analiziranog sistema;

— srednje trajanje aktivne popravke — zamene delova;

— srednje trajanje čekanja na rezervni deo svake vrste, tj. period dobavljanje delova koji nisu na raspolaganju (srednje logističko vreme);

— trajanje zastoja u periodu T , sastavnih delova i sistema, zbog otkaza koji se otklanjaju zamenom delova.

Navedeni podaci mogu se imati ako je organizovano praćenje i sakupljanje podataka o događajima u jednom sistemu u toku njegove eksploatacije, na primer, kao u [1].

Pri registroyanju otkaza — preki-da rada sistema, treba voditi računa da ne zahtevaju svi otkazi rezervne delove za popravku. Otkazi mogu biti:

— tranzijentne smetnje i intermi-tentne greške (prouzrokovani prekidu otkaljanaju se pomoću sistemskog soft-vera);

— otkazi koji se otklanjaju pode-šavanjem;

— permanentni otkazi koji se ot-klanaju zamenom delova. Za potrebe planiranja rezervnih delova koriste se samo podaci o permanentnim otkazima.

Poznavanjem navedenih podataka, svaki sastavni deo razmatranog sistema koji je otkazivao u prethodnom peri-odu predstavlja se rednom vezom onih vrsta delova koje su otkazivale. Za tak-vu šemu veze može se izračunati:

— trajanje zastoja sastavnog dela sistema u periodu T , izazvano otkazom svakog od članova redne veze različitih delova, ako je na raspolaganju određeni broj rezervnih delova različitih vrsta;

— minimalni troškovi nabavke rez-ervnih delova na početku planskog pe-rioda i troškovi zastoja sastavnog dela sistema čije trajanje zavisi od broja delova na raspolaganju, u raznim kom-binacijama zadatih tehničkih ili finan-sijskih uslova eksploatacije sistema.

Troškovi u planskom periodu obi-čno se svode na kraj perioda. Troškovi nastali na početku nekog perioda, sve-đeni na kraj tog perioda, izračunavaju se prema obrascu [2].

$$C = C_0 \cdot (1 + \Theta)^T \quad (1)$$

gde su:

T — posmatrani period vremena;

C_0 — troškovi načinjeni na počet-ku perioda T ;

Θ — kamata na kraju jednakih intervala vremena na koje je podeljen period T

Za troškove nastale u toku posma-tranog perioda T , može se smatrati da su nastali na sredini. Pomenuti troškovi, svedeni na kraj posmatranog perioda, dobijaju se prema izrazu:

$$C = C_{1/2} \cdot (1 + \Theta)^{\frac{T}{2}} \quad (2)$$

gde su $C_{1/2}$ — troškovi na sredini posmatranog perioda T .

Metoda

Za predviđenje broja rezervnih de-lova za održavanje jednog sistema u eksploataciji na osnovu zahtevanog ukupnog vremena zastoja tog sistema, zbog otkaza u periodu planiranja, ko-rišćenja je metoda izložena u [3]. Me-toda je primenjena na podsisteme, sa-stavne delove složenog sistema, čiji za-stoj zbog otkaza izaziva zastoj celog sistema. U podsistemima su razmatrani samo oni otkazi delova koji su dovodili do prekida rada podsistema, odnosno celog složenog sistema. Za potrebe ove analize, složeni sistem je predstavljen rednom vezom svojih sastavnih delova — podsistema, koji se, opet, sastoje sa-mo od onih vrsta delova vezanih na red, koji su otkazali u prethodnom periodu praćenja eksploatacije. Na osnovu po-našanja u prošlosti, pretpostavlja se da će se sastavni delovi složenog sistema slično ponašati i u budućnosti.

Ukupno trajanje zastoja sistema u periodu eksploatacije T , zbog otkaza — zamene delova određene vrste, izraču-nava se pomoću izraza:

$$\tau = \sum_{k=1}^s p(k) \cdot k \cdot t + \sum_{k=s+1}^{\infty} p(k) \cdot (k-s) \cdot t_{1g} \quad (3)$$

gde je:

s — broj rezervnih delova na ras-polaganju;

$p(k)$ — verovatnoća nastupanja k otkaza u periodu vremena T ;

t — vreme aktivne popravke ako se raspolaze rezervnim delom. Srednje trajanje jedne aktivne popravke može se usvojiti, bilo jedinstveno za sve sastavne delove analiziranog sistema, bilo prema vrsti sastavnih delova (elektronski, elektromehanički);

t_{lg} — logističko vreme čekanja na deo, radi popravke-zamene, kada se ne raspolaze rezervnim delom. Trajanje logističkog vremena za jednu popravku zavisi od koncepcije održavanja i eksploatacije računarskog, ili drugog sistema. Ono je, sa jedne strane, ograničeno udaljenošću izvora rezervnih delova i maksimalnom dozvoljenom neraspoloživosti sistema, a sa druge strane ograničeno troškovima nabavke unapred izvesnog broja delova i troškovima eventualne hitne nabavke delova kritičnih po rad sistema. Ako se ne raspolaze podacima o logističkim vremenima za sve vrste rezervnih delova, čini se logičnim da se usvoji srednje logističko vreme istog trajanja, za sve sastavne delove jednog sistema koji se nalaze u rednoj vezi;

$\sum_{k=1}^s p(k) \cdot k \cdot t$ — očekivano trajanje zastoja sistema u periodu T , kod $k \leq s$ otkaza sa zamenom delova, ako se raspolaze sa s rezervnih delova;

$\sum_{k=s+1}^{\infty} p(k) \cdot (k-s) \cdot t_{lg}$ — očekivano trajanje zastoja sistema u periodu T , kod $k > s$ otkaza koji zahtevaju zamenu delova, kada se ne raspolaze rezervnim delovima posmatrane vrste.

Verovatnoća $p(k)$ podleže Poasonovoj raspodeli i

$$p(k) = e^{-n\lambda T} \cdot \frac{(n\lambda T)^k}{k!}$$

gde je:

n — broj elemenata određene vrste;

λ — intenzitet permanentnog otkaza jednog elementa.

Isti delovi mogu se nalaziti u više sistema koji čine složeni sistem. Tada se u analizama za planiranje delova, na izloženi način, ista vrsta rezervnih delova ne predviđa za svaki pojedinačni sistem. u sastavu složenijeg sistema. Ekonomičniji rezultat, tj. manji ukupni broj rezervnih delova za održavanje, dobija se ako se ista vrsta rezervnih delova planira za celi složeni sistem.

Očekivano trajanje zastoja u periodu T jednog od N identičnih i nezavisnih sistema, u zavisnosti od zajedničkog broja rezervnih delova, računa se pomoću izraza

$$\tau_1 = \frac{1}{N} \cdot \left[\sum_{k=1}^s p(k) \cdot k \cdot t + \sum_{k=s+1}^{\infty} p(k) \cdot (k-s) \cdot t_{lg} \right] \quad (4)$$

gde je

$$p(k) = e^{-Nn\lambda T} \cdot \frac{(Nn\lambda T)^k}{k!}$$

Planiranje rezervnih delova za godišnje održavanje sistema

Podaci i kriterijumi

Za primer je poslužio složeni računarski sistem CYBER 170/720 u daljem tekstu SISTEM.

U ovoj analizi računaju se očekivani godišnji zastoji onih sastavnih delova SISTEMA, za koje su postojali podaci o utrošenim delovima iz praćenog perioda eksploatacije od 4,5 godina a to su sistemi centralnog procesora — CPU, mrežnog procesora — NPU, za upravljanje diskovima — DSS, za upravljanje jedinicama magnetnih traka — MTSS i za upravljanje štampačem rediva — LP.

Model za planiranje rezervnih delova sistema CPU, NPU, DSS, MISS i

LP u periodu T, čini redna veza onih njihovih sastavnih delova koji su otkazivali i bili zamenjivani određenim intenzitetima zamene u pomenutom periodu ranije eksploatacije. Poznati su podaci o broju zamenjenih delova po vrstama, kao i podaci o identifikaciji i cenama delova. Pretpostavilo se da će i otkazivati isti sastavni delovi pomenutih sistema.

Očekivano ukupno trajanje zastoja u periodu T, izazvano otkazima pojedinih vrsta sastavnih delova sistema CPU, ..., LP, ako se raspolaze određenim brojem odgovarajućih rezervnih delova, izračunava se pomoću izraza (3) i (4). Vrednosti karakterističnih pokazatelja za svaki od pomenutih sistema navedene su u tabeli 1.

8760 h, odnosno 1 dan traje 24 h. Za MTSS i LP koji rade kraće, jedna godina traje 313,46 h i 2000 h, odnosno 1 dan traje 2 h i 8 h. Za delove svih sistema usvojeno je da logističko vreme traje 5 dana, izuzev za delove sistema MTSS kod kojih traje 9 dana

Ukupni broj rezervnih delova koje treba nabaviti na početku planskog perioda T za svaki sastavni deo sistema CPU, NPU, ..., LP, planira se prema unapred usvojenim kriterijumima. Ti kriterijumi mogu biti:

— ograničavanje očekivanog ukupnog zastoja sistema na vrednost koja nije veća od poznatog prosečnog godišnjeg zastoja tog sistema u prethodnoj eksploataciji $\tau \leq t_z$ (t_z , tabela 1), pri naj-

Tabela 1

Pokazatelj	CPU	NPU	DES	MTSS (MT)	LP
λ_z [1/h]	0,00010353	0,00010592	0,00094272	0,001935183 (0,010392105)	0,002210096
t_{lg} [h]	120	120	120	18	40
t [h]	0,5	0,2	1,4	1,8	1,6
t_z [h]	20,275	49,387	137,929	2,135	18
T [h]	8760	8760	8760	313,46	2000

Oznake u tabeli 1:

- λ_z — intenzitet kvarova sa zamenom delova u periodu T;
- t_{lg} — srednje logističko vreme;
- t — srednje vreme aktivne popravke;
- t_z — ukupni godišnji zastoj zbog zamene delova;
- T — period planiranja.

Pored pokazatelja λ_z za MTSS, u zagradi je navedena vrednost λ_z za jednu jedinicu magnetne trake MT. Pokazatelji iz tabele 1 obrazloženi su u [4,5].

Period planiranja T traje 1 godinu. Prema tabeli 1, jedna godina za CPU, NPU i DSS, koji rade neprekidno, traje

manjim troškovima. Najmanji troškovi ostvaruju se uzimanjem rezervnog dela niže cene, ako je moguć izbor između više delova različite vrste, a istog intenziteta otkaza;

— najmanji zbir troškova nabavke određenog broja rezervnih delova unapred (C_{del}) troškova zastoja sistema zbog čekanja na nabavku dela potrebnog za otklanjanje otkaza (C_{rak}), ovde nazvan troškovima planiranja (C_{pl}), dakle, $C_{pl} = C_{del} + C_{rak}$.

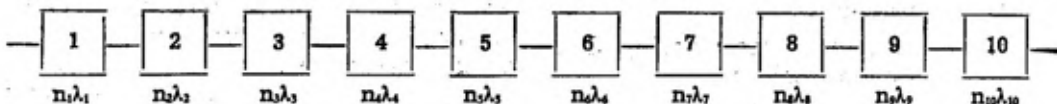
— broj s_i rezervnih delova vrste i treba da bude dovoljan, sa zadatom verovatnoćom g , da obezbedi potrebne zamene u planskom periodu T, odnosno:

$$\pi_i = \sum_{k=0}^{s_i} p_i(k) \geq g$$

gde je $p_i(k)$ verovatnoća nastupanja k otkaza vrste i u periodu T , a π_i verovatnoća da broj otkaza elementa i neće biti veći od s_i .

Rezervni delovi za jedan karakteristični sastavni deo

Jedan od složenijih primera planiranja rezervnih delova je sistem MTSS, sastavni deo SISTEMA. Sistem MTSS čine upravljač i dve jedinice magnetne trake MT međusobno vezane paralelno. Sistem MTSS može da obavlja funkciju kada su, pored upravljača, ispravne ili obe jedinice MT ili jedna jedinica MT. Kako je otkazivanje upravljača bilo zanemarljivo u praćenom periodu eksploatacije, za potrebe planiranja rezervnih delova, MTSS se svodi na sistem MTP — paralelnu vezu dve jedinice MT. Pošto intenzitet zamene delova sistema MTP nije konstantna veličina, MTP ne može da se analizira kao celina, za razliku od drugih sastavnih delova SISTEMA. Ovde se analiziraju dve nezavisne, identične jedinice MT, koje otkazuju sa konstantnim intenzitetom u intervalu T . Svaka od dve jedinice predstavlja se rednom vezom sastavnih delova, 10 vrsta, čiji su otkazi u prethodnom, praćenom periodu eksploatacije doveli do prekida rada jedne jedinice MT (slika 1). Obrazac (4) ovde se primenjuje za izračunavanje očekivanog trajanja ukupnog zastoja u funkciji broja rezervnih delova svake od pomenutih 10 vrsta delova.



Sl. 1 — Model planiranja delova MT

$$(n_1 = \dots = n_{10} = 1, N = 2, \lambda_1 = 0,346 \cdot \lambda_z, \lambda_2 = \lambda_5 = 0,077 \cdot \lambda_z, \lambda_3 = \lambda_9 = 0,154 \cdot \lambda_z, \lambda_4 = \lambda_6 = \lambda_7 = \lambda_8 = \lambda_{10} = 0,0385 \cdot \lambda_z).$$

Rezultat izlaganja otkazivanju 10 vrsta sastavnih delova u dve jedinice

MT ($N=2$) prikazan je u tabeli 2. Tu je τ_{11} godišnji zastoj jedinice zbog otkaza-zamene dela i u periodu godišnjeg rada $T=313,46$ h, a ukupni godišnji prekid jedinice MT u istom periodu iznosi:

$$\tau_1 \approx \sum_{i=1}^{10} \tau_{1i}.$$

Period rada i otkazivanja MTP (313,46 h) deo je perioda rada SISTEMA (8760 h). Trajanje prekida rada SISTEMA zbog otkaza MTP sa zamenom dela i izračunava se pomoću (4) na opisani način. U periodu posmatranja SISTEMA (8760 h) intenzitet otkaza sa zamenom delova jedne jedinice MT iznosi $\lambda_s = p \cdot \lambda_z$, gde je $p = \frac{313,46}{8760}$ — ve-

rovatnoća da će jedinica MT biti zahtevana u periodu rada SISTEMA. U periodu $T=8760$ h, logističko vreme je $t_{1g}=216$ h. Uvrštavanjem navedenih parametara u obrazac (4), dobija se godišnji zastoj zbog otkaza-zamene dela i jedinice MT u periodu rada SISTEMA (8760 h) — τ_{1si} (tabela 2), a ukupni godišnji zastoj jedinice u istom periodu iznosi

$$\tau_{1s} \approx \sum_{i=1}^{20} \tau_{1si}.$$

Zastoj dve jedinice MT u paralelnoj vezi (MTP) dobija se pomoću izraza

$$U_p = U_1 \cdot U_1 = U_1^2,$$

gde je U_1 — neraspoloživost jedne jedinice MT a U_p — neraspoloživost MTP.

$$\text{Kako je } U_1 = \frac{\tau_1}{T} \text{ a } U_p = \frac{\tau}{T}, \text{ tra-$$

janje zastoja MTP u periodu T iznosi

$$\tau = \frac{\tau_1^2}{T}$$

Trajanje zastoja τ odnosi se na period godišnjeg rada MTP (313,46 h). Na isti način izračunava se trajanje zastoja MTP u periodu godišnjeg rada SISTEMA, τ_{MTP} koje izaziva prekid rada SISTEMA.

Tabela 2

Vrsta dela, i	s_i	π_i	τ_{i1} [h]	τ_{i11} [h]
1	0	0,105997	20,032	240,386
	1	0,343890	12,220	144,289
	2	0,610848	6,816	74,151
	3	0,809998	3,873	32,902
	4	0,922056	2,591	13,088
	5	0,972355	2,141	5,080
	6	0,991170	2,019	2,498
	7	0,997202	2,003	1,834
2,5	0	0,607293	4,488	53,771
	1	0,910177	1,226	11,924
	2	0,985708	0,554	2,103
	3	0,998265	0,459	0,612
	4	0,999831	0,449	0,448
3,8	0	0,368805	8,972	107,666
	1	0,736683	3,632	39,836
	2	0,920160	1,584	11,742
	3	0,981165	1,031	3,288
	4	0,996378	0,917	1,318
	5	0,999413	0,899	0,949
	6	0,999918	0,897	0,897
4,6,7,9,10	0	0,779290	2,244	26,930
	1	0,973623	0,433	3,268
	2	0,997854	0,239	0,463
	3	0,999868	0,225	0,238
	4	0,999994	0,224	0,238

Tabela 3 prikazuje trajanje zastoja MTP, τ , u periodu jednogodišnjeg rada (313,46 h), kao i trajanje zastoja

MTP u periodu rada SISTEMA (8760 h), τ_{MTP} , koje predstavlja i trajanje zastoja SISTEMA u zavisnosti od broja i vrste delova na raspolaganju. U njoj su navedeni troškovi nabavke tih delova unapred (C_{del}), troškovi zastoja SISTEMA za broj i vrstu delova na raspolaganju ($C_{rač}$) i zbir ovih troškova (C_{pl}), uzet kao jedan od kriterijuma za planiranje. Prema kriterijumu ograničenja trajanja godišnjeg zastoja za SISTEM zbog prekida rada MTP, kao u tabeli 1 ($t_z = 2,135$ h), zadovoljavaju varijante planova 4—7. Među njima je finansijski najpovoljnija varijanta 5, sa 11 rezervnih delova, i to: $s_1=3$, $s_2=s_3=2$, $s_4=s_5=s_6=s_7=1$, $s_8=s_9=s_{10}=0$. Varijanta 7 jedina zadovoljava kriterijum dovoljnog broja rezervnih delova za pokrivanje svih otkaza sa verovatnoćom $\pi_i > 0,9$, ali je najskuplja.

Predlog broja i vrste rezervnih delova za SISTEM

Za sisteme CPU, NPU, DSS i LP, uvažavajući predložene kriterijume, izračunati su rezervni delovi za godišnje održavanje, primenom opisane metode i postupka ilustrovanog na primeru sistema MTSS. Tako se došlo do ukupnog broja, po vrstama, rezervnih delova za godišnje održavanje SISTEMA. Detaljni proračuni izvedeni su u [6].

Delovi za svaki od 5 sistema, CPU, ..., LP, međusobno su različiti.

Tabela 3

Redni broj	Broj delova vrste i										$\sum_{i=1}^{10} C_i$	τ [h]	τ_{MTP} [h]	$C_{rač}$ [\$]	C_{del} [\$]	C_{pl} [\$]
	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,800	55,602	1390,05	0	1390,05
2	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	3,748	17,903	447,57	4552	4999,57
3	2	1	1	0	1	0	0	1	0	0	6	2,957	11,352	283,80	4755	5038,80
4	3	1	2	0	1	0	0	2	0	0	9	1,369	5,271	131,77	7109	7420,77
5	3	1	2	0	1	0	0	2	1	1	11	0,932	3,205	80,12	7289	7369,12
6	3	1	2	1	1	1	1	2	1	1	14	0,434	1,065	26,62	8121	8147,62
7	4	1	2	1	1	1	1	2	1	1	15	0,343	0,673	16,82	10319	10335,82

Preporučena varijanta planiranja rezervnih delova za jednogodišnje održavanje SISTEMA prikazana je u tabeli 4. Uočava se da, ako se unapred planira nabavka 47 delova 30 međusobno različitih vrsta, očekivano godišnje trajanje prekida rada SISTEMA zbog otkaza i zamena delova iznosi 215,503 h. Radi poređenja, navodi se podatak da

da se rezervni delovi globalno planiraju, prema preporuci proizvođača. To smanjenje bi u ovom primeru iznosilo 15%.

Ukupni godišnji troškovi za pojedine podsisteme, koji obuhvataju troškove iz tabele 4, u odnosu na godišnje troškove SISTEMA, prikazani su na slici 2.

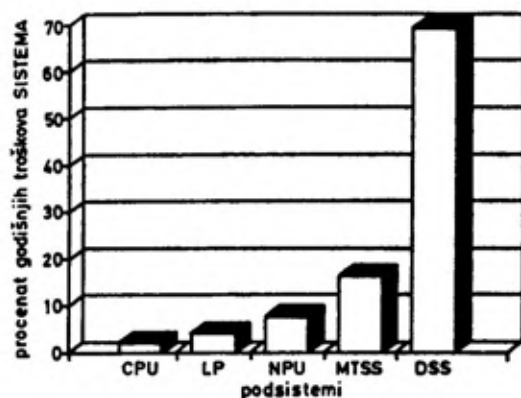
Tabela 4

Sistem	Broj rezervnih delova vrste i, i različito za pojedine sisteme											Σs_i	τ [h]	C _{rađ} [\$]	C _{del} [\$]
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁				
CPU	1	1	2									4	7,467	186,69	773
NPU	1	1	1	0								3	36,924	923,09	2632
DSS	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	6	19	105,89	2647,20	28363
MTSS	3	1	2	0	1	0	0	2	1	1		11	3,205	80,12	7289
LP	1	1	1	5	0	1						10	62,017	1550,12	318
Ukupno	35 vrsta delova otkazivalo, 30 vrsta delova se nabavlja											47	215,503	5387,22	39375

je u periodu praćenja eksploatacije SISTEMA od 4,5 godine, ukupni prekid zbog kvara delova prosečno iznosio 262 h/god.

Zaključak

Na osnovu podataka o otkazima sistema koji su se otklanjali zamenom otkazalih delova u proteklom periodu, uz pomoć metode [3] može se predvideti broj i vrsta potrebnih rezervnih delova, kao i očekivano trajanje zastoja sistema u planskom periodu. Troškovi nabavke i čuvanja rezervnih delova i troškovi zastoja sistema, u zavisnosti od broja raspoloživih delova, mogu se izračunati i optimizirati za zadate tehničke i ekonomske uslove eksploatacije, kao što su ograničeno trajanje zastoja sistema, najmanji troškovi, dovoljan broj rezervnih delova sa zadatom verovatnoćom, što je prikazano na primeru računarskog sistema.



Sl. 2 — Raspodela troškova sistema

Ukupni troškovi nabavke preporučenog broja i vrste rezervnih delova iznose 39 375 \$. Ovakva optimizacija dovela bi do smanjenja godišnjih troškova materijala za održavanje razmatranih 5 sistema u odnosu na troškove ka-

Prikazani modeli i postupci za planiranje rezervnih delova mogu se primeniti na različite računarske sisteme i mreže, kao i na druge vojne i civilne tehničke sisteme čija se eksploatacija prati.

Literatura:

- [1] Obrovački, R.: Prdlog podataka o otkazima u eksploataciji koje treba sakupljati i načini sakupljanja, VTI, 1991.
- [2] Sepulveda, J. A., Souder, W. E., Gottfried, B. S.: Engineering Economics, Mc Graw Hill, New York, 1984.
- [3] Obrovački, R.: Metoda za izračunavanje broja rezervnih delova potrebnih za održavanje uređaja zahtevane operativne raspoloživosti, NTP, volXL, 1990, br. 10, 47-52.
- [4] Obrovački, R.: Analiza pouzdanosti računarskog sistema Sajber 170/720 na osnovu podataka iz eksploatacije, elaborat, VII, 1991, 69 str.
- [5] Obrovački, R.: Analiza raspoloživosti računarskog sistema Sajber 170/720 na osnovu podataka iz eksploatacije, elaborat, VII, 1992, 101 str.
- [6] Obrovački, R.: Analiza troškova održavanja i zastoja računarskog sistema u eksploataciji, elaborat, VII, 1993, 50 str.

MODELIRANJE PROCESA IZVLAČENJA I EVAKUACIJE TEŽIH TEHNIČKIH SREDSTAVA U BORBENIM DEJSTVIMA

U radu je prikazana mogućnost provođenja simulacije na računaru procesa izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima radi stvaranja uslova za realniju analizu, ocene mogućnosti i utvrđivanje potrebnog broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju.

Analiza rada jedinice za izvlačenje i evakuaciju, kao sistema masovnog opsluživanja pokazuje da teorija masovnog opsluživanja ne nudi odgovarajući model za rešenje problema pa se pristupilo simulaciji. Definisan je eksperimentalni okvir i stvoren »sažeti« model koji je opisan i simuliran GPSS jezikom. Na osnovu rezultata simulacije, primenom metode PROMETHEE, određen je potreban broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju za date uslove.

Uvod

Simulacija na računaru može biti centralna metoda i faza projektovanja i istraživanja realnih sistema pomoću modela. Modeli mogu biti različiti, a koji će od njih biti primljen zavisi od sistema koji se istražuje, kao i od načina i ciljeva istraživanja. U radu je prikazan simulacioni model izvlačenja i evakuacije oštećenih težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima, na kojem je proveden eksperiment radi određivanja potrebnog broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju za date uslove. Model je realizovan na elektronskom računaru CDC CYBER korišćenjem simulacionog jezika opšte namene GPSS. Izgradnji simulacionog modela pristupilo se zbog nemogućnosti provođenja eksperimenata na realnom sistemu. Stvoreni simulacioni modeli može poslužiti kao veza između istraživača i potencijalnog korisnika u istraživanju, razvoju i korišćenju modela. Provođenjem eksperimenata saznaje se da li su postojeće jedinice za izvlačenje i evakuaciju dobro dimenzionirane za pretpostavljene uslove i stvaraju se uslovi za određivanje potrebnog broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju na osnovu definisanih kriterijuma.

Jedinice za izvlačenje i evakuaciju kao sistem masovnog opsluživanja

Masovno opsluživanje se susreće u slučajevima kada je potrebno organizovati opsluživanje većeg broja korisnika. Pod korisnikom se podrazumeva proizvoljni zahtev za opsluživanjem. U uslovima koji se razmatraju korisnik je neispravno tehničko sredstvo koje je potrebno izvlačiti ili evakuisati. Izvlačenje tehničkih sredstava je postupak kojim se oštećena sredstva pomeraju do najbližeg zaklona kako bi se izbeglo njihovo uništenje i preduzele mere za op-ravku ili evakuaciju.

Evakuacija je postupak kojim se oštećena tehnička sredstva transportuju do jedinica za održavanje ili mesta gde se pikupljaju oštećena sredstva.

Izvlačenje i evakuaciju vrše jedinice za izvlačenje i evakuaciju, koje u svom sastavu imaju određeni broj vozila za izvlačenje i vučnih vozila, te stručne radnike i drugu potrebnu opremu.

Sistem masovnog opsluživanja obuhvata ulazni i izlazni potok korisnika, te kanale opsluživanja. Ulazni potok u sistem masovnog opsluživanja su neispravna tehnička sredstva kod kojih su neispravnosti nastale kao posledica eksploatacije (slučajni otkazi) ili dejstva protivnika. Za date uslove pretpostavlja se intenzivna upotreba sredstava,

što će prouzrokovati teža oštećenja i masovne gubitke, pa će se neispravna sredstva javljati na opsluživanje (izvlačenje i evakuaciju) pojedinačno i grupno. Kanali za opsluživanje su sredstva za izvlačenje i evakuaciju. Izlazni potok je potok izvučenih i evakuisanih tehničkih sredstava u rejon razmeštaja jedinica za održavanje ili mesta gde se prikuplja oštećena tehnika.

Na nastajanje neispravnosti i vreme izvlačenja i evakuacije utiče više činilaca kao što su: dejstvo protivnika, vremenski uslovi, udaljenost borbenih jedinica (neispravnih sredstava) od jedinica za izvlačenje i evakuaciju, stanje sredstava, obučenosť ljudstva i drugi.

Prema teoriji masovnog opsluživanja [1], jedinice za izvlačenje i evakuaciju mogu se posmatrati kao zatvoreni višekanalni sistemi masovnog opsluživanja sa čekanjem i ograničenim vremenom zadržavanja u redu za čekaње i prioritetoм po grupama sredstava, stepenima oštećenja i jedinicama.

Kriterijumi na osnovu kojih se može vršiti analiza rada jedinica za izvlačenje i evakuaciju su brojni. U ovom radu korišćeni su sledeći kriterijumi:

— verovatnoća izvlačenja i evakuacije (P_{ie}) jeste odnos broja izvučenih i evakuisanih sredstava (N_{ie}) i ukupnog broja zahteva za izvlačenje i evakuaciju (N_{zie}):

$$P_{ie} = \frac{N_{ie}}{N_{zie}} \times 100 \%$$

— vreme čekaња na izvlačenje i evakuaciju (t_{ie});

— vreme između dve intervencije sredstava za izvlačenje i evakuaciju (t_{da});

— vreme izvlačenja i evakuacije od trenutka nastajanja neispravnosti (t_{ie});

— maksimalni broj tehničkih sredstava koji čeka izvlačenje i evakuaciju (n_{max});

— broj tehničkih sredstava izgubljenih zbog neblagovremenog izvlačenja i evakuacije (n_{izg}).

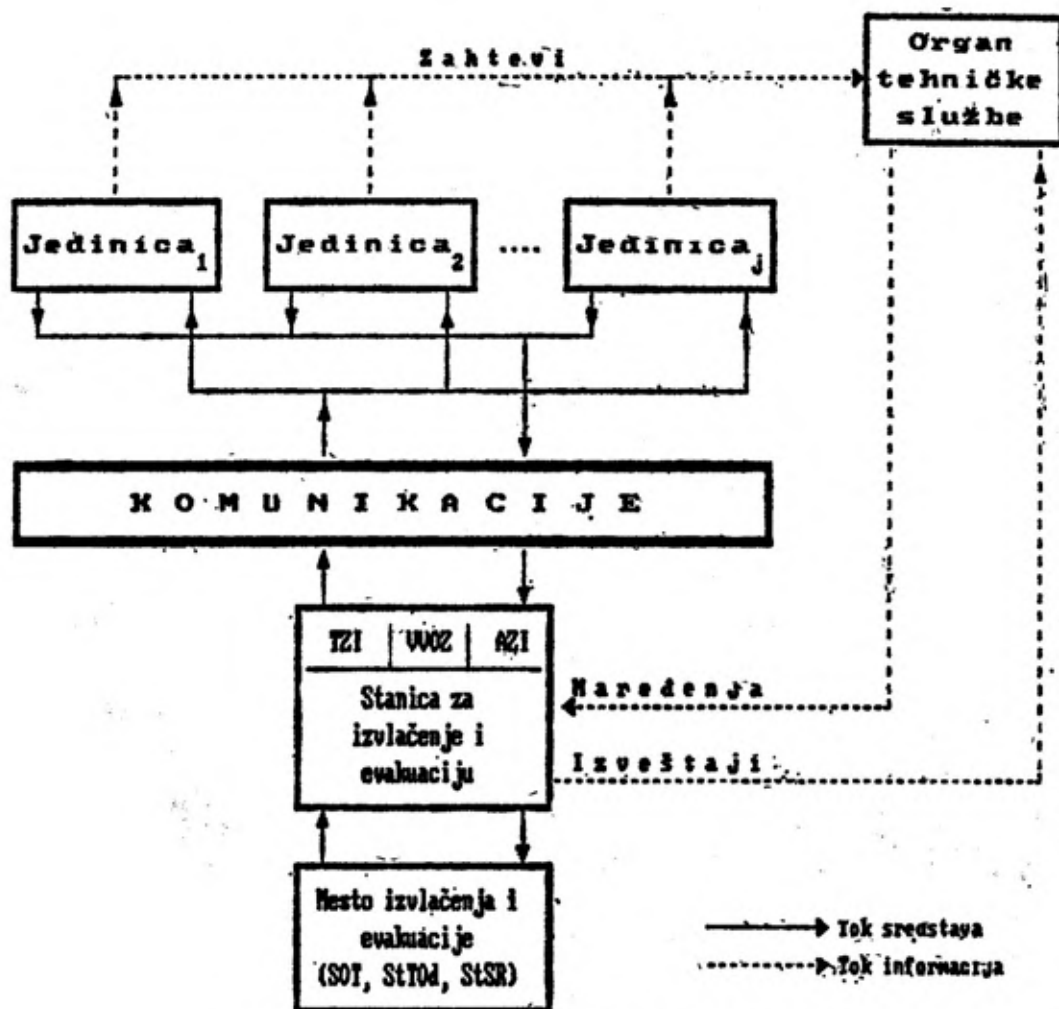
Sve navedene kriterijume treba odrediti za pojedine grupe sredstava za izvlačenje i evakuaciju ili u celini za jedinicu za izvlačenje i evakuaciju ili u celini za jedinicu za izvlačenje i evakuaciju.

Pri rešavanju zadataka vezanih za konkretne modele masovnog opsluživanja primenjuju se razne matematičke metode, među kojima su: diskretni procesi Markova, neprekidni procesi Markova, metode linearnog i dinamičkog programiranja, te metoda Monte-Karlo, itd. Metoda Monte-Karlo, itd. Metoda Monte-Karlo i teorija masovnog opsluživanja implicitno su sadržani u simulacionim jezicima koji su namenjeni za rešavanje problema iz ove oblasti i pogodni su za rešavanje i analizu ponašanja realnih sistema.

Analiza rada jedinica za izvlačenje i evakuaciju u borbenim dejstvima pokazuje da se radi o složenom stohastičkom i dinamičkom sistemu i složenom strukturom kanala za opsluživanje, pa se za rešavanje problema ne mogu koristiti postojeći modeli iz teorije masovnog opsluživanja. Zbog toga je za rešavanje problema izabrana metoda simulacije.

Simulacioni model

Proces izgradnje modela, definisan u literaturi [2], misaone je prirode i ne postoje univerzalna formalizovana procedura kako da se na osnovu sagledane teorije i analize sitsema sagradio model. Pravila za izbor komponenti, opisnih varijabli i interakcija među komponentama ne postoji i njihov izbor je deo veštine modeliranja. Nadalje će biti prikazan model rada jedinica za izvlačenje i evakuaciju težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima, koji predstavljaju »sažeti« model, jer bi izgradnja i korišćenje »baznog« modela bila teško izvodiva.



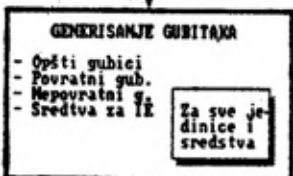
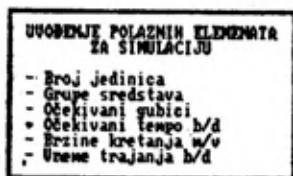
Sl. 1 — Dijagram toka tehničkih sredstava i informacija

Eksperimentalni okvir za izgradnju ovog modela je sagledavanje tokova neispravnih i oštećenih sredstava, tokova informacija i ostalih aktivnosti koje se pri tome provode.

Eksperimentalni okvir u konkretnom modelu: tehnička sredstva se nalaze u rejonima upotrebe borbenih jedinica; upotrebom sredstava i dejstvom protivnika dolazi do oštećenja i neispravnosti; javljaju se povratni gubici za razne nivoe održavanja, kao i nepovratni gubici; iznosi očekivanih gubitaka daju se po grupama sredstava; odre-

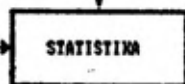
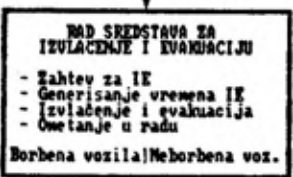
đen je prioritet po grupama sredstava, stepenima oštećenja i jedinicama; izvlače se i evakušu teža tehnička sredstva sa težim oštećenjima i deo nepovratnih gubitaka do jedinica za održavanje ili mesta gde se prikuplja oštećena tehnika; vozila guseničari se izvlače tenkom za izvlačenje (TZI), a evakušu vučnim vozom (VVOZ), dok se vozila točkaši izvlače i evakušu automobilom za izvlačenje (AZI); komunikacije mogu biti nerazpoložive.

Za svaki eksperiment određuje se konkretna jedinica u borbenim dejstvi-



nepovratni

povratni



Ne



ma, za brojem sredstava, očekivanim gubidima, sredstvima za izvlačenje, itd.

Dijagram toka tehničkih sredstava i informacija prikazan je na slici 1, a algoritam simulacije na slici 2.

Opis simulacionog modela

a) Komponente modela

- ORGTS — stručni organ u sklopu pozadinskog komandnog mesta (PKM) koji usmerava rad jedinice za izvlačenje i evakuaciju
- BORBJ, — jedinice borbenog poretka oslonjene na jedinicu za izvlačenje i evakuaciju ($j=1, \dots, m$) koje u svom sastavu imaju i grupe tehničkih sredstava koja podležu izvlačenju i evakuaciji ($i=1, \dots, n$)
- SRIE — sredstva za izvlačenje i evakuaciju
- KOMUN — komunikacije u zoni izvođenja borbenih dejstava
- SOT — mesto gde se vrši izvlačenje i evakuacija teže oštećenih sredstava

b) Opisane varijable za komponente modela

1) Opisne varijable koje opisuju komponentu »ORGTS«

- IZGUB — slučajna varijabla koja predstavlja izveštaj o gubicima tehničkih sredstava
- BRIZV — slučajna varijabla koja označava broj primljenih izveštaja
- VROBR — slučajna varijabla koja označava vreme obrade izveštaja

Sl. 2 — Algoritam simulacije

— NARED — naređenje za angažovanje sredstava za izvlačenje i evakuaciju

2) Opisne varijable koje opisuju »BORBJ«

— KTMS_{ij} — slučajna varijabla koja označava broj tehničkih sredstava u jedinici

— OGOT_{ij} — operativna gotovost tehničkih sredstava

— GUB — slučajna varijabla koja označava iznos opštih gubitaka

— PGUB — slučajna varijabla koja označava iznos povratnih gubitaka

— NGUB — slučajna varijabla koja označava iznos nepovratnih gubitaka

— LREM — slučajna varijabla koja označava iznos gubitaka za laki remont

— SREM — slučajna varijabla koja označava iznos gubitaka za srednji remont

— GREM — slučajna varijabla koja označava iznos gubitaka za generalni remont

— TEMPO — slučajna varijabla koja označava tempo borbenih dejstava

— ZAHIE — slučajna varijabla koja označava zahteve za izvlačenje i evakuaciju

— VRPOV — slučajna varijabla koja označava vreme povratka sredstava na ponovnu upotrebu

3) Opisne varijable koje opisuju komponentu »SRIE«

— POPIS — slučajna varijabla koja označava verovatnoću izvlačenja i evakuacije

— EFIKA — slučajna varijabla koja označava efikasnost rada sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— GUBIE — slučajna varijabla koja označava gubitke sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— BRIE — slučajna varijabla koja označava broj izvučenih i evakuisanih sredstava

— UKVRR — slučajna varijabla koja označava vreme angažovanja sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— ISKOR — slučajna varijabla koja označava stepen iskoristenja sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— SANIE — slučajna varijabla koja označava vreme potrebno za sanaciju sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— VRIZV — slučajna varijabla koja označava vreme izvlačenja

— VREVK — slučajna varijabla koja označava vreme evakuacije

4) Opisne varijable koje opisuju komponentu »KOMUN«

— RASPK — slučajna varijabla koja označava raspoloživost komunikacija u zoni borbenih dejstava

— VRKOM — slučajna varijabla koja označava vreme koje sredstva za izvlačenje i evakuaciju provedu na komunikacijama

— NAKOM — slučajna varijabla koja označava broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju na komunikacijama

— DUŽIE — slučajna varijabla koja označava dužinu puta evakuacije

— DUŽIN — slučajna varijabla koja označava udaljenost sredstava za izvlačenje prednjeg kraja jedinica

5) Opisne varijable koje opisuju komponentu »SOT«

— BRSOT — slučajna varijabla koja označava broj izvučenih i evakuisanih sredstava po grupama i jedinicama

c) Parametri modela

— m — broj jedinica oslonjenih na izvlačenje i evakuaciju

— FTMS_{ij} — formacijski broj tehničkih sredstava u jedinicama

— TZI — broj tenka za izvlačenje (TZI)

— AZI — broj automobila za izvlačenje (AZI)

— VVOZ — broj vučnih vozova borbenih vozila (VVOZ)

— POG — procenat opštih gubitaka tehničkih sredstava

— SPG — struktura povratnih gubitaka tehničkih sredstava

— DEONG — deo nepovratnih gubitaka koji se izvlače i evakušu

— PGIE — procenat gubitaka sredstava za izvlačenje i evakuaciju u toku izvršenja zadatka

— PRJED — prioritet po jedinicama

— PRTSR — prioritet po grupama tehničkih sredstava

— PRSTO — prioritet po stepenima oštećenja

— BRZIE — brzina krtanja sredstava za izvlačenje i evakuaciju

— VRSIM — vreme trajanja borbenih dejstava

— M_{ie} (S_{ie}) — srednje vreme i standardno odstupanje slučajne normalne raspodele vremena izvlačenja i evakuacije

— M_{obr} (S_{obr}) — srednje vreme i standardno odstupanje slučajne normalne raspodele vremena obrade izveštaja

d) Interakcija među komponentama

1) »Sat« modela startuje. Počinje odvijanje borbenih dejstava u toku kojih dolazi do oštećenja — neispravnosti TMS. Neispravnosti — oštećenja registruje slučajna varijabilna GUB_{ij}. (GUB_{ij} = 1 znači da je u j-toj jedinici ima 1 oštećenih — neispravnih TMS i-te grupe, itd.).

2) Sva oštećenja — neispravnosti TMS se u određenom odnosu, koji je zadan funkcijom PGBU, dele na povratne i nepovratne. Povrati gubici se u određenom odnosu, koji je zadan funkcijom SPG, dele na gubitke za laki remont (LR), srednji remont (SR) i generalni remont (GR).

3) O gubicima se na određeni način i u određeno vreme izveštava nadležni organ komande jedinice (ORGTS).

4) Oправку teških tehničkih sredstava oštećenih za laki remont vrši jedinica za održavanje. Sredstva se posle opravke vraćaju na upotrebu.

5) Teška tehnička sredstva oštećena za srednji i generalni remont se izvlače i evakušu. Slučajna varijabla ZAHIE registruje broj TMS koja treba izvlačiti i evakuisati. Ukoliko su sredstva za izvlačenje i evakuisanje slobodna upućuju se na izvršenje zadatka, u protivnom čeka se da se oslobode.

6) Sredstva za izvlačenje odlaze na mesto oštećenja TMS. Slučajna varijabla VRIZV određuje vreme potrebno za

izvlačenje (ρ_i). Ova vrednost se napredovanjem sistemskog sata reducira na ϕ , što znači da je tehničko sredstvo izvučeno i da se na njemu može vršiti opravka ili da se pripremi za evakuaciju u stanicu za održavanje ili mesta gde se prikuplja oštećena tehnika. Ukoliko nema potrebe da se sredstvo za izvlačenje dalje angažuje, vraća se u stanicu za izvlačenje i evakuaciju.

7) Slobodno sredstvo za evakuaciju upućuje se na mesto gde se nalazi sredstvo koje treba evakuisati. Slučajna varijabla DUŽIE generira put koji treba preći do oštećenog TMS, pa s na osnovu dužine puta DUŽIE i parametra BRZIE određuje vreme koje će sredstvo za evakuaciju provesti na putu. Redukovanjem ove vrednosti napredovanjem sistemskog sata na ϕ znači da je sredstvo za evakuaciju stiglo. Vrš se utovar, a zatim se TMS evakuiše. Po završetku evakuacije sredstvo za evakuaciju se vraća u stanicu za izvlačenje i evakuaciju ili ide na novi zadatak.

8) U toku odlaska i povratka sredstava za izvlačenje i evakuaciju slučajna varijabla RASPK može poprimiti vrednost [NE], što odmah zaustavlja vremenski sat modela. U trenutku kada slučajna varijabla RASPK poprimi vrednost [DA] sat nastavlja sa radom.

9) Varijabla GUBIE deluje uvek u toku rada modela i registruje broj oštećenih sredstava za izvlačenje i evakuaciju, dok slučajna varijabla SANIE određuje vreme opravke ovih sredstava.

10) U toku rada modela stalno su aktivne slučajne varijable BRIE, UKVRR, ISKOP, POPS, EFIKA i druge koje ažuriraju podatke o radu sredstava za izvlačenje i evakuaciju.

e) Pretpostavke pri izradi modela:

1) Sredstva za izvlačenje i evakuaciju nalaze se u stanicu za izvlačenje i evakuaciju, koja je razvijena na pravcu moguće upotrebe sredstava.

2) Izvlače se i evakuišu sredstva oštećena za srednji i generalni remont, te deo nepovratnih gubitaka.

3) Prioritet se daje sredstvima sa manjim stepenom oštećenja.

4) Borbena vozila se izvlače tenkom za izvlačenje, a evakuišu vučnim vozom borbenih vozila.

5) Neborbena vozila se izvlače i evakuišu automobilom za izvlačenje.

6) Sredstva za izvlačenje i evakuaciju se po završetku zadatka vraćaju u stanicu za izvlačenje i evakuaciju.

Vrednovanje simulacionog modela

Vrednovanje simulacionog modela predstavlja značajan korak u razvoju modela, kojem treba posvetiti odgovarajuću pažnju u procesu modeliranja i simulacije. Vrednovati model znači razvijati prihvatljivi nivo samopouzdanja da su zaključci koji se donose na temelju ponašanja modela ispravni i primenljivi na stvarni sistem. Konceptija vrednovanja simulacionog modela izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima zasniva se na podeli procesa vrednovanja u dve faze: ispitivanje valjanosti modela (validation), te provere modela (verification) [3]. Pri tome treba istaći da je proces vrednovanja modela trajao tokom čitavog procesa modeliranja, te tako omogućio stalnu kontrolu valjanosti modela i programa, te sticanje pouzdanja u simulacioni model.

Ispitivanje valjanosti modela

Ispitivanje valjanosti modela provedeno je analizom osetljivosti nekoliko ključnih izlaznih (zavisnih) varijabli na promene ključnih ulaznih varijabli i parametra modela. Cilj analize osetljivosti jeste da se pokaže veličina i smer promene izlaznih varijabli — rezultati mogu ukazati na moguće greške u modelu.

Vrednosti uzroka zavisne varijable dobijene simulacijom su statistički obrađene, odnosno određene su sledeće veličine: srednja vrednost, standardno odstupanje, donja i gornja granica. Osetljivost modela na promenu ulaznih varijabli ispitana je tako što je za reprezentanta ulaznih varijabli uzet broj jedne vrste tehničkih sredstava, dok su broj oštećenih tehničkih sredstava i vreme izvlačenja i evakuacije posmatrane izlazne varijable. Osetljivost na promenu parametara modela ispitana je tako što su za reprezentante parametara modela izabrani vreme izvlačenja i evakuacije i broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju, dok su verovatnoća izvlačenja i evakuacije, broj izgubljenih sredstava zbog neblagovremenog izvlačenja i evakuacije posmatrane zavisne varijable.

Provera simulacionog modela

Proveru simulacionog modela izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima olakšava činjenica da je pri koncipiranju i realizaciji simulacionog modela:

- izabran adekvatan jezik (GPSS) koji ima dobro istestirani osnovni simulacioni algoritam, te ugrađene »alate« za otkrivanje grešaka u programu;

- prooram je napravljen modularno, koliko to dopušta GPSS, tj. funkcionalne celine u algoritmu su jasno razdvojene sa tačno određenim tačkama interakcije.

Statička svojstva modela, tj. logika njegovog rada, ispitivana su stalno tokom rada na modelu, kako za pojedine funkcionalne celine zasebno, tako i za celi model.

Provedeni postupak vrednovanja simulacionog modela izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava u borbenim dejstvima uključio je osnovne elemente vrednovanja koje preporučuje savremena literatura iz ovog područja. Rezultati vrednovanja pokazali su ra-

zumne iznose i predznake osetljivosti zavisnih varijabli sistema, te ispravan interni rad simulacionog modela. Dobi-jeni rezultati upućuju na prihvatanje modela kao valjanog prikaza realnog sistema, te da on može poslužiti kao korisno sredstvo u daljim istraživanjima.

Rad sa simulacionim modelom na odabranom primeru

Interpretacija opisnog modela u GPSS-u zahteva tačno i konkretno definisanje inicijalnih stanja i nekih opisnih varijabli za svaku komponentu modela posebno. Time se kreira izvodljiv računarski model. Inicijalni scenario za komponente modela dat je prema taktičkom zadatku »Tehničko obezbeđenje mehanizovane brigade u odbrani«, koji je na katedri TOB-a TVA UVJ razradio autor, tako da je provera simulacionog modela izvršena na primeru rada jedinice za izvlačenje i evakuaciju u mehanizovanoj brigadi.

U sastavu mehanizovane brigade postoji veći broj osnovnih jedinica koja u svom sastavu imaju tehnička sredstva koja u slučaju oštećenja podležu izvlačenju i evakuaciji. Za eksperiment se polazi od pretpostavke da od sredstava za izvlačenje i evakuaciju u pozadinskoj jedinici mehanizovane brigade, u čijem je sastavu jedinica za izvlačenje i evakuaciju, postoji određen broj tenkova za izvlačenje, automobila za izvlačenje i vučnih vozova borbenih vozila

Potrebni podaci za rad modela su: broj borbenih i neborbenih vozila, broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju, iznos opštih i povratnih gubitaka u toku borbenih dejstava, udaljenost na koju se vrši izvlačenje ili evakuacija, brzina kretanja sredstava za izvlačenje i evakuaciju, tempo i vreme trajanja borbenih dejstava.

Ovi podaci se zadaju za svaki eksperiment koji se povodi.

Vrednosti kriterijuma i rezultati rangiranja varijanti broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju

Vrsta sredstava za izvlačenje i evakuaciju	Broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju	VREDNOSTI KRITERIJUMA					RANG
		P_{ie} (%)	t_{cie} (min)	t_{ie} (min)	n_{cmax} (kom)	t_{dint} (min)	
Tenk za izvlačenje (TZI)	1	38	489	441	36	1	5
	2	90	241	372	9	10	4
	3	92	90	126	3	40	3
	4	96	22	120	3	70	1
	5	96	10	118	2	130	2
Automobil za izvlačenje (AZI)	1	56	539	837	20	11	5
	2	63	535	715	15	12	4
	3	72	313	619	13	12	3
	4	84	245	555	12	20	2
	5	96	187	431	6	37	1
Vučni voz borbenih vozila (VVOZ)	1	33	462	477	19	17	5
	2	69	243	409	12	22	4
	3	85	181	369	8	33	3
	4	91	80	268	5	91	2
	5	93	58	242	2	120	1
Relativna važnost kriterijuma		5	3	2	3	2	-
Uticaj kriterijuma		+	-	-	-	-	-

Rezultati provođenja eksperimenata su vrednosti definisanih kriterijuma na osnovu kojih se vrši analiza rada i mogućnosti jedinice za izvlačenje i evakuaciju, te rangiranje mogućeg broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju.

Provođenjem eksperimenata na modelu i obradom rezultata treba:

— utvrditi mogućnost postojećih resursa za izvlačenje i evakuaciju u jedinici, i

— odrediti optimalan broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju na osnovu definisanih kriterijuma za date uslove izvođenja borbenih dejstava

Analizom rezultata simulacije za imajući broj sredstva za izvlačenje i evakuaciju u posmatranoj jedinici (1 tenk za izvlačenje, 1 automobil za izvlačenje i 1 vučni voz) i za pretpostavljene uslove izvođenja borbenih dejstava dolazi se do zaključka da je on nedovoljan, jer se verovatnoća opsluživanja, u zavisnosti od vrste sredstava za izvlačenje i evakuaciju, kreće od 33 do 56%. Vreme čekanja na opsluživanje iznosi od 462 minuta kod vučnog voza borbenih vozila (VVOZ) do 539 minuta kod automobila za izvlačenje (AZI).

Da bi se odredio optimalan broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju za konkretnu jedinicu i uslove izvođenja borbenih dejstava, proveden je eksperiment za svaki mogući broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju. Vrednosti kriterijuma dobijeni simulacijom za svaku moguću varijantu broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju prikazani su u tabeli 1.

Optimalan broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju na osnovu definisanih kriterijuma određen je metodom za višekriterijumsko rangiranje PROMETHEE. Da bi se metoda za višekriterijumsko rangiranje PROMETNEE primenila određene su relativne važnosti i uticaji svih definisanih kriterijuma, koji su, uz rezultate rangiranja varijanti, prikazani u tabeli 1.

Dobijen optimalan broj sredstava za izvlačenje i evakuaciju (4 tenka za izvlačenje, 4 automobila za izvlačenje i 5 vučnih vozova) obezbeđuje veliku verovatnoću opsluživanja uz najmanje vreme čekanja na opsluživanje i najveće angažovanje sredstava za izvlačenje i evakuaciju za pretpostavljene uslove izvođenja borbenih dejstava

Zaključak

Izrada simulacionih modela složenih sistema pokazuje se vrlo efikasnom, posebno u slučaju kada je eksperimentisanje na realnom sistemu nemoguće. Za simulaciju ovakvih sistema simulacioni jezik GPSS je vrlo pogodan, jer olakšava translaciju modela, a pored standardnih omogućava i nestandardne izlaze. Za izbor optimalno potrebnog broja sredstava za izvlačenje i evakuaciju kao pogodna pokazala se metoda PROMETHEE zbog svoje opšte namene. Stvoreni simulacioni model, kojim je simuliran rad sredstava za izvlačenje i evakuaciju, stvara realne uslove za analizu rada ovih jedinica i njihovo dimenzioniranje za upotrebu u borbenim dejstvima. Model je adaptivan, te se lako može proširivati na veći broj jedinica i grupe sredstava, a mogu se menjati ili, po potrebi, zadavati drugi kriterijumi.

Literatura:

- [1] Vukadinović S., Teorija masovnog opsluživanja, Saobraćajni fakultet Beograd, 1983.
- [2] Zeigler B. P., Theory of modeling and simulation, J. Wiley, New York, 1976.
- [3] Ziljak, V., Simulacija računalom, školska knjiga, Zagreb, 1982.
- [4] Branković Z., »Simulacija rada jedinice za održavanje TMS u borbenim dejstvima« magistarski rad, VVTS KoV JNA, Zagreb, 1988.
- [5] Nikolić, M., Koruga R., Branković Z., »Simulacija izvlačenja i evakuacije težih tehničkih sredstava«, SYMOPIS, Brion, 1988.
- [6] Vukadinović S., Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike. III izdanje, Privredni pregled, Beograd, 1993.
- [7] Sargent R. G., Validation of simulation models, Proc. Winter Simulation Conf., San Diego, str. 479-503, 1979.
- [8] Brans J. P., Marrechal B. i Vincke Ph., PROMETHEE: A New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis, Operational Research '84, Brans (Editor), 408-420, Amsterdam, Elsevier, 1984.
- [9] USER'S MANUAL, GPSS V IBM, New York, 1974.

Mr Aleksandar Simonovski,
potpukovnik, dipl. inž.

ZAPALJIVA BORBENA SREDSTVA I MERE ZAŠTITE

Uvod

Iako se sve savremene armije utrkuju u razvoju i proizvodnji NHB oružja, to ne znači da su zapaljiva borbena sredstva (plamenobacači, artiljerijska zrna, mine, fugase, zapaljive avio-bombe, rezervoari i ostala zapaljiva sredstva) u drugom planu. Naprotiv, zapaljivim sredstvima pridaje se danas značajno mesto i uloga u sistemu naoružanja mnogih zemalja. Naime, materije su veoma opasna napadna sredstva koja se, iako predstavljaju sredstva za masovno uništavanje stanovništva, kao takva ne tretiraju međunarodnim ugovorima, pa je opasnost od njihove primene tim veća.

Zapaljive materije koerišćene su u ratnim sukobima još u dalekoj prošlosti, te spadaju među najstarija borbena sredstva koja su prethodila pronalasku baruta i vatrene oružja. Zapaljiva borbena sredstva upotrebljavali su još stari Grci i drugi drevni narodi (»grčka vatra«, »mongolska vatra«, u vidu zapaljive smeše od katrana, smole, sumpora i kućine, a danas su to fosforne, teremitske i napalm-bombe.

Zapaljiva sredstva su masovno primenjena u I svetskom ratu. Prvi ledni plamenobacač konstruisan je 1898, tako da su već 1904. Nemačka, Francuska i Italija imale plamenobacačke jedinice.

U periodu između dva rata armiji mnogih zemalja uspele su da izrade veći broj zapaljivih sredstava. Do početka II svetskog rata Nemačka, Engleska, Italija, Francuska i Japan već su proizvodili zapaljive materije različitih vrsta i borbena sredstva za njihovu primenu, dok su Amerikanci započeli sa konstrukcijom i usvajanjem zapaljivih sredstava, tako da su na kraju imali 21 zavod za proizvodnju zapaljivih materija — termita, magnezijuma, belog fosfata i napalma.

U II svetskom ratu zapaljiva sredstva koristili su skoro svi rodovi vojske obeju zaraćenih strana. Početkom 1942. Amerikanci su otpočeli da upotrebljavaju zapaljivu smešu tipa napalm, široko je primenjujući pomoću zapaljivih avio-bombi. Prvi put su je upotrebili protiv japanskih jedinica na ostrvima Tihog okeana. Intenzivno su bombardovani veliki gradovi u Nemačkoj i Japanu, tako da su te iste godine zapaljivim bombama bili potpuno uništeni gradovi Drezden, Hamburg, Kaselj, i dr.

Od 1.600.000 avio-bombi bačenih u II svetskom ratu na teritoriji bivšeg Sovjetskog Saveza više od milion je bilo zapaljivih, a od svih zgrada uništenih u Evropi za to vreme 75% je uništeno požarom.

I u današnje vreme se, na žalost, masovno primenjuju i koriste zapaljiva sredstva u lokalnim ratovima i u borbi

protiv oslobodilačkih pokreta, što se pokazalo u Koreji, u Vijetnamu i na Bliskom Istoku.

Zapaljive materije, kao i sredstva za njihovu primenu, poseduju danas i druge zemlje, osim zemalja NATO i bivšeg Varšavskog ugovora. To je razumljivo, s obzrom na to da sirovinama za proizvodnju zapaljivih materija, koje su relativno jednostavne i jeftine, raspolaže gotovo svaka zemlja.

Pojam i podela zapaljivih materija

Pod pojmom zapaljivih materija podrazumevaju se hemijska jedinjenja koja se pale veštačkim putem ili u dodiru sa vazduhom. Pri sagorevanju razvijaju visoku temperaturu, intenzivan plamen i mogu da zapale razne objekte i materijale u svojoj blizini. Upotrebljavaju se za punjenje plamenobacača, zapaljivih flaša i zrna, zapaljivih avio-bombi i drugih sredstava. U literaturi se sreću dve osnovne klasifikacije zapaljivih materija koje, u suštini, obuhvataju iste materije, ali ih dele u odnosu na sadržaj kiseonika u sebi i u odnosu na celokupan sastav.

Prema prvoj podeli, borbene zapaljive materije dele se na dve osnovne grupe:

- recepture koje gore bez prisustva vazduha, jer sadrže kiseonik ili neki drugi oksidator koji je potreban za proces sagorevanja zapaljivih materijala (termit, termitne recepture);

- recepture koje u svom sastavu nemaju jedinjenja kiseonika, te gore uz prisustvo kiseonika iz vazduha (napalm-smeše, pirogel, beli fosfor, »elektron«, alkalni metali).

U odnosu na sastav, sve zapaljive materije mogu se podeliti u tri osnovne grupe:

- zapaljive materije na bazi fosfora (predstavnik beli fosfor);

- zapaljive materije na bazi metala (termit);

- zapaljive materije na bazi nafnih derivata (napalm).

Osnovni zahtevi koje zapaljive materije moraju da zadovolje jesu:

- da su lako zapaljive;

- da dobro sagorevaju;

- da pri sagorevanju daju visoku temperaturu;

- da se teško gase uobičajenim PP-sredstvima;

- da su ekonomične,

- da su bezopasne pri transportu i čuvanju.

Zapaljive smeše koje gore bez prisustva kiseonika iz vazduha

TERMITI su smeše praškastih oksida gvožđa (oko 28%) i praškastog ili granuliranog aluminijuma (27 — 78%). Reakcija sagorevanja Al — Fe termita je egzotermna i može se prikazati jednačinom:



Ovakav sastav termita pri sagorevanju razvija temperaturu od 3273° K (3000°C). Kao čist termit ne koristi se u borbenim sredstvima, jer se teško pali (temperatura paljenja na 1573°K), već se koriste različiti termitni sastavi. Pri sagorevanju se brzo topi u zaslepljujuću belu i tečnu masu koja probija slojeve gvožđa i čelika. Veoma ga je teško gasiti, jer gori i kada je zasut peskom.

Termitne smeše se presuju u bri-kete ili kuglice. Ovakvi sastavi pri sagorevanju razvijaju temperaturu od 2773 do 3073°K, tope se i peku. Pošto pri gorenju ne daju plamen, termitnim smešama se dodaje 40 — 50% magnezijuma, fosfora, natrijuma smole i drugih jedinjenja bogatih kiseonikom.

Termitnim sastavom se pune avio-bombe male težine (kasetne bombe), artiljerijske granate, ručne zapaljive granate i diverzantska sredstva.

Zapaljive smeše koje gore bez prisustva kiseonika iz vazduha

NAPALM — smeša sastoji se od tekućeg goriva i zgušnjivača pomoću kojeg se stvara želatinizirana pihtijasta masa. Kao tekuće gorivo koristi se benzin i drugi naftini derivati.

Zgušnjivač se sastoji od aluminijevih soli različitih kiselina: palmitinske, naftenske i oleinske. Prvi zgušnjivač koji je upotrebljen sastojao se od naftenske i palmitinske kiseline, pa je od početnih slova ovih reči NA i PALM dobijen naziv: »napalm«.

Napalm, u stvari, predstavlja samo zgušnjivač, ali je po njemu cela smeša dobila takav naziv. Zgušnjivač napalm-smeša po izgledu je sličan prahu za pranje rublja sivobeke boje. Količina zgušnjivača koja se upotrebljava za izradu napalm-smeše zavisi od borbenog sredstva pomoću kojeg se izbacuje, vrste zgušnjivača, klimatskih uslova, a kreće se od 3 do 12%.

Postoje specijalni uređaji za mešanje napalm-praška sa benzinom.

Međutim, napalm-smeša može se primeniti na jednostavan način i na samom bojištu. Pri tome se napalm-prašak polako sipa u sud sa benzinom i dobro meša drvenom mešalicom. Napalm postaje potpuno homogen tek posle 24 časa. Temperatura na kojoj se napalm priprema u velikoj meri utiče na brzinu rada. Naime, na temperaturi ispod 283°K benzin se vrlo sporo zgušnjava, dok iznad 308°K proces teče vrlo brzo.

Viskozna smeša napalma, dobijena na opisan način, nije dovoljno stabilna, pa se mora upotrebiti u roku od nekoliko dana. Ako se želi dobiti stabilna smeša za duži period (za više godina), tehnika pripremanja je mnogo složenija, a primenjuje se i poseban zgušnjivač (aluminijumstearit). U toku primene napalm-smeše preduzimaju se neophodne mere bezbednosti:

— ventiliranje prostorija (ako se priprema u zatvorenoj prostoriji);

— otklanjanje otvorene vatre;

— onemogućavanje pojave statičkog elektriciteta (opasnost postoji, na primer, ako je patos prostorije od gume ili sintetičkog materijala);

— upotreba samo drvenih, a ne metalnih mešalica;

— korišćenje zaštitnih sredstava (rukavice, kećelja i čizme);

— obezbeđenje sredstava za gašenje požara u neposrednoj blizini mesta gde se napalm-smeša priprema, i sl.

Napalm se ne pali sam već preko drugih zapaljivih sredstava. Temperatura gorenja mu je od 1073 do 1273°K. Napalm se dobro lepi za predmete i dobro pliva po vodi. Vreme njegovog sagoravanja, koji je svojim tankim slojem pokrio površinu nekog predmeta, iznosi 1—1,5 minuta. Odstranjuje se veoma teško. Svoje dejstvo ispoljava ne samo plamenom i temperaturom već i produktima sagorevanja. Za sagorevanje jednog kilograma napalma potrebno je 12 m³ vazduha, tj 3,5 kg kiseonika. Tom prilikom se stvara ugljen-monoksid koji truje ljudstvo koje se nalazi u blizini požara.

Napalmu se može dodati beli fosfor, što otežava njegovo gašenje. Kada se takva smeša ugasi slojem peska, pa ponovo dođe u dodir sa vazduhom, dolazi do samozapaljenja. Napalm-smeši može se dati i hiperoksid koji izaziva eksploziju, čime se pojačava psihološko dejstvo na ljude. Dodavanjem nekih lakih metala, na primer, natrijuma, stvara se smeša »sumpernapalm« koja je zapaljiva i na vodi i na snegu.

Zbog toga što je lepljiv napalm se teško uklanja sa predmeta koji gori, a pri pokušaju da se otkloni sa površine on se praktično razmazuje, čime se povećava goreća površina.

PIROGELI su metalizirani napalmi u obliku testaste lepljive mase sive boje. Dobijaju se kada se napalmu, radi poboljšanja gornja, povećanja plamena i lepljivosti, dodaju, u vidu praha ili

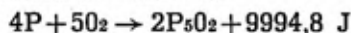
strugotine, magnezijum, aluminijum, ugalj, asfalt, šalitra, goreći polimeri i druge materije.

Pirogeli se obično satoje od 85% naftinih derivata, 3—5% želatinizatora (kaučuka, izobutilmetakrilata) i 7—10% različitih dodataka (ugalj, asfalt, i dr.).

Pirogel pri goranju razvoja temperaturu od 1673 do 1873°K i gori znatno brže od napalma. Pri sagoravanju se ne topi, već njegov osnovni deo oksid magnezijuma i druge primese ostaju i obrazuju šljaku koja dostiže belo usijanje i može da progori tanke listove metala. Tako, na primer, ako padne na delove aviona pirogel ih progoreva, odnosno znatno menja njihova fizička svojstva. Pirogel je, inače, teži od vode u kojoj tone. Parčad mase 20 do 25 g gore 1—3 minuta. Zbog toga on predstavlja posebnu opasnost za ljude, jer izaziva teške opekotine ne samo kada padne na otkrivene delove tela već i na odeću pošto se teško uklanja.

Koristi se za uništavanje vazduhoplovne i druge borbene tehnike, industrijskih objekata i žive sile.

BELI FOSFOR je čvrsta materija, slična vosku. Temperatura topljenja mu je 317°K, a pali se na 318 do 333°K. Pri gorenju razvija temperaturu od 1173 do 1473°K uz stvaranje anhidrida fosforne kiseline sa belim dimom. Zapaljivo dejstvo belog fosfora bazira na njegovom samozapaljenju u dodiru sa kiseonikom iz vazduha:



Beli fosfor je otrovan (smrtonosna doza za čoveka iznosi 0,1 g) i skoro dva puta je teži od vode. Upotrebljava se kao dimno sredstvo i u zapaljivim bombama, kao upaljač za napalm i prirogel. U miniciji i bombama beli fosfor se ne koristi u čistom stanju zbog svoje krтости i žitkosti. Kod avio-bombi i municije posledužeg čuvanja dolazi do ekscentriciteta (jer »šteta« po unutrašnjosti), tako da se smanjuje stabilnost bombe ili granate za vreme leta, a time i tačnost pogađanja.

Poseđuje osobinu pilepljivanja i održavanja na kosim površinama. Na ljudskom telu stvara teške opekotine koje se sporo leče. Koristi se za punjenje bombi mina i artiljerijskih zrna.

»**ELEKTRON**« je legura magnezijuma (96%), aluminijuma (4%) i drugih elemenata (cink, bakar, silicijum oko 1%). Pri temperaturi od 873°K elektron se topi, pali se sagoreva zaslupljujuće belim ili plavkastim plamenom, razvijajući temperaturu od 3073°K. U komadu ga je teško zapaliti, ali se u vidu praška ili strugotine lako pali. Ima manja progorevajuća svojstva od termita i bez prisustva vazduha se gasi. S obzirom na dobra mehanička svojstva, upotrebljava se za izradu tela (košuljice) zapaljivih avio-bombi radi povećanja njihove efikasnosti.

ALKALNI METALI se ne primenjuju kao samostalna zapaljiva sredstva već u vidu dodatka drugim materijalima da bi se otežalo njihovo gašenje. Upotrebljavaju se u svojstvima upaljača za druge recepture. Od svih alkalnih metala najčešće se primenjuju natrijum i kalijum.

Metalni natrijum je mekani metal sa specifičnom težinom 0,97, srebrnaste boje, topi se na temperaturi od 370°K, a gori žučkastim plamenom. Pri dodiru sa vodom sagorevanje prelazi u eksploziju sa razbacivanjem zapaljivog natrijuma. To se objašnjava pojavom vodonika pri dodiru natrijuma i vode, a on sa vazduhom stvara praskav gas.

Kalijum je metal srebrnaste boje, specifične težine 0,86, a topi se na temperaturi od 335°K. Sagoreva intenzivno ljubičastim plamenom, rastvara se u hladnoj i toploj vodi, živi i amanijaku.

Natrijem i kalijum se upotrebljavaju kao upaljači kod avionskih zapaljivih bombi i zapaljivih rezervoarnapunjenih napalom zajedno sa belim fosforom. Metalni natrijum i kalijum obezbeđuju paljenje po vlažnom vremenu, pa se koriste i za municiju za uništavanje ciljeva na vodi.

Sredstva za primenu zapaljivih materija

Sva sredstva za primenu zapaljivih materija dele se na sredstva kopnene vojske i sredstva avijacije. U naoružanju KoV koriste se:

- plamenobacači;
- zapaljiva avionska zrna;
- boce sa zapaljivom smešom;
- zapaljive artiljerijske mine;
- zapaljive fugase;
- ostala zapaljiva sredstva (ručne bombe, puščana zrna, i sl.).

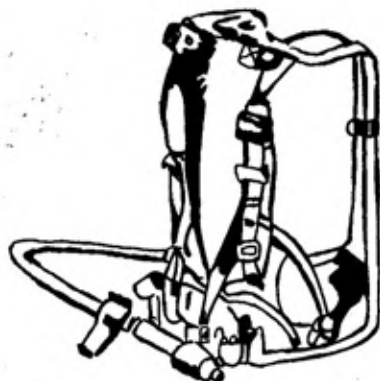
U avijaciji se koriste:

- zapaljive avio-bombe i
- rezervoari.

Plamenobacači

Postoji više vrsta plamenobacača. Prema njihovoj nameni i konstrukciji dele se na prenosne (lake) i prevozne (teške). U tabeli 1 dati su taktičko-tehnički podaci plamenobacača armije SAD.

imaju uređaje za paljenje zapaljive smeše pre izbacivanja kroz mlaznicu. Ovakve plamenobacače nosi na leđima jedan vojnik (sl. 1).



Sl. 1 — Prenosni plamenobacač

Prenosni plamenobacači imaju do met 20—70 metara. Njihova masa je od 12 do 32 kg kada su puni, a 5 do 18 kg kada su prazni. Kapacitet rezervoara za zapaljivu smešu je 8 do 18 litara, a trajanje vatrene mlaze 4 do 9 sekundi. Kao zapaljiva smeša koristi se napalm manjeg viskoziteta. Plameno-

Tabela 1

Tip	Oznaka	Daljina bacanja plamena [m]	Broj opaljenja	Masa [kg]	Količina smeše [l]	Trajanje plamena [s]
Laki	M2A1-7	18—45	8	32,7	17,5	6—9
	M9-7	20—55	8	31,9	17,5	5—7
	M-8	25—70	1	12	7,5	4—5
Teški	M7A1-6	185—270	25	—	1440	55—60

Prenosni plamenobacači služe za neposrednu podršku pešadije. U nekim armijama ovi plamenobacači ulaze u naoružanje pešadijskih jedinica, a u nekim se formiraju specijalne plamenobacačke jedinice. Imaju rezervoar i usmeravajuću mlaznicu kroz koju se izbacuje zapaljiva materija. Pored toga,

bacači izbacuju mlaz zapaljive tečnosti pod pritiskom sabijenog vazduha ili barutnih gasova.

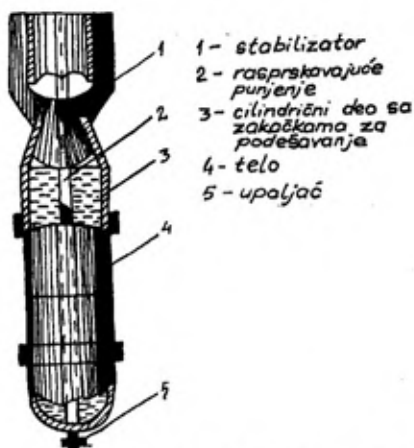
Prevozni ili mehanizovani teški plamenobacači postavljaju se na tenkove ili oklopne transportere, a dejstvuju na istom principu kao i prenosni. Imaju do met 270 metara, a zapaljiva

smeša se izbacuje pomoću komprimiranog vazduha koji s nalazi u rezervoarima visokog pritiska. Bacanje plamena može se ponoviti nekoliko puta. U ukupnom trajanju od 60 sekundi, a kapacitet rezervara prelazi 700 litara. Punjenje plamenobacača zapaljivom smešom obavlja se pomoću specijalne mašine montirane na šasiji guseničara, pri čemu se koriste sve vrste napalm-recepture.

Zapaljive avio-bombe

Osnovno zapaljivo sredstvo avijacije su zapaljive bombe (termitne 2—4 kg i napalmske ili fosforne od 2 do 400 kg)

Ove bombe (sl. 2) mogu biti sa ili bez eksplozivnog punjenja.



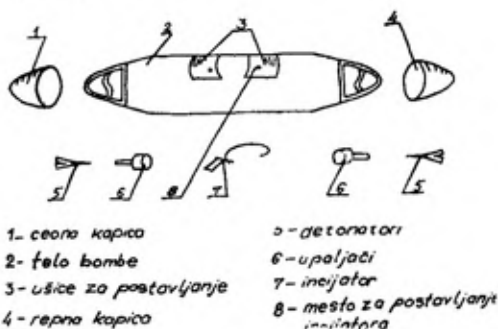
Sl. 2 — Zapaljiva bomba kalibra 100 funti

Zapaljive bombe bez eksplozivnog punjenja ispoljavaju svoja dejstva u radijusu od 1 do 5 metra, a sa eksplozivnim punjenjem od 40 do 70 m. Zapaljive avionske bombe su pune napalm smešom, pirogelom i fosforom. Ponekad se po nekoliko takvih bombi povezuje u svežnjeve i kao takve se vešaju na avionske nosače bombi. Kako veće bombe imaju i veće probojne sposobnosti koriste se za dejstvo protiv jačih objekata, naročito industrijskih.

Pri eksploziji takve bombe komadi napalm-smeše, pirogela ili fosfora razbacaju se na površinu od 500 do 3000 m².

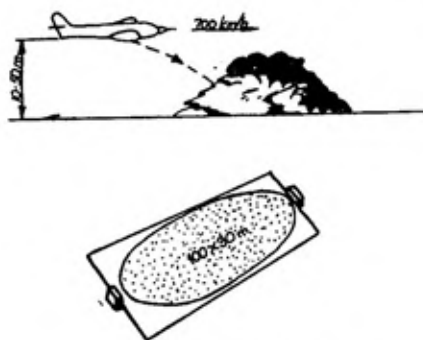
Napalm avio-bombe

Napalm avio-bombe (sl. 3) sastoje se od tankog limenog tela sa otvorima za punjenje smešom i za postavljanje inicijatora sa upaljačem. Kao zapaljivač upotrebljava se beli fosfor koji se posle eksplozije bombe pomeša sa napalm-smešom i pali pod dejstvom atmosferskog vazduha. Zapaljive napalm avionske bombe označavaju se crvenim pojasom, a bombe belim fosforom — žutim pojasom



Sl. 3 — Izgled američke napalm-bombe

Napalm avio-bombe izbacuju se iz aviona u niskom, brišućem letu sa visine od oko 30 do 60 m. Pored velike preciznosti u gađanju, takav način izba-



Sl. 4 — Dve napalm avio-bombe zahvataju plamenom površinom veličinu fudbalskog igrališta

civanja napalm bombi (skoro horizontalno padaju na zemlju) omogućava rasprskavanje napalma na velikoj površini (sl. 4). Napalm avio-bombe namenjene su za uništavanje privrednih objekata, žive sile i tehnike. One su efikasne i protiv tenkova. U tabeli 2 date su karakteristike zapaljivih bombi koje se sada nalaze u naoružanju američkog RV.

Polivanje zapaljivom tečnošću izvodi se sa malih visina, kako zapaljiva tečnost ne bi sagorela još u vazduhu.

Zapaljiva artiljerijska zrna

Korekturna i pancirna zapaljiva zrna za lako naoružanje (puške, auto-

Tabela 2

Zapaljive avio-bombe

VRSTA BOMBE	KALIBAR (funte)	UKUPNA MASA [kg]	MASA ZAPALJIVE SMESE [kg]	VRSTA ZAPALJIVE SMESE	VREME GORENJA [mm]	POVRŠINA RAZBAKIVANJA [m ²]
Kasetna bomba	4	1,6	0,28	Termit	5-8	lokalno žarište
Kasetna bomba	10	3,8	1,25	Pirogel	5-10	28-78
Bomba	100	32	19-27	Pirogel Napalm	5	1960-2820
Bomba	100	60	35	beli i plastificirani fosfor	5	1960-2820
Zapaljiva bomba napalm	500	227	195-240	Napalm Napalm-5	10	3000
Zapaljiva bomba napalm	750	340	236-397	Napalm Napalm-5	10	2000-4000
Zapaljiva bomba napalm	1000	414	—	Napalm	10	4000
Kaseta M31	500	543	—	—	—	4000
Kaseta M35	750	313	—	—	—	4000

Rezervoari

Rezervoari sa zapaljivom tečnošću spadaju u prostija zapaljiva sredstva avijacije. Pone se zapaljivim tečnostima, zapremine su 125 do 600 litara, a mase od 200 do 450 kg. Opremljeni su upaljačem i eksplozivnim punjenjima. Po obliku su isti kao i rezervoari za gorivo. Njihovo dejstvo zahvata površinu od 1500 do 4500 m².

mat i mitraljezi) mogu se koristiti za paljenje motornih vozila, raznih mašina, goriva i drugog lako zapaljivog materijala. Artiljerijska zapaljiva zrna izrađuju se na bazi temita, legure »elektron«, napalma i fosfora. Elementi koji se rasprše pri eksploziji jednog punjenja (termitni segmenti, cevčice, napalmsko punjenje, komadići fosfora) sposobni su da izazovu paljenje lako zapaljivog materijala na površini 30 do

60 m². Vreme gorenja segmenata je 15 do 30 sekundi.

Zapaljive fugase

U sistemu zaprečavanja mogu se, zajedno sa drugim sredstvima koristiti vatrene fugase (mine) koje predstavljaju metalne sudove napunjene lepljivom zapaljivom smešom. Fugase eksplodiraju uz pomoć eksplozivnog punjenja, a pale se fosforom minom. Pri tome se smeša razbacuje u radijusu od 20 do 85 m.

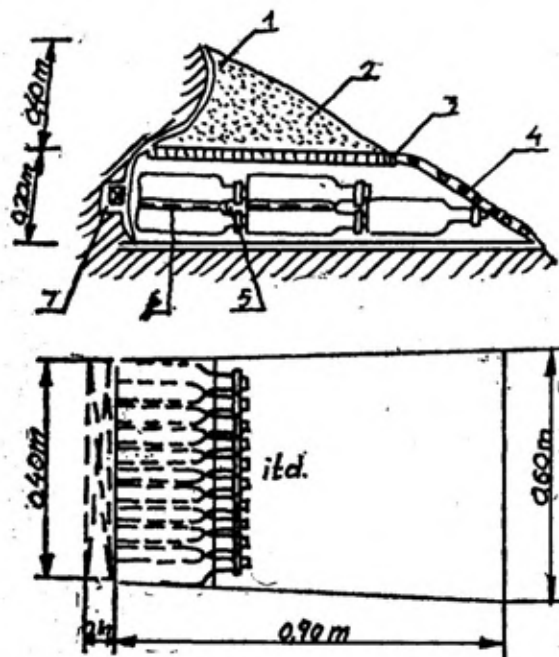
Prema načinu usmeravanja dejstva plamena zapaljive fugase se izrađuju na dva načina: za kružno i usmeravajuće dejstvo. Zapaljive fugase sa usmerenim dejstvom (sl. 5) ukopavaju se u zemlju, a naročito su pogodne za primenu na rekama, morima, obalama, te na strmi-jem zemljištu: na padinama, zasecima i usecima, i sl. Mlaz zapaljive smeše usmeri se tako da se gornja površina i strane fugase oblažu daskama i drugim materijalom, pri čemu se ostavlja otvor za izbacivanje smeše.

Ostala zapaljiva sredstva

Od ručnih zapaljivim sredstava najveću primenu imaju napl-m-granate (ručne bombe), termitne kocke, lopte i paketi. Ručne zapaljive bombe primenjuje se za paljenje oklopnih transportnih sredstava, raznih odbrambnih i drugih objekata. Termitne kocke, kugle i paketi su mase 300 do 500 grama. U njima se termit pali uz pomoć sporogorećeg štapina ili zapaljivih šibica, a gorenje traje 1 od 3 minute. Za razliku od granata one se ne bacaju na objekte već se neprimetno postavljaju pod njih.

Način primene zapaljivih sredstava

Na osnovu izvršenih analiza o primeni zapaljivih sredstava u dosadašnjim ratovima, na manevrima i vežbama oko 80% svih zapaljivih sredstava upotrebljava se u avijaciji. Smatra se da učešće avijacije u primeni ovih sredstava u savremenom ratu može biti još veće.



- 1 — mreža za paljenje
- 2 — nasuta zemlja
- 3 — daska iznad iskopa
- 4 — otvor za izbacivanje
- 5 — metak eksploziva i fosfor
- 6 — detonirajući štapin
- 7 — potiskujuće eksplozivno punjenje

Sl. 5 — Način postavljanja zapaljive fugase sa usmerenim dejstvom

Zapaljive avio-bombe primenjuju se sa malih visina pri brzinama aviona od 700 do 900 km/h, i to na dva načina. Prvi način je bombardovanje u brišućem letu sa rikošetiranjem. Avion naleće na cilj na visini od 30 do 60 m, kada izabere karakterističan orijentir. Zatim povećava visinu do 150 m da bi se nad ciljem spustio na 15 do 20 m. Drugi način bombardovanja je pri pikiranju pod uglom od 5 do 15°. Nišanje i nalet na cilj je kao i u prethodnom slučaju. Međutim, manevar za napad počinje na 3 do 5 km od cilja sa povećanjem visine na 150 do 500 m. Na efikasnu primenu zapaljivih sredstava utiču: ponašanje plamena (uticaj vetra i zemljišta), domet sredstava za upotrebu zapaljivih materija, način upotrebe, vrsta plamenih mlazeva, kao i utrošak zapaljive tečnosti.

Vetar dosta utiče na »ponašanje« plamena. Za upotrebu plamenobacača najpogodniji su slabi vetrovi koji omogućavaju tačno nišanje na cilj. Jaki frontalni vetrovi teže da razbiju plamen još pre nego što on dostigne normalni domet. Jaki bočni vetrovi razbijaju mlaz zapaljive tečnosti pre nego što ona dostigne normalni domet, a i nišanje je mnogo teže zbog popravke koju treba uzeti u obzir.

Na upotrebu plamenobacača utiče zemljište topografskom konfiguracijom i prikrivenošću. Prenosni plamenobacači mogu se upotrebiti na svakom zemljištu, a samohodni i tenkovski tamo gde može da se kreće vozilo.

Kada se ispred cilja nalazi gusto žbunje ili šuma bez ikakvih čistina za gađanje, efikasni domet se može smanjiti i do 50%, što zavisi od prirode i gustine vegetacije.

Zapaljiva sredstva mogu naneti telesne povrede i opekotine, izazivati gušenje, šok i demoralizaciju usled stvaranja gustog dima unutar fortifikacijskih objekata koji zaslepljuju branioce.

Mere zaštite od zapaljivih sredstava

Najveći efekti požara postižu se primenom zapaljivih sredstava u suvo letnje vreme po nezaštićenim objektima, protiv neprijateljevih jedinica i civilnog stanovništva. Dobro obučene i zaštićene jedinice sposobne su da vode borbu u uslovima kada protivnik primenjuje zapaljiva sredstva. Umešno korišćenje oklopa borbenih sredstava, zidova od cigle i kamena, bunkera, skloništa, podgrudobrinskih jama sa pokrivačima od nezapaljivog materijala, gotovost formacijskih i priručnih sredstava za gašenje požara, predstavljaju samo neke od mera čije sprovođenje znatno smanjuje gubitke od zapaljivih sredstava.

Sve mere zaštite od zapaljivih sredstava i požara mogu se podeliti na četiri grupe: profilaktične, normativno-tehničke, pripremne i organizacione.

PROFILAKTIČNE MERE sprovode se u svim borbenim dejstvima i na svakom zemljištu, radi uklapanja uzroka požara i uslova za njegovo širenje.

U rejonu razmeštaja jedinice kosi se osušena trava i usevi, a protivpožarnim kanalima ili preoravanjem zemljište se deli na manje parcele. Za razmeštaj u šumi biraju se mesta sa mladim listopadnim drvećem. Suvo lišće i trava skuplja se i pali. U većim šumama prave se preseči širine dve visine drveća. U naseljenim mestima izbegava se razmeštaj ljudi i tehnike u drvenim zgradama i blizu njih. Lakozapaljivi materijal se uklanja dalje od važnih objekata i tehnike. Zatvaraju se lukovi na oklopnim vozilima, vrata i prozori na zgradama. Drveni materijal na fortifikacijskim objektima premazuje se slojem gline, a zimi krečom ili kredom. Ulazi u bunkere i skloništa osiguravaju se nesagorivim pokrivačima u dužini od dva do tri metra. Između pojedinih objekata i sredstava borbene tehnike ne-

ophodno je imati tzv. protivpožarni materijal, čija veličina zavisi od karaktera tih objekata i zemljišta na kome se nalaze. Ovi intervali mogu biti i preorane zone, ako je to moguće izvesti, širine do dva metra. Cerade, navlake i prekrivači na objektima i tehničari odvezuju se da bi se, ako se zapale, mogli brzo zabaciti. Telefonske linije se ukopavaju u zemlju 15 do 20 cm dubine. Posude sa zapaljivom materijom obavezno se ukopavaju i zasipaju slojem zemlje debljine 10 do 15 cm.

NORMATIVNO-TEHNIČKE MERE predviđaju izgradnju različitih protivpožarnih konstrukcija u građevinama i skloništima, impregnaciju drvenih delova, cerada, navlaka i prekrivača, bojenje tehnike vatrostalnim bojama, itd.

Kao materijal za premazivanje drvenih delova preporučuju se različite mešavine gline, peska, kreča, cementa, gipsa, azbesta, tečnog stakla, perhlorvinilove smole i tucane cigle.

Za premazivanje ambalaže sa gori-
vom i mazivom preporučuje se sledeća receptura:

- gipsa u prahu — dva dela;
- glina — dva dela;
- kuhinjske soli — jedan deo;
- cementa — 1/4, i
- vode toliko da se mešanjem dobije konzistencija guste molerske boje.

Za impregnaciju cerade i navlaka, maskirnih mreža i sličnih predmeta, preporučuju se različiti rastvori neorganskih soli. Pored već ranije navedenih receptura, ovde se navode još neke od njih:

1. Rastvor od 6 kg mono ili diamonijevog sulfata u 100 l vode.
2. Rastvor od 8 kg amonijevog hlorida, 2 kg amonijevog hiposulfata, 10 kg amonijevog sulfata i 80 litara vode.
3. Rastvor od 13 kg amonijevog hlorida, 4 kg amonijevog fosfata, 3 kg natrijevog borata i 80 litara vode.

4. Mešavina zasićenih rastvora amonijevog fosfata i amonijevog sulfata u odnosu 3 : 7.

Impregnacija navedenih materijala ovim rastvorima vrši se jednokratnim umakanjem (potapanjem) u trajanju od 15 minuta, uz naknadno sušenje.

Materijal za odeću i obuću najčešće se impregnira protivzapaljivim sredstvima — antipirenim različitog sastava, još u toku tehnološkog procesa proizvodnje. Antipireni se, takođe, dodaju i recepturama gume koja se koristi za izradu zaštitne opreme.

PRIPREMNE MERE obuhvataju pripremu protivpožarnih stanica i spremišta, njihovo obezbeđenje tehničkim sredstvima, alatom i materijalom za gašenje požara, pripremu puteva za evakuaciju ljudi i tehnike iz ugroženog rejonu. Pri rasporedu jedinice u šumi neophodno je planirati i pripremiti nekoliko izlaza iz nje.

ORGANIZACIONE MERE obuhvataju formiranje, obuku i razmeštaj protivpožarnih ekipa i jedinica, pripremu celokupnog ljudstva za dejstvo u uslovima požara i obuku za borbu s njima.

Gašenje požara izazvanog zapaljivim sredstvima

Izviđanje požara

Organizovana i efikasna upotreba sredstava i jedinica za gašenje požara nije moguća bez prethodnog izviđanja požara. Izviđanjem požara neophodno je ustanoviti:

- opštu sliku požara (mesto, razmere žarišta, pravce, puteve i brzinu širenja);
- postojanje ljudi i tehnike u žarištu požara;
- način spašavanja ljudi i tehnike;
- postojanje izvora vode i njihovo korišćenje;

— uslove koji otežavaju gašenje požara (postojanje radioaktivnih i otrovnih materija, bakterioloških sredstava, municije, eksplozivnog goriva i maziva).

Osnovni principi i metode gašenja požara

Požar se gasi, po pravilu, sredstvima i snagama jedinice u čijem se rejonu razmeštaja pojavljuje. Prvenstveno se gasi oni požari koji ometaju izvršenje borbenog zadatka, a zatim oni koji ugrožavaju ljudstvo, borbenu tehniku i materijalna sredstva.

Mala žarišta požara gasi se granama, šatorskim krilom, šnjelom, čebetom i sličnim predmetima ili zasipanjem zemljom i peskom. Požari na borbenim vozilima i automobilima gasi se priborima, a ako ih nema — ceradama, šatorskim krilom i sličnim priručnim sredstvom (sl. 6 a, b, c, . . h).



Sl. 6a — Gašenje odeće na vojniku pomoću čebeta



Sl. 6b — Gašenje ručnim vatrogasnim aparatom



Sl. 6c — Gašenje valjanjem po zemlji



Sl. 6d — Gašenje pomoću ogrtača



Sl. 6e — Gašenje peskom ili zemljom



Sl. 6f — Gašenje oklopnog vozila



Sl. 6g — Gašenje zapaljenog tenka vatrogasnim aparatom



Sl. 6h — Gašenje vodom

Ukoliko se zapale polja sa zrelim usevima i suvom travom, požar se najbolje lokalizuje preoravanjem. Osnovni način gašenja šumskih požara sastoji se u preprečavanju puta vatri kopanjem kanala ili sečom drveta.

Za lokalizaciju poljskih i šumskih požara ručnim sredstvima moguće je, na osnovu iskustva i opita proverenih

normativa, odrediti potrebna sredstva, snage i vreme. Prethodno je potrebno znati površinu zahvaćenu požarom i brzinu širenja.

Vreme neophodno za lokalizaciju požara pri datom broju vatrogasaca određuje se po formuli:

$$T = \frac{S}{10 \cdot (10 \cdot V + 16 \cdot U) \cdot V^2}$$

gde ie:

- T — vreme neophodno za lokalizaciju požara u [h];
- S — površina zahvaćena požarom u [ha];
- U — brzina širenja požara u [m/min];
- V — broj ljudi koji učestvuje u gašenju požara.

Tako, na primer, ako površina zahvaćena iznosi 4 hektara, brzina širenja je 1 m/min, pa će 10 ljudi lokalizovati požar za 2 časa i 18 minuta.

Da bi se odredio broj ljudi neophodan za lokalizaciju požara na datoj površini za određeno vreme moguće je primeniti i sledeću formulu:

$$V = 20 (L_p + 0,05 U)$$

gde je:

L_p — početna dužina ivice (granice) površine zahvaćene požarom u [km].

Ako se požar ne može gasiti odmah po izvršenom zadatku i izviđanju, površina požara i dužina njegovih stranica najčešće se povećava, zavisno od brzine širenja požara:

$$L = L_p + U_1 + t$$

gde je:

- L — dužina granice (površine) zahvaćene požarom u [km] za vreme t;

U_L — brzina rasta dužine — granice požara u [km/min]
($U_L = 2,6 U$)

t — vreme od momenta izviđanja do početka lokalizacije požara u [min.].

Isto tako, može se odrediti i približna količina vode za gašenje požara. Polazeći od toga da je za gašenje požara potrebno 0,06 do 0,1 l/s na m^2 u trajanju ne manje od 30 minuta (1800 sek), da bi se, na primer, ugasio požar na $10 m^2$ potrebno je 1800 litara vode ($10 \times 0,1 \times 1800 = 1800 l$)

Zapaljive materije, kao što su napalm, pirogel i fosfor, gase se vodom, krečnim mlekom, peskom, zemljom i specijalnim aparatima za gašenje požara. Ne preporučuje se zapaljive komadiće napalm i pirogela sa tehnike i objekata spirati jakim mlazom vode, jer se time oni samo obaraju, a njihovo sagorevanje još više ubrzava. Zato pri gašenju navedenih sredstava treba koristiti vodu razbijenu u sitne kapljice i pod minimalnim uglom u odnosu na poršinu objekta. Sve deliće zapaljive materije treba ugasiti i odstraniti sa objekta, jer se mogu ponovo zapaliti.

Mere bezbednosti pri gašenju požara

Pri gašenju požara ljudstvo se izlaže opasnostima kao što su:

- opekotine od plamena, zapaljivih borbenih sredstava, žara ili zračenjem toplote;

- povrede od rušenja objekta, i sl.;

- ugušenje dimom, trovanje ugljenmonoksidom i drugim gasovima;

- povrede usled eksplozije materije koja gori, avio-bombi, granata i sl., i

- povrede izazvane električnom strujom.

Zbog toga ljudstvo za gašenje požara mora imati zaštitne šlemove, zaštitni ogrtač i rukavice, izolujuće ili obične maske sa specijalnim uloškom za zaštitu od ugljen-monoksida, baterijske ili akumulatorske lampe, pijuke, ašove, sekire, konopce i drugu opremu. Prolaziti kroz zonu požara bez zaštite ili približiti se radi njegove likvidacije, moguće je samo do određenog, bezopasnog odstojanja. To odstojanje predstavlja visinu plamena umnoženu sa koeficijentom 1,6:

$$L_b = 1,6 \cdot h_{p1} \quad (6)$$

gde je:

L_b — bezopasno odstojanje u [m];

h_{p1} — visina plamena u [m].

Naročitu pažnju treba obratiti na opasnost od rušenja zidova, tavanica, krovova, dimnjaka, i sl. Ljudstvo i sredstva za gašenje požara treba postavljati na dovoljnom udaljenju od objekata, gde ne pretil opasnost od rušenja.

Zaštita od dima i otrovnih gasova na otvorenom prostoru može se postići upotrebom zaštitne maske. Međutim, u zatvorenim prostorijama, gde je procenat kiseonika ispod 16% treba koristiti izolujuće zaštitne aparate. Pri radu u zadimljenim i zarušenim objektima treba koristiti konopac, zapamtiti pređeni put radi povratka i oprezno otvarati vrata i prozore. Zapaljive delove odeće treba što pre ugasiti ili zbaciti.

Da bi se ljudstvo zaštitilo od udara električne struje, pre gašenja treba proveriti da li je isključen glavni dovod struje do objekta. Tek posle isključenja struje može se pristupiti gašenju požara.

Spasavanje ljudi na kojima gori odeća izvodi se odlučnim gašenjem. Osoba zahvaćena plamenom gubi prisebnost i traži spas u bekstvu. Takvu osobu treba zaustaviti, položiti na zemlju (pod) i čvrsto umotati ćebetom, šatorskim krilom, šinjelom, i sl. (sl. 7).



Sl. 7 — Gašenje skidanjem zapaljenog ogrtača

Literatura:

- [1] Perović S.: Zapaljiva sredstva i zaštita žive sile i MTS, SC ABHO, Kruševac, 1973.
- [2] Grabavoj I. D.: Dejstvo vojske u uslovima masovnih požara, Ministarstvo odbrane SSSR, Moskva, 1969.
- [3] Ohanović Z. i dr.: Zaštita jedinica od zapaljivih sredstava, Ministarstvo odbrane Poljske, Varšava, 1969.

Povređenima treba obezbediti hitnu lekarsku pomoć i organizovati transport do sanitetskih ustanova.

Zaključak

Zapaljivim sredstvima danas se pridaje značajno mesto i uloga u opštem sistemu naoružanja armije mnogih zemalja. Ovo iz razloga što zapaljive materije poseduju osobine veoma opasnog napadnog sredstva, koje se, iako spada u sredstva za masovno uništavanje stanovništva, ne tretira kao takvo ni u kakvim međunarodnim ugovorima, pa je i opasnost od njegove primene tim veća.

U zavisnosti poznavanja ovih sredstava i načina njihovog dejstva mogu se veoma uspešno preduzeti mere zaštite, što je veoma značajno za pripadnike Vojske Jugoslavije.

Pošto zapaljiva borbeno sredstvo predstavlja vid taktičkog oružja protiv koga se može boriti samo dobro obučeni i fizički spremni vojnici i građani, jakih moralnih načela pravilan prilaz ovom problemu znači i stvaranje najpovoljnijih uslova za normalan rad i izvršenje borbenih zadataka.

- [4] Pejčić Zdravko: Zapaljiva sredstva u borbi i zaštita, »Vojni glasnik« br. 2/1972.
- [5] Ivić Ratomir: Napalm—borbeno sredstvo, »Odbrana i zaštita« br. 3/1978.

Dr Miodrag Živković,
major
Rade Bločanin,
potpukovnik

TROVANJE UGLJEN-MONOKSIDOM PRI RONJENJU I MERE ZAŠTITE

Hemijska trovanja su deo naše svakodnevice, a uzrok tome su uticaji energije razorne moći, prljave tehnologije, nuklearni i hemijski udesi, ratna razaranja i mnoštvo drugih faktora.

Trovanje ugljen-monoksidom — hemijskim zagušljivcem su vrlo česta, a posledice teške.

Trovanje ove vrste, a sa različitim uzrocima i posledicama, traže od nas istinsku i svestranu dijagnozu stanja stvarnosti, poznavanje efekata dejstva i preduzimanje mera zaštite, koja obuhvataju monitoring, zaštitu, urgenciju i znalačko uklanjanje posledica dejstva.

Uvod

Ugljen-monoksid (CO) je izrazito toksičan gas bez boje, mirisa i ukusa, lakši od vazduha. Spada u grupu hemijskih zagušljivaca, a izaziva generalnu hipoksiju* zbog vezivanja sa hemoglobinom (Hb) i drugim posrednicima disanja koji sadrže hem** prostetičnu grupu. Toksični efekat ugljen monoksida nastupa brzo i pri malim koncentracijama.

Ugljen-monoksid nastaje u procesu nepotpune oksidacije organskih materija. Jedan od najčešćih izvora zagađenja vazduha su izduvni gasovi motora sa unutrašnjim sagorevanjem, gde koncentracija može biti od 1 do 14 vol. %. Sledeći veliki zagađivač je metalurška industrija.

Prema objavljenim podacima, u SAD od ukupne količine ugljen-monoksida u atmosferi, izduvni gasovi automobila emituju oko 58%.

Neki od izvora zagađenja atmosfere sa ugljen-monoksidom

Tabela 1

Izvor CO	Količina (Vol %)
Izduvni gasovi motora s unutrašnjim sagorevanjem	1—14 vol %
Sagorevanje prirodnog gasa ili petroleja	5 vol %
Dim jedne cigarete	4 vol %
Atmosfera garaža	do 0,024%

Dozvoljene koncentracije ugljen-monoksida

Tabela 2

Maksimalna dopuštena koncentracija — MAK	50 ppm (0,005 vol %)
Atmosfera naselja za 8 h	20 ppm (0,002 vol %)
Ronilački vazduh	10 ppm (0,001 vol %)

* Smanjena koncepcija O₂ u krvi.
* Komponenta hemoglobina.

Od svih smrtonosnih trovanja gasovima, preko polovine su izazvana ugljen-monoksidom. Unošenje u organizam i eliminacija vrši se preko pluća, a krajnji toksični učinak je hipoksija, koja nastaje vezivanjem ugljen-monoksida za hemoglobin i stvaranjem stabilnih karbonil-jedinjenja, čime se zauzima prostor za vezivanje kiseonika, kao i za njegov prenos i korišćenje u tkivima i ćelijama. Brzina vezivanja ugljen-monoksida za hemoglobin je nešto sporija od brzine vezivanja kiseonika, ali je afinitet ugljen-monoksida za hemoglobin veći 220 puta od afiniteta kiseonika. Otuda i prednost na strani ugljen-monoksida u vezivanju sa hemoglobinom, čak i kada je prisutan u nesrazmerno manjim količinama.

Količina zaposednutog hemoglobina zavisi od koncentracije ugljen-monoksida u odnosu na koncentraciju kiseonika i vremena ekspozicije, a izračunava se po Haldaneovoj formuli:

$$\text{COHb} : \text{O}_2\text{Hb} = M \times P_{\text{CO}} : P_{\text{O}_2}$$

M — konstanta relativnog afiniteta CO za Hb

P — parcijalni pritisak.

dualne otpornosti organizma, koncentracije ugljen-dioksida u atmosferi i stepena prethodne hipoksije u tkivima.

Smrtna doza ugljen-monoksida za ljude kreće se između 1000 i 2000 ppm (0,1—0,2 vol %) pri ekspoziciji od 30 minuta. Kod visokih koncentracija ugljen-monoksida smrt može nastupiti nakon 1—2 minute boravka u kontaminiranoj atmosferi.

Klinička slika trovanja

Nakon kontaminacije (MDK 50 ppm) dolazi do razvoja kliničke slike, koja je netipična. Zbog nemogućnosti da niske koncentracije karboksi-hemoglobina daju bogatu simptomatologiju, a da koncentracije COHb preko 40% budu asimptomatske, postavljanje dijagnoze je otežano, a time i adekvatno lečenje.

Posebno je teško razlikovati trovanje ugljen-monoksidom i ronilačke incidente, koji se manifestuju gubitkom svesti pod vodom i komatoznim stanjem, a komplikuju se utapljanjem, barotraumatskom plinskom embolijom.

Tabela 3

Procenat vezanog hemoglobina za ugljen-monoksid u našoj svakodnevici

Koncentracija CO	vezani Hb (COHb) u krvi
Čist vazduh	1%
Pušači nakon 20 cigareta	6%
Radnici u garažama nakon 8 h	3—15%
Udahnuti vazduh (50 ppm) nakon 30 min.	3%

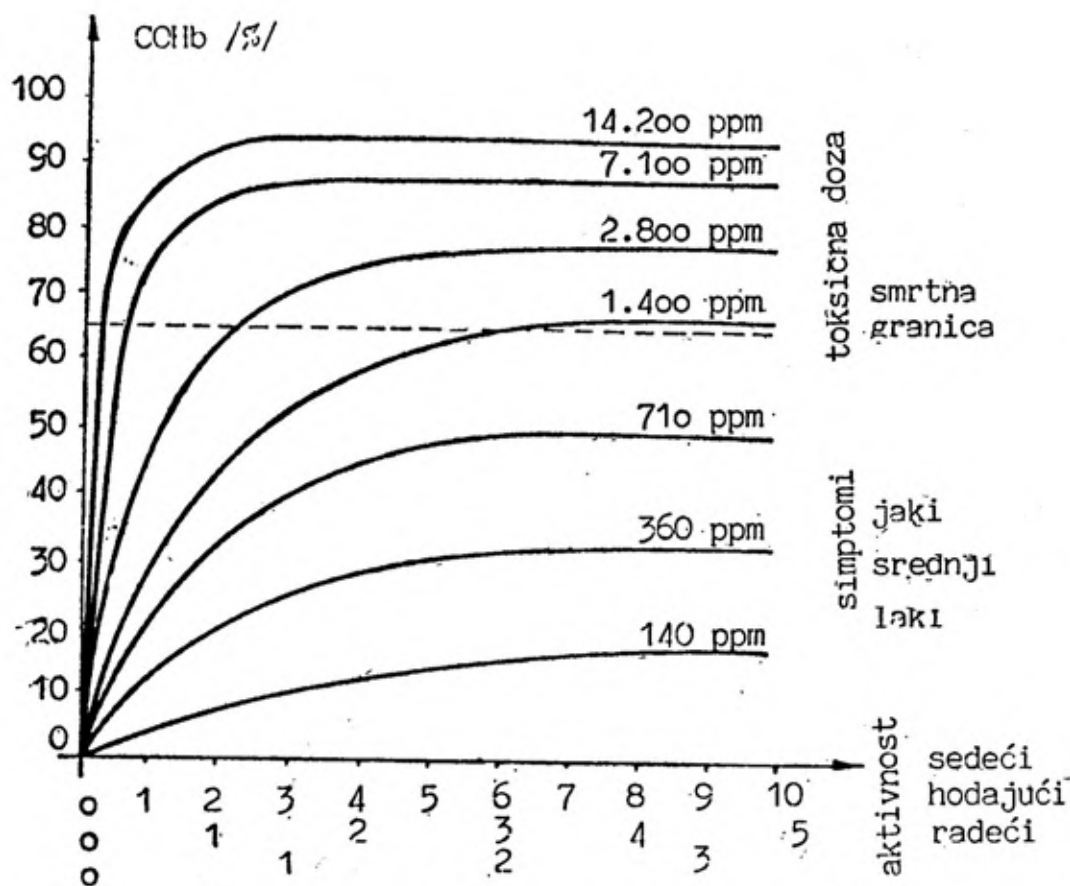
Toksično delovanje ugljen-monoksida na ljudski organizam zavisi od vremena eksplozije, koncentracije, kao i potencirajućih faktora: minutnog volumena disanja* mišićnog rada, indivi-

Otuda je potrebno imati na umu mogućnost trovanja ronilačkog vazduha ugljen-monoksidom i obavezno ga analizirati nakon svakog incidenta. Od koncentracije COHb zavisi intenzitet hipoksije, a od intenziteta hipoksije klinička slika. Načelno, koncentracija COHb u krvi od 10 do 20% izaziva mučninu, glavobolju i umor, od 30% vr-

* Volumen disanja — iznosi 0,5—1,5dm³/udah, što zavisi od predispozicije organizma, stanja organizma i intenziteta disanja.

Klinička slika trovanja s ugljen-monoksidom u zavisnosti od koncentracije COHb

% COHb	Klinička slika
4%	Smanjena vidna sposobnost, smanjena sposobnost rešavanja psiho-testova
10—20%	Mučnina, glavobolja, umor, greške u računanju i smanjena vidna sposobnost
30%	Vrtoglavica, bezorijentacija, malaksalost, mišićna nemoć
40—50%	Koma, poremećen rad srca i disanja, decerebracija i smrt



Koncentracija karboksi-hemoglobina u različitim uslovima

toglavicu, dezorijentaciju u vremenu i prostoru, malaksalost i mišićnu nemoć, a od 40 do 50% komu, poremećenu funkciju srca i disanja, decerebraciju i smrt. Kod 18% otrovanih dolazi do poremećaja funkcija drugih organskih sistema, a u 41% slučajeva zabeleženi su trajni neurološki ispadi karakteristični za difuznu spongioznu demijelinizaciju mozga.

Terapija

Terapija zatrovanih ugljen-monoksidom obuhvata primenu hiperbaričkog kiseonika na apsolutnom pritisku od 3 bara, gde poluživot eliminacije CO iznosi 23,5 minuta. Ako ne postoji mogućnost hiperbarične terapije (HBO), potrebno je primeniti 100%-tni kiseonik na normalnom pritisku kada je poluživot eliminacije ugljen-monoksida 80 minuta.

Ako ne postoji mogućnost navedenih terapija, u najgorem slučaju zatrovanog treba izneti na čistu atmosferu uz apsolutno mirovanje, kada je poluživot eliminacije ugljen-monoksida oko 320 minuta. Održavanje ventilacije i rada srca postićiće se primenom klasičnih metoda kardio-respiratorne reanimacije. Ostala terapija je simptomatska.

Prikaz trovanja CO u ronjenju

U jutarnjim satima septembra jedna ronilačka grupa, sastavljena od iskusnih ronilaca, obavljala je rutinski zadatak u blizini ostrva Hvara. Na matičnom brodu punjene su boce transportnim kompresorom. Ronjenja su se odvijala rutinski, iz dana u dan, uz iste režime za sve ronioce. Dubina ronjenja iznosila je 34 metra, a vreme boravka na dnu 35 minuta, uz dekompresioni zastanak na 3 metra/6 minuta. Sva ronjenja su se odvijala bez ikakvih problema.

Pri jednom ronjenju, ronilac A. T. nakon 10 minuta na dnu mora osetio je tegobe pri disanju. Obavestio je druga iz para i krenuo sa njim na izron. Na 9 metara dubine izgubio je svest i nekontrolisano isplutao na površinu, gde su ga u besvesnom stanju prihvatili članovi posade broda i izneli na palubu. Zatrovan ugljen-monoksidom, unesrećeni ronilac je ostao bez svesti 10 minuta, nakon čega se sporo budio, dezorijentisan, s izraženom mišićnom slabošću, nadražajem na kašalj, mučninom i povraćanjem. Odmah je organizovan transport i unesrećeni je za dva sata stigao u rekompresionu komoru, gde ga je prihvatio specijalista pomorske medicine. Pri prijemu je bio svestan, ali su nađeni neurološki ispadi i pozitivan nalaz na plućima (potvrđen rtg-snimkom), te je postavljena dijagnoza: *barotraumatska linska embolija*. Ronilac je lečen po protokolu barotraumatske plinske embolije (BPE). Nakon inicijalnog tretmana unesrećeni je izlečen uspešno.

Uprkos rtg-snimku, koji je ukazivao na oštećenje pluća, javila se sumnja u osnovni uzrok gubitka svesti, te je roniocima ukazano i na tu mogućnost. Međutim, oni su tu mogućnost odbacili, jer su svi ronili pod istim uslovima, sa istim vazduhom i niko ranije nije imao sličnih problema.

Sutradan, iz iste ronilačke grupe dopremljen je ronilac sa sličnom anamnezom i objektivnim stanjem. Ronio je po istovetnom režimu ronjenja, ostao na dubini od 34 metra oko 25 minuta, pošao na dekompresioni zastanak i na 3 metra dubine izgubio svest, te nekontrolisano isplutao na površinu vode. Na palubi je bio bez svesti oko 20 minuta uz sličnu simptomatologiju nakon dolaska sebi. Pri prijemu je bio u dobrom stanju uz pozitivan nalaz na plućima koji je ukazivao na BPE. Nakon toga je lečen i posle inicijalnog tretmana izlečen po terapijskom protokolu za BPE. Nakon ovog incidenta tra-

žen je prekid ronjenja i doprema ronilačkih aparata da bi se izvršila ronilačka analiza vazduha.

Analizom ronilačkog vazduha ustanovljeno je prisustvo ugljen-monoksida u koncentraciji od 1400 ppm (0,14%). Ta koncentracija CO je subletalna u kratkim ekspozicijama, letalna za ekspozicijama, letalna za ekspozicije duže od 30 minuta, a teoretska koncentracija COHb iznosila je oko 50%.

Neposredni uzrok zagađenja ronilačkog vazduha otkriven je ponovnim pregledom kompresorskog sistema. Ustanovljeno je da je plastična cev usisa dodirnula izduvnu cev kompresora i pregorela. To je ostalo neprimećeno, pa su plinovi (nastali u toku ronjenja) bogati ugljen-monoksidom i drugim gasovima ozbiljno ugrozili živote i zdravlja ronilaca.

Zaključak

U izvršavanju specijalističkih zadataka, uz upotrebu hemijskih jedinjenja, često dolazi do profesionalnih i drugih trovanja, gde su različiti uzroci, a često teške posledice. Jedna vrsta incidenta je trovanje ugljen-monoksidom.

Trovanja ugljen-monoksidom nisu retka, naročito u specifičnim čovekovim aktivnostima, kao što je ronjenje. Preventivne aktivnosti u smislu stalnog sprečavanja zagađenja i kontrole čistoće vazduha su neophodne. Na mogućnost trovanja pri ronjenju treba misliti da bi se pravovremeno prepoznao incident, preduzele mere zaštite i sprovelo pravilno lečenje. To je jedna od posebnih mera hemijske zaštite koju preduzima pojedinac, grupa (posluga), jedinica, štab, ustanova ili specijalizovano preduzeće u uslovima hemijskih udesa.

Literatura:

- [1] R. H. Dreisbach: Trovanja, dijagnoza i lečenje. Savremena administracija, Beograd, 1980.
- [2] Milosavljević J., D. Joksović: Porodično trovanje ugljen-monoksidom sa različitim prome-

nama u EKG-u. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju Vol. Vol. 40 br. 4, Zagreb, 1989.

- [3] Biočanin R: Protivnuklearna, hemijska i biološka zaštita, Školski centar ABH odbrane, Kruševac, 1991.



prikazi iz inostranih časopisa

LETELICE KOJE KORISTE EFEKAT TLA (WIG)

»U Sovjetskom Savezu (danas Zajednica nezavisnih država) tokom četrdesetak godina dosta je rađeno i investirano u razvoj WIG vozila, odnosno WIG-letelica WIG — Wing in Ground Effect Vehicles, što u prevodu znači: vozila letelice koje koriste efekat tla za povećanje uzgona, odnosno nosivosti krila letelice). Izgleda da nije daleko vreme kada će ta ulaganja početi da se isplaćuju.«

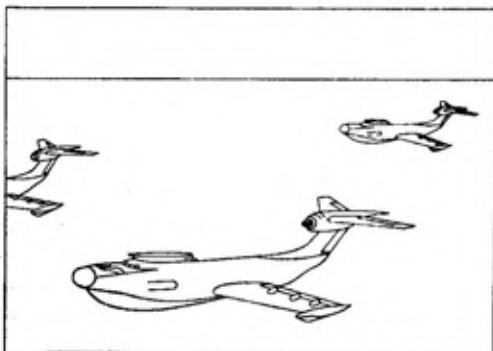
»Ovakvom konstatacijom autor počinje svoj članak o WIG vozilima, ili WIG letelicama.

Bez obzira na navedenu konstantaciju, članak je interesantan i zbog toga što daje i pregled razvoja, sadašnje stanje i perspektivu razvoja, kao i mogućnosti njihove upotrebe u svetu.

WIG letelice izazivaju sve veću pažnju, o čemu svedoči sve češće objavljivanje članaka o njima, kako u stranim (uglavnom zapadnim), tako i u domaćim stručnim i popularnim časopisima.

U uvodu članka autor kaže da je SSSR, kao retko koja od vodećih svetskih sila, bio veoma aktivan u razvoju uglavnom velikih WIG letelica koje bi

mogle da se upotrebljavaju prvenstveno u vojne svrhe — u borbenoj ili transportnoj varijanti. Ta vozila-letelice veoma su slične avionima, lete veoma nisko u brišućem letu.



Sl. 1 — Sovjetske WIG letelice Orlan. Dužina im je oko 60 m, razmah krila oko 30 m, a masa (bez goriva) oko 90 t. Dolet mogu da ostvare i do 9.000 km. Orlan, verovatno, ima varijante za amfibijska desantna dejstva, za protivpodmornička dejstva, za izviđanje, misije logističke podrške i dr., a u civilnoj primeni — za prevoz ljudi i tereta

Atraktivnost WIG efekta sastoji se u povećanju sile uzgona (nosivosti) krila i smanjenju sile otpora kod kretanja krila u blizini tla — što je poznato i

detaljno razrađeno u teoriji uzgonskih površina u aerodinamici. Ilustracije radi, navodimo čak i negativan uticaj povećanja uzgona zbog prisustva tla, kada ono dovodi do povećanja dužine slentanja aviona (hidroaviona), a posebno visokosposobnih jedrilica.

Zahvaljujući pozitivnom uticaju efekta tla, WIG letelicama moguće je transportovati velike toware brže i ekonomičnije nego drugim transportnim sredstvima, a moguće ih je uspešno koristiti i kao borbene letelice.

WIG letelice mogu se koristiti iznad vodenih površina (reke, jezera, mora-uključujući i zaleđene rečne tokove i morske površine), kao i iznad ravnica-čarskih terena. Ipak, letelice su ograničeno sposobne za letenje iznad prepreka — obala, mostova, brodova, i sl.

Alternativa — avion ili brod

Navedene prednosti WIG letelica zaintrigirale su sovjetske inžinje- re da pristupe razvoju ovih letelica, a sovjetski vojni komandanti želeli su da imaju brza, stalno raspoloživa, efikasna i ekonomična velika borbena i transportna sredstva koja predstavljaju alternativu, prvenstveno brodovima. Ovakva sredstva predstavljala bi značajan potencijal za zemlju koja nema mnogo luka u toplim morima, već da se bori sa zaleđenim vodenim putevima tokom većeg dela godine; pored toga, ogroman deo teritorije ZND je ravnica-čarski (i stepski), takođe pogodan za upotrebu WIG letelica. U području Arktika, gde dve velike supersile imaju značajan interes u pogledu protivpodmorničkih dejstava, postoje izuzetno dobri uslovi za upotrebu WIG letelica iznad otvorenog mora.

U pomenutom periodu i u nekim zapadnim zemljama radilo se na razvoju WIG letelica, uglavnom eksperimentalnih, ali sa neuporedivo manjim ulaganjima u odnosu na Ruse.

VIG tehnologija

Vozila koja se kreću iznad ravne površine tla na vazdušnom jastuku koji je generisan od pogonske grupe vozila (broda) i vozila slične namene koja leti iznad tla zahvaljujući stvaranju noseće sile (sile uzgona) krila, klasifikuju se, uglavnom, u dve grupe:

— hoverkraft (hovercraft) i druga vozila na vazdušnom jastuku (air cushion vehicles-ACVs); i

— vozila sa efektom površine (surface effect vehicles-SEVs), ili vozila sa efektom zemlje (ground effect vehicle-GEVs).

Obe grupe imaju obično sledeće zajedničke karakteristike:

— većina je namenjena za upotrebu na ili blizu površina reka, jezera, mora ili ravnica-čarskih terena;

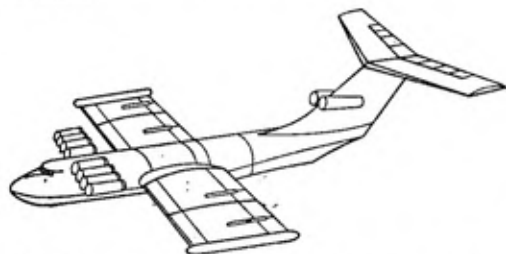
— svi koriste neki od načina stvaranja uzgona (aerostatičke ili aerodinamičke) za održavanje (lebdenje) ili letenje iznad površine.

Familija prve grupe vozila (hoverkrafti) već je duže vreme u operativnoj upotrebi.

Iz druge grupe vozila, koja koriste efekat tla, glavni predstavnici su WIG letelice raznih koncepcija.

O efektu tla za povećanje uzgona već je bilo reči u uvodu. Međutim, za postizanje optimalnog povećanja nosivosti letelice na režimu krstarenja, ona treba da izvodi brišući let na visini koja je jednaka oko 1,5 dužine srednje geometrijske tetive krila. Primera radi, to može da bude za neku manju letelicu, visina od 10—15 fita (oko 3—5 m). Povećanje uzgona i znatno smanjenje otpora zbog efekta tla, uz dobra aerodinamička rešenja krila i drugih elemenata letelice, uz dobro izabranu pogonsku grupu, obezbeđuje nekoliko puta veću masu WIG letelice po jedinici snage motora u odnosu na konvencionalne letelice u krstarećoj varijanti — što opravdava upotrebu WIG letelica u pogledu ekonomičnosti i nosivosti.

Pri tome treba imati u vidu da jedan broj uspehlih letilica WIG koncepcije ima po dve pogonske grupe (sl. 2, 3. i 4). Prednja pogonska grupa, koju čine turbomlazni motori smešteni na spoljnim nosačima ili unutar trupa, sem što stvara potisak za let, strujom mlaza motora »duva« krilo po znatnoj površini njegove gornjake i donjake, na taj način znatno doprinoseći porastu njegove nosivosti (to je tzv. power augment ram — PAR koncept). Napomenimo da i trup letelice svojim oblikom i položajem u strujnom polju daje znatan doprinos stvaranju uzgona. Sem za režim krstarenja, povećanje uzgona PAR-efektom od posebne je koristi u poletanju, na režimu penjanja i u manevru — pri izbegavanju prepreka i u borbenim uslovima.



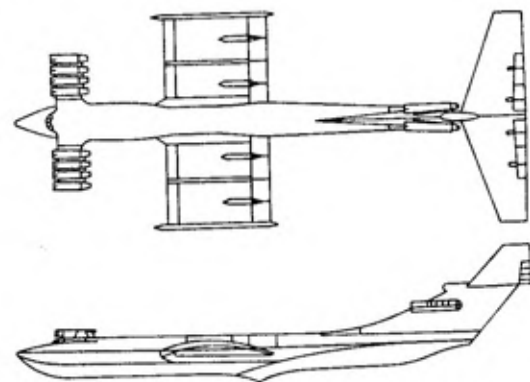
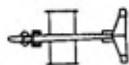
Sl. 2 — »Kaspijsko morskoe čudovište« — najveća do sada projektovana WIG letelica. Dužina joj je oko 90 m, razmah krila 46 m, masa 450 t, a poseduje deset turbomlaznih motora

Druga pogonska grupa obično se smešta pri vrhu vertikalnog repa i čine je, obično, dva turbomlazna ili jedan snažan turboelisni motor sa kontrarotirajućim elisama. Ona služi samo za stvaranje potiska (vučne sile) za pogon (let) letelice.

Krilo se oprema obično i velikim zakrilcima koja stvaraju dodatni uzgon posebno potreban u poletanju.

Kod ovakvih WIG letelica dosta se oštro postavlja problem uzdužne stabilnosti, posebno u letu bez efekta tla, kada im je sposobnost manevrisanja, inače, jako smanjena. Stoga je neophodno opremiti ih automatizovanim sistemima

za održavanje visine leta i položaja u prostoru, jer upravljanje velikom letilicom na ekstremno malim visinama u brišućem letu velikom brzinom, često prevazilazi psihofizičke mogućnosti letaća — posada. U slučaju kvara komandi leta, pogonske grupe i sličnih vitalnih sistema ili delova, u najvećem broju slučajeva dovodi do udesa — loma letelice.



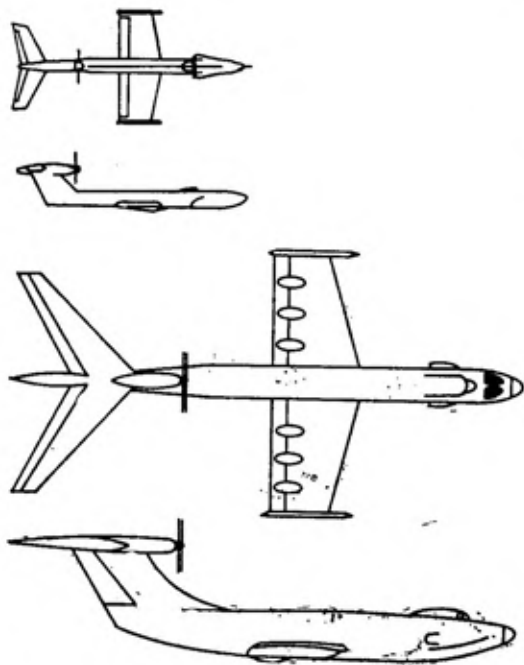
Sl. 3 — Izgled letelice »Kaspijsko morskoe čudovište« u dve projekcije. Na maloj slici, pri vrhu, prikazan je demonstrator

Razvoj sovjetskih WIG letelica

Sovjeti su počeli sa razvojem WIG letelica ranih pedesetih godina, oslanjajući se dobrim delom na znanje i iskustvo nemačkih stručnjaka koji su dospeli u SSSR posle poraza Nemačke u drugom svetskom ratu.

Ideja za razvoj WIG letelica javile su se u Nemačkoj još između prvog i drugog svetskog rata, a već oko 1921. počinje objavljivanje radova. Već 1930. nemačka firma »Dornier« uspešno je demonstrirala let dvomotornog putničkog hidroaviona »DO-X«, WIG tehnologije. Tokom daljih usavršavanja aviona, specifična potrošnja goriva mu je dalje smanjena i bila niža od potroš-

nje sličnih aviona koji lete na normalnim visinama krstarenja. Na Zapadu taj koncept letelice ipak nije bio dalje eksploatisan, ali je dobio na značaju u SSSR-u pedesetih godina. Rad na razvoju WIG letelica rezultirao je radom na više koncepcija WIG letelica već sredinom pedesetih godina. Smatralo se da je već do tog perioda razvoj nekih od koncepcija stigao do faze prototipa, a radilo se na sledećim koncepcijama WIG letelica:



Sl. 4 — Orlan — izgled letelice i njenog demonstratora. Kod većine varijanata u vertikalnom repu ugrađen je MAD uređaj za otkrivanje podmornica

— *ekranoljot* — početna koncepcija WIG letelice konstruisane za letenje sa korišćenjem efekta tla, radi dokazivanja mogućnosti realizacije projekta takve letelice;

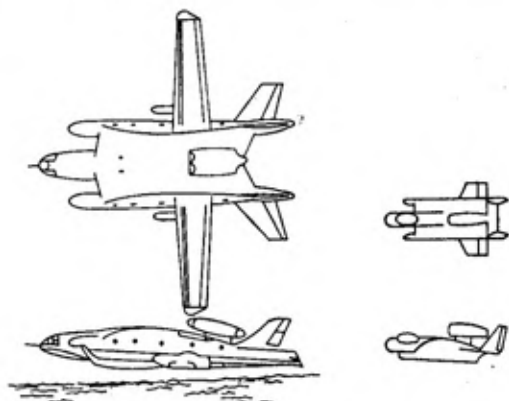
— *ekranoplan* — WIG letelica koja leti u blizini tla, ali može da leti i bez uticaja efekta tla, ako se to od nje zahteva;



Sl. 5 — Fotografija ekranoplana »A 90.150 Orlan«, nedavno objavljena u ruskom časopisu

— *ekranokhod* — WIG letelica koja može da leti samo koristeći efekat tla, iznad izrazito ravnih terena;

— *hibridni-katamaran brodovi* — obično su ekranoplani sa krilom, a trup im ima oblik broda.

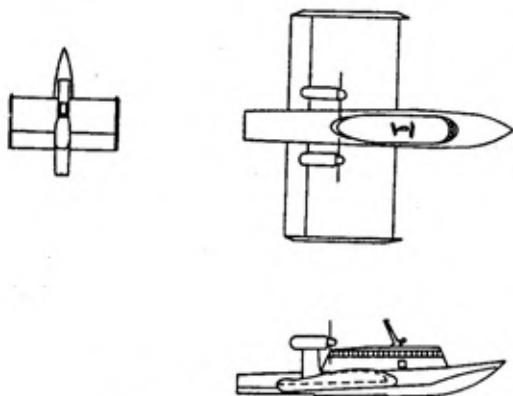


Sl. 6 — Hibridni-katamaran ekranoplan, letelica sa krilima i trupom oblika broda, sa dvostrukim repnim površinama, pogonjeni mlaznim motorima. Desno na slici prikazan je demonstrator

Ekranoplani i ekranoljoti obično imaju trupove i krila kao i konvencionalni avioni, odnosno hidroavioni-leteći čamci.

Rani razvojni programi paralelno su realizovani radi sticanja iskustva. Razvoj je obično tekao prvo preko re-

alizovanja demonstratora radi provere realizacije rešenja WIG tehnologije, a i zbog toga što se radi o velikim i skupim letelicama. Demonstratori su bili dvostruko ili čak i četverostruko manji od realne letelice. Na slikama 3, 4, 6 i 7, pored crteža letelice, prikazani su i demnstratori.



Sl. 7 — Hibrid-ekranoplan

WIG letelica »Kaspisko čudovište« (Caspian sea Monster)

To je jedna od najvećih ikada projektovanih letećih mašina koja je rezultirala iz istraživanja i razvoja ekranoljota, po koncepciji sličan hidroavionu-letećem čamcu (sl. 2. i 3) opremljena sa ukupno 10 snažnih turbofen-motora (verovatno tipa »Solovjev D30P«) od čega je 8 motora ugrađeno na kanarima na prednjem delu trupa (ostvaruju i PAR-efekat), a dva potisna motora ugrađena su na sredini vertikalnog repa. Predviđeni razmah krila bio je 36,5 m, dužina 91,2 m, a odnos dužine trupa i prečnika 15:1. Na vrh vertikalnog stabilizatora postavljen je horizontalni rep istog razmaha kao i krilo (36,5 m).

Prema proceni, masa praznog aviona je 453 t, a brzina leta oko 800 km/h.

U procesu razvoja ovog aviona napravljen je njegov četiri puta manji demonstrator radi eksperimentisanja, a zatim i prototip, takođe umanjen (mase

45,3 t) za čiju je gradnju korišćena struktura aviona-amfibije Berijev B-12 Mail. Opremljen je sa 4 PAR motora Ivčenko AI-20 (sa aviona JAK-40) i sa 2 ista takva motora na repu.

Taj prototip je verovatno građen ranih šezdesetih godina u gradu Gorki. Korišćen je na Kaspijskom jezeru, radi ispitivanja WIG tehnologije. Mogao je da operiše kao WIG letelica, konvencionalni hidroavion ili kao STOL avion. Ispitivanja su pokazala da Sovjeti nisu još dovoljno ovladali WIG tehnologijom i materijalima za gradnju, pa su aktivnosti na razvoju ove gigantske letelice obustavljeni za duži niz godina. Umesto njega, intenzivno je nastavljen rad na razvoju ekranoplana tipa Orlan, sa ciljem da to bude prva WIG letelica koja bi, praktično, bila uvedena u operativnu upotrebu.

WIG letelica ORLAN

To je WIG letelica klase ekranoplana koju se, na osnovu raspoloživih podataka, može smatrati da je uvedena u upotrebu u ZND. O tome svedoči i nedavno objavljen članak sa fotografijom (sl. 5) u ZND, u kome ovu letelicu označavaju sa »A 90.150 Orlan« Interesantno je da Rusi, bez obzira na to što su kroz dugi period najintenzivnije radili na razvoju WIG letelica, nisu o njima skoro ništa objavljivali.

Razvoj Orlana je, takođe, išao prvo preko (upola manjeg) demonstratora manje siluete na (sl. 4), čija su ispitivanja vršena početkom sedamdesetih godina. Razvoj i proizvodnja Orlana odvijao se dosta sporo. Zapadni posmatrači očekivali su da razvoj te klase WIG letelica bude završen do početka osamdesetih godina. Kašnjenje razvoja za desetak godina ostalo je nerazjašnjeno, ali se smatra da su za to vreme svi tehničko-tehnološki problemi uspešno rešeni i svet može da vidi sovjetske WIG letelice Orlan u akciji.

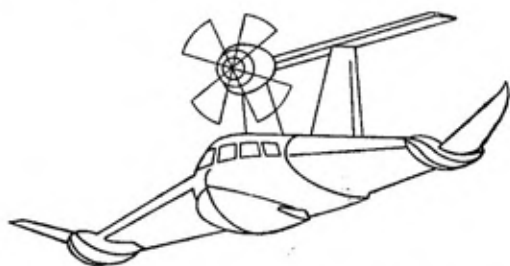
*) Prema podacima iz časopisa »Defence Electronics, jun 87.

Orlan po koncepciji dosta liči na veliki hidroavion-leteći čamac. Dužina mu je oko 60 m, visina 16 m, niskokrilac je, sa krilom razmaha oko 30 m. Horizontalni strelasti rep visoko je postavljen (na vrh vertikalnog stabilizatora) tako da operiše praktično, bez uticaja tla (slike 4. i 5). Letelica ima masu oko 90,6 t, a sposoban je da nosi isto toliko korisnog tereta i goriva. U časopisima novijih datuma izdanja i za ovu letelicu koristi se naziv »Kaspijsko morsko čudovište«.

U normalnoj (krstarećoj) varijanti Orlan leti na visini od oko 12 m iznad tla, ali može i da se penje do visine od 608 m.

Dolet kod maksimalnog opterećenja mu je oko 8.000 km pri brzini najvećeg doleta od oko 290 km/h. Orlan ima sposobnost da leti i velikom brzinom od preko 560 km/h, ali je taj »brzi« režim praćen povećanom potrošnjom goriva, odnosno smanjenjem doleta ili trajanja leta. U verziji amfibije Orlan je sposoban za prevoz i brzo iskrcavanje ljudstva i borbene tehnike, radi čega mu se vrata, odnosno nos trupa otvara na više.

U nosu trupa Orlan ima ugrađena dva turbofen motora Solovjev D30KP. Motori su ugrađeni u potpunosti u unutrašnjosti trupa, tako da iz konture nosa izlaze samo mlaznici usmereni naniže, radi »duvanja« krila mlazom, radi postizanja PAR-efekta.



Sl. 8 — Sovjetska letelica ESKA

Prema pisanju više časopisa, Orlan je već u upotrebi kao velika letelica za

amfibijska jurišna dejstva, za protivpodmorničku borbu, za izviđanje (za šta ima posebnu radarsku i drugu opremu), za prevoz materijala, a moguće je da postoji i konfiguracija za nošenje krstarećih raketa.

Ostale sovjetske WIG letelice

Sovjeti su imali istraživačko-razvojne radove i na ostalim tipovima WIG letelica koje reprezentuju WIG tehnologiju.

Jedan od njih je *hibrid-ekranoplan* (sl. 7) sa zdepastim krilom i trupom u obliku čamca. Oblik trupa i dva snažna turbeolisna motora obezbeđuju mu veliku brzinu kretanja. Dužina ovakvog ekranoplana je oko 30 m.

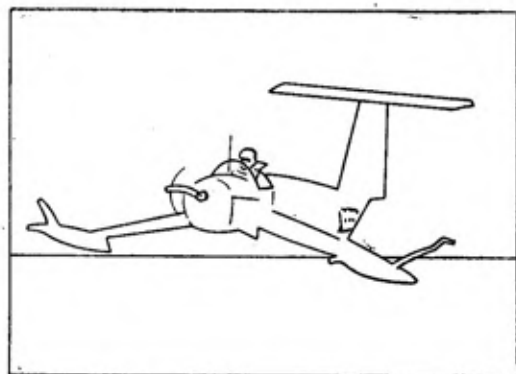
Ostale tipove WIG letelica razvio je biro Berijeva.

Jedan od tipova je *hibrid-katamaran* (sl. 6.) ekranoplan, umnogome sličan avionu, pogonjen turbomlaznim motorima, sa udvojenim repnim površinama. Dužina mu je oko 30 m. Pokazuje bolju pokretljivost od čistog ekranoplana. Vazdušni jastuk koji je zahvaćen ispod trupa tipa katamaran, doprinosi stabilizaciji letelice.

Eska — WIG-letelica (sl. 8) sa negativnim dijedrom krila sa plovcima i vingletama na krajevima krila je ekranoljet koji ima sličnosti sa WIG-letelicama dr Lipiša. Razvoj je, verovatno, u fazi prototipa. Eska, inače, ima ograničene sposobnosti za let, poput aviona.

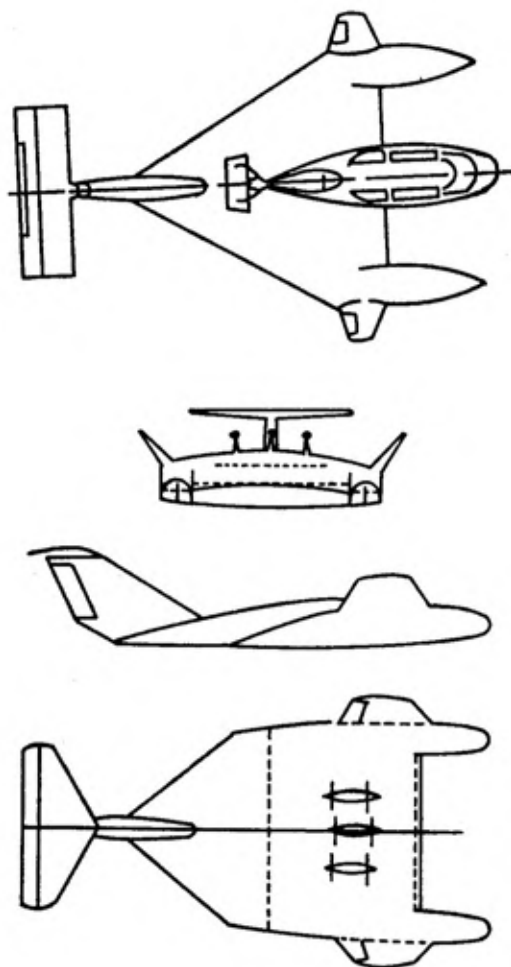
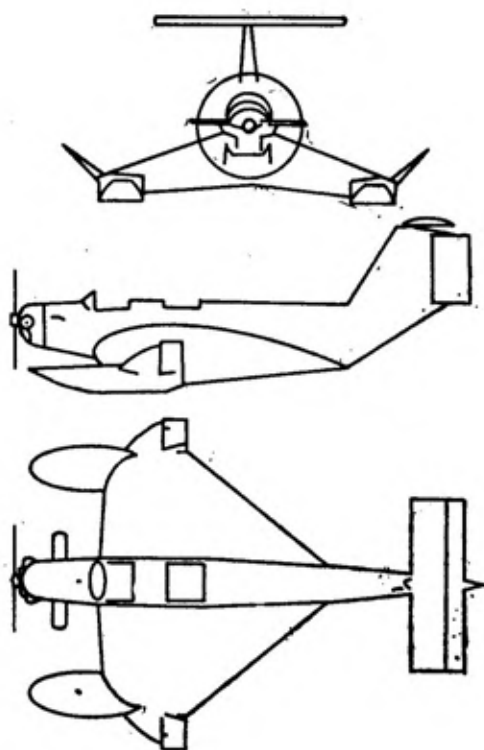
Zapadni WIG programi

Već je rečeno da je i na Zapadu rađeno na razvoju WIG letelica, ali u znatno manjoj meri i uz investiranje znatno manjih sredstava — gotovo svi projekti završavali su na nivou eksperimentalnih letelica.



Sl. 9 — Lipeševa WIG letelica X-112

Jedan od vodnćih eksperata za WIG letelice na Zapadu bio je dr Aleksandar Lipiš (Alexander Lipisch), koji je došao iz Nemačke u SAD posle drugog svetskog rata. Lipiš je pred kraj drugog svetskog rata kontrolisao borbeni raketni avion Messerschmitt Me-163 koji je upotrebljavan za napade na američke »supertvrđave«. Bavio se i projektovanjem cepelina i jedrilica, kao i radom na letelicama WIG koncepta. Po dolasku u SAD radio je za potrebe američkog RV i mornarice, a 1950. pri firmi Collins Radio Co u Cedar Rapidu, Iowa (Ajova), organizovao je tim za aerodinamička

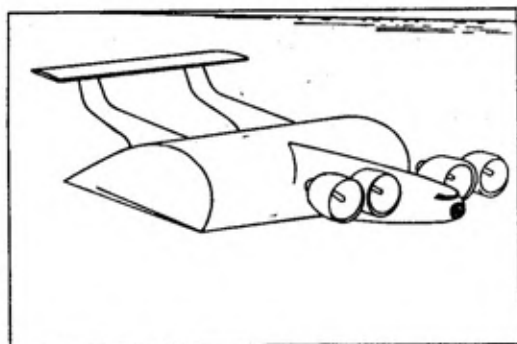


Sl. 10 — WIG letelica dr Lipiša: a) ekranoplan X-112, eksperimentalna letelica sa početka šezdesetih godina; b) ekranoplan X-113 nastao usavršavanjem letelice X-112; c) ekranoplan X-114

istraživanja. Već 1963. Lipiš je demonstrirao svoju WIG letelicu-ekranoplan (Sl. 9) sa opuštenim krilom, plovcima i vingletama na njegovim krajevima, oznake X-112. To je bio mali avion — dvosjed, pogonjen motorom od svega 18,5 kW. Ispitivanje letelice pokazalo je dobre rezultate, naročito u pogledu stabilnosti — šta je posebno važno kod WIG letelica.

Uspeh sa letelicom X-112 privukao je pažnju ministarstva odbrane Zapadne Nemačke, što je rezultiralo ugovorom za dalji razvoj i usavršavanje te letelice i razvoj novih, oznake X-113 i X-114 (sl. 10.), koje su bile i znatno veće od X-112.

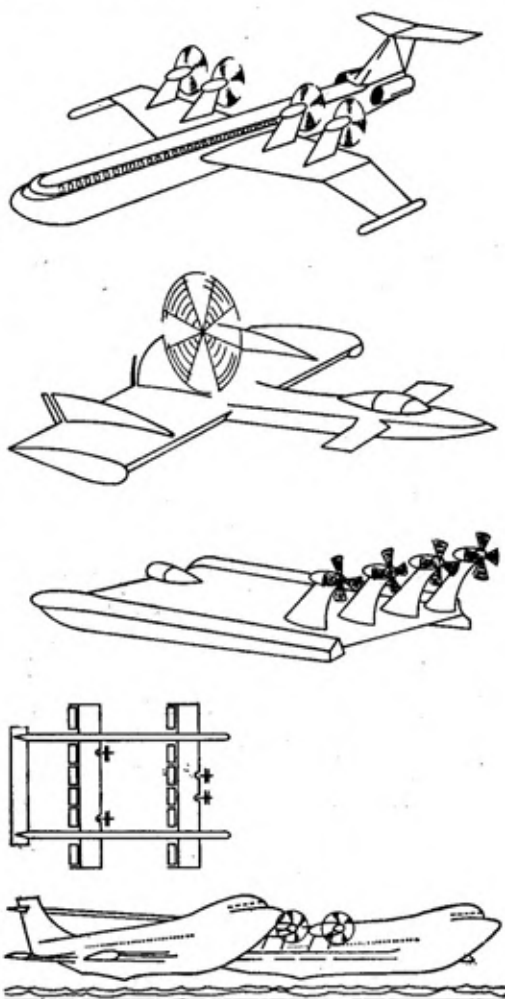
Gotovo iste koncepcije, ali znatno veću WIG letelicu, razvijala je Lipich Research Co. — dužine 90 m, mase oko 300 t, pogonjenih turboelisnim motorima. Ova letelica nije nikada sagrađena.



Sl. 11 — WIG letelica Lockheed-Georgia Co. Nosivost joj je 220 t, ostvaruje velike dolete krstarećom brzinom od oko 550 km/h

NASA je razvijala letelicu »Loboy«, od 1960. koja je bila po koncepciji slična Lipišovim letelicama, ali je iznad krila imala ugrađene turbomlazne motore. Letelica je imala znatno veću brzinu od Lipišovih, kao i sposobnost da se penje i leti na izvesnoj visini iznad tla. Ni ovaj projekat nije nikada realizovan. Godine 1962. japanska firma Kawasaki izgradila je WIG letelicu tipa hibrid-katamaran, oznake KAG-3, po-

gonjenu vanbrodskim motorom Mercury od 60 kW. Letelica je bila predviđena više za vožnju-plovidbu, mada je mogla i da leti.



Sl. 12 — Neki futuristički koncepti WIG letelica

Sredinom sedamdesetih godina kompanija Lockheed Georgia razvila je veliku četvoromotornu WIG letelicu (sl. 11), mase oko 600 t, nosivosti oko 190 t, koja može da leti brzinom oko 480 km/h. Dužina joj je oko 70 m, a razmah krila 30 m. Četiri snažna turbofen motora ugrađena su ispred krila sa mo-

gućnošću usmeravanja njihovog mlaza radi postizanja što boljeg PAR-efekta. Pošto američka mornarica nije pokazala interes za ovaj projekat, rad na njemu je obustavljen.

U časopisima se mogu naći (mada dosta oskudni) podaci o razvoju WIG letelica u Kini (tip 902) i Singapuru (tip »Seahawk«).

U prikazanom članku je, kako se vidi prevashodno razmatran razvoj i sadašnje WIG letelica i to, uglavnom, sa stanovišta tehnike, mada se lako sagledavaju i njihove mogućnosti za vojnu i civilnu upotrebu. Taktičke karakteristike i upotreba samo su uzgredno obrađeni.

O budućnosti WIG letelica teško je donositi kategoričke i konkretne zaključke. Međutim, sigurno je da one imaju potencijal koji im omogućuje uspešnu upotrebu u mnogim područjima, posebno vojnim. Agresivnijim pristupom daljem razvoju i usavršavanju može se očekivati šire uvođenje WIG letelica u upotrebu.

S. Živković, dipl. inž.

VIŠECEVNI RAKETNI BACAČI ZAPADNIH ZEMALJA*

Vojni stručnjaci smatraju da je efikasna vatrena podrška jedinica KoV u svim etapama boja osnovni zadatak artiljerije. Što je domet vatrenog dejstva veći i što je manje vreme za pripremu oruđa za otvaranje vatre, udari su masovni, a dejstvo poljske artiljerije u rešavanju zadataka uspešnije.

U toku pedesetih i šezdesetih godina u OS vodećih zemalja NTAO osnovni zadatak vatrene podrške imala je cevna artiljerija i smatralo se da su nuklearni artiljerijski projektili 203,2 i 155 mm

dovoljno sredstvo za uništenje žive sile i zaštićenih ciljeva koji su razmešteni na većim površinama.

U to doba u oružanim snagama Nato se smatralo da višecevni raketni bacači mogu da izvrše ograničeni broj zadataka u vatrenoj podršci, pa se nije posvećivala pažnja njihovom daljem razvoju. Vojni stručnjaci su smatrali da po preciznosti i efikasnosti svoje vatre, dometa i nivoa tehničkog razvoja zaostaju za cevnom artiljerijom i ne mogu da odgovore zahtevima koji su postavljeni artiljerijskim sistemima u rešavanju zadataka vatrene podrške u svim etapama boja.

Do promena u ovakvom shvatanju značaja i mogućnosti višecevnih raketnih bacača došlo je u prvoj polovini sedamdesetih godina, kada su se pojavile mogućnosti za kvalitativni napredak u razvoju artiljerijskog naoružanja. U SAD su razvijeni novi tipovi artiljerijske municije — kasetnih projektila 105, 155 i 203,2 mm koji su napunjeni kumulativnopačadnim ubojnim elementima (submunicijom), kao i protivpešadijskim i protivoklopnim minama. Savremení razvoj tehnologije omogućio je da se za nekoliko puta poboljša efikasnost artiljerijske vatre, uključujući i vatru višecevnih raketnih bacača, pa je to dovelo do revalorizacije relativne efikasnosti raketne artiljerije. Tome su doprinele i izmene u pogledima vojnog rukovodstva SAD i NATO u naičnima vođenja rata, uz uvažavanje mogućnosti vođenja borbenih dejstava u određenim uslovima (konflikti manjeg i srednjeg intenziteta) i u prvim etapama opšteg rata bez primene nuklearnih oružja. Ta shvatanja su i uslovila potrebu da se snage KoV naoružaju sistemima klasičnog naoružanja čija bi efikasnost vatrene uništenja površinskih ciljeva bila približna efikasnosti taktičkog nuklearnog oružja. Ove zahteve, primenom nove tehnologije u izradi municije, mogu da zadovolje višecevni raketni bacači. Tako jedna baterija (8 raketnih višecevnih bacača) siste-

*) Prema podacima iz časopisa »ЗАРУЖБЕ-НОЕ ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ, 9/1991.

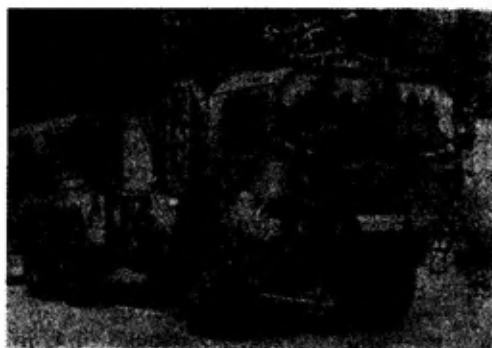
ma LARS 2 u toku 18 s ispali 228 nevođenih raketa. Za obezbeđenja vatrenog udara takve snage bilo bi potrebno 16 baterija sa po 18 cevnih oruđa. Stručnjaci tvrde da koncentracija vatre tako velikog broja oruđa na jedan cilj praktično nije moguća.

Danas zapadni vojni stručnjaci smatraju da su višecevni raketni bacači jedno od najefikasnijih vatrenih sredstava snaga KoV. Smatraju da su osnove njihove vrednosti mogućnost nanošenja iznenadnih masovnih vatrenih udara protiv koncentracija žive sile i borbenih sredstava; velika gustina vatre i velika površina uništenja grupisanih ciljeva; velika pouzdanost i pokretljivost višecevnih raketnih bacača i jednostavnost njihove konstrukcije, održavanja i borbene primene.

Do početka osamdesetih godina praktično jedina zemlja u okviru NATO, koja je imala u naoružanja snaga KoV višecevne raketne sisteme bila je Nemačka koja je, pored toga, posebnu pažnju posvećivala njihovom daljem usavršavanju. U naoružanje KoV Nemačke bio je, 1969. godine primljen 36-cevni raketni bacač 110 mm LARS 2. Izrađen je po klasičnom principu, ima dva paketa po 18 vođica, ugrađena na platformu teretnog vozila »Magirus Deutz«, sa mehaničkim sistemom navođenja na cilj, a panoramski nišan je smešten između paketa vođica sa zadnje strane. Tu sedi i nišandžija. Pre otvaranja vatre hodni deo lansirnog vozila se rasterećuje pomoću dve mehaničke dizalice.

LARS može da gađa jedinačnim nevođenim raketama, rafalno punim ili delimičnim rafalom. Vreme punog rafala je 18 s. Za gađanje na daljinu do 14 km koriste se nevođene rakete sa bojnim glavama različitih tipova: parčadnim DM-11 sa udarnim upaljačima; parčadnim DM-21 koje eksplodiraju iznad cilja na visini 20 m; kasetnom DM-70 (koja je razvijena u drugoj polovini sedamdesetih godina), napunjenom sa 8 protivoklopnih mina AT-1; dimnom DM-15 koja je napunejna sa

6 kg dimne smese; a postoje rakete sa vežbovnom i školskom bojnom glavom. Za korekciju početnih podataka za gađanje postoji nevođena raketa sa korekturnom bojnom glavom DM-15 koja ima radarski reflektor. Proračun početnih podataka i uvođenje nužne korekture obavlja kompleksna aparatura sistema za upravljanje vatrom koji je ugrađen na šasijski dvoosovinski kamiona. Po dva ovakva vozila u bateriju raketne artiljerije od osam bacača. Pored toga, baterija ima vozila za prevoz raketa (144 komada). Jedan višecevni bacač može se ponovo napuniti raketama u toku 15 min.



Sl. 1 — Višecevni raketni bacač — LARS 2

Krajem sedamdesetih godina u Nemačkoj su sprovedena tehnička usavršavanja višecevnog raketnog bacača LARS radi poboljšanja njegovih borbenih kvaliteta. U periodu 1980—1983. u nemačkom KoV-u obavlja se modernizacija svih 209 višecevnih raketnih bacača koji su dobili oznaku LARS 2 (sl. 1). Istovremeno je modernizovan sistem za upravljanje vatrom, bacač je ugrađen na novu šasiju kamiona od 7 t, firme MAN, sa visokim stepenom prohodnosti, usavršene su nevođene rakete sa novim bojnim glavama. Zahvaljujući korišćenju baruta velikih energija za raketne motore povećan je domet raketa na 19 i 25 km. Višecevni raketni bacač LARS 2 imao je nevođene rakete sa sledećim bojnim glavama: kasetnom DM-711 koja ima 5 protivoklopnih mi-

na AT-2; dimnom sa 8,4 kg dimne smese čime je povećana trajnost dimne zavese od 12 (kod DM-15) na 15 min. Završen je razvoj kasetne bojne glave sa 65 kumulativno-parčadnim ubojnim elementima (submunicijom) M42 ili M47 američke proizvodnje. Svaki ovakav ubojni element ima poluprečnik ubojnog dejstva parčadi od 3 m i može da probije oklop debljine do 100 mm.

I dalje se nastavlja proces usavršavanja višecevnih raketnih bacača u Nemačkoj, konkretno, nevođenih raketa velike preciznosti sa bojnou glavom koja se otvara na visini od oko 1.500 m, a napunjena je samonavodećim ubojnim elementom sa IC glavom za samonavođenje. Njegova je masa 11 kg, prečnik 102 mm, a dužina 700 mm. Prema navodima stručnjaka, svaki ovakav element može autonomno da traži cilj na površini zemljišta čiji je poluprečnik 350 m.

Sredinom sedamdesetih godina Nemačka, V. Britanija i Italija preduzeli su pokušaj razvoja perspektivnog evropskog sistema višecevnog raketnog bacača za osamdesete godine — RS-80. Pomenute zemlje su se 1978. godine dogovorile sa SAD o učestvovanju u američkom programu razvoja višecevnog raketnog bacača MLRS koji bi bio standardni sistem u NATO, pa je zbog toga razvoj RS-80 obustavljen.

Zapadni vojni stručnjaci su smatrali da je višecevni raketni bacač MLRS najbolji i najperspektivniji sistem artiljerijskog naoružanja toga tipa, kako po realizovanim tehničkim rešenjima u njegovoj konstrukciji, tako i po efikasnosti borebne primene. Iako se MLRS nalazi u naoružanju KoV SAD od 1983, a krajem osamdesetih godina ušao je i u naoružanje zapadnoevropskih saveznika, još nisu završeni radovi na poboljšanju vatrene moći MLRS i njegove potencijalne mogućnosti još nisu optimizirane.

Razvoj MLRS počeo je 1976. u SAD sa inicijativnom razradom koncepcije raketnog sistema za opštu vatrenu po-

dršku GSRS (General Support Rocket System) koji bi imao veliku brzinu gađanja, a gađao bi jeftinim ali efikasnim raketama. Istovremeno su bili zaključeni ugovori sa pet vodećih firmi za konkursnu konceptualnu razradu tehničkog projekta GSRS. Krajem 1977. zaključen je ugovor sa dve pobjedničke firme (»Vought« — sada LTV — i »Boeing Aerospace«) za konkursni razvoj eksperimentalnih primeraka sa rokom od 2,5 godine da ponude po tri primerka bacača i po 140—160 nevođenih raketa za konkursna ispitivanja. Oba projekta su se zasnivala na šasiji borbenog vozila pešadije na gusenicama M2 BRADLEY. Kada je odlučeno da ovaj raketni bacač bude standardni u okviru NATO, dobio je preimenovanje u MLRS (Multiple Launch Rocket System) sa proizvodnjom i u SAD i u Evropi.



Sl. 2 — Višecevni raketni bacač — MLRS

Na zahtev novih učesnika programa unete su ispravke u taktičko-tehnički zadatak za razvoj ovog artiljerijskog sistema. Na primer, predviđen je razvoj nevođenih raketa sa kasetnim bojnim glavama tri tipa: sa kumulativno-parčadnim ubojnim elementima, sa protivoklopnim minama AT-2 i sa samonavođenjem ubojnim elementima velike preciznosti. Vatrene ispitivanja obavljena su 1979, a 1980. zaključen je ugovor za doradu i organizaciju serijske proizvodnje za KoV SAD. Početkom devede-

setih godina trebalo je da se oružanim snagama SAD isporuči 491 bacač sa oko 363.000 nevođenih raketa sa kumulativno-parčadnim ubojnim elementima. Potrebe zemalja učesnica u programu MLRS u ovom višecevnom raketnom bacaču su sledeće: Nemačka — 200 bacača; V. Britanija — 67; Francuska — 55; Italija — 20.

Višecevni bacač nosi oznaku M270 i ugrađen je na šasiju borbenog vozila pešadije M2 BRADLEY. U prednjem delu nalazi se oklopljena kabina za posluhu od tri čoveka (komandir, nišandžija i vozač), a u zadnjem delu je ugrađen sam lanser (sl. 2). Kabina od aluminijumskog oklopa obezbeđuje posluhu zaštitu od malokalibarskog naoružanja i parčadi artiljerijskih projektila. Tu se nalazi i komandna tabla za upravljanje vatrom i oprema za obezbeđenje rada posluhu, uključujući sistem za prečišćavanja vazduha od barutnih gasova za vreme gađanja, uređaj za filtriranje i ventilaciju i druge opreme. Artiljerijski deo (sam višecevni bacač) predstavlja obrtnu platformu sa ugrađenim rešetkastim nosačem kutijastog oblika za smeštaj dva paketa sa po šest vođica.

Zapadni vojni stručnjaci u konstrukciji MLRS izdvajaju sledeća tehnička rešenja koja se smatraju progresivnim.

Prvo, to je konstrukcija paketa vođica koji su komponovani u vidu transportno-lansirnih kontejnera koji se proizvode i pune neposredno u fabrici. Time se pojednostavljuje proces punjenja koji je sveden na zamenu ispražnjenih transportno-lansirnih kontejnera punim. Svaki transportno-lansirni kontejner ima masu od 2.270 kg i dimenzije 4.166x1.051x837 mm. Sastoji se od šest cevastih vođica, izrađenih od plastičnog materijala ojačanog staklenim vlaknima i pričvršćenih na nosećem ramu od aluminijuma. Garantovani rok čuvanja nevođenih raketa u transportno-lansirnom kontejneru je 10 godina.

Drugo, bacač ima sopstveni kompaktni utovarni uređaj za zamenu tran-

sportnolansirnih kontejnera koji je ugrađen u gornjem delu kutijaste rešetke i predstavlja izvlačuću rampu. Na taj način otpala je potreba razvoja specijalnog vozila za transport i punjenje kontejnera i bitno je poboljšana autonomnost bacača MLRS.

Treće, bacač je opremljen ugrađenim sistemom za upravljanje vatrom sa visokim stepenom automatizacije procesa gađanja, od obrade početnih podataka i navođenja bacača na cilj do automatskog prenosa vatre u toku gađanja za uništenje nekoliko ciljeva odjednom.

Četvrto, pri razvoju municije za ovaj artiljerijski sistem primenjene su samo nove i perspektivne tehnologije.

Od municije, predviđene zajedničkim programom, dans višecevni raketni bacač MLRS ima samo dva tipa nevođenih raketa, ne računajući vežbovnu i školsku. Osnova raketa je sa kasetnom bojnom glavom sa 644 kumulativno-parčadna ubojna elementa (submunicije) M77. Masa ove bojne glave kalibra 227 mm je 307 kg, a dužina 3.937 mm. Maksimalni domet je 32 km. Masa bojne glave je 154 kg i ima distancioni upaljač koji deluje iznad rejonu cilja. Pod dejstvom izbacujućeg punjenja dolazi do otvaranja kasetne bojne glave i izbacivanja ubojnih elemenata koji sa gornje strane napadaju i uništavaju grupni cilj.

Nemački stručnjaci su razvili drugi tip nevođene rakete za ovaj bacač, a prema sopstvenim taktičko-tehničkim uslovima. To je nevođena raketa sa bojnom glavom koja je napunejnja sa 28 protivoklopnih mina AT-2. Masa ove nevođene rakete kalibra 236,6 mm je 259,2 kg, a od toga je masa bojne glave 107 kg. Maksimalni domet je 40 km, jednim rafalom ovog bacača može se minirati površina dimenzija 1.000x400 m. Nemačkoj je potrebno 20.000 ovih raketa koje se isporučuju i Italiji.

Shodno zajedničkom proramu treći tip nevođene rakete trebalo bi da ima kasetnu bojnu glavu sa tri samonavo-

dena ubojna elementa. Razvoj ovog ubojnog elementa velike preciznosti, koji nosi oznaku MLRS/TGW, vrši međunarodni konzorcijum. Svaki ubojni elemenat ima kumulativno punjenje, radarsku glavu za samnavođenje u milimetarskom opsegu elektromagnetnih talasa i mehanizme upravljanja. Kada ovakva nevođena raketa doleti u rejon cilja aktivira se vremenski (tempirni) upaljač, dolazi do otvaranja kasetne bojne glave i rasturanja ubojnih elemenata. Posle toga, svaki ubojni elemenat obavlja planirajući let po silaznoj putanji, traga za oklopnim ciljevima na delu zemljišta u dužini od nekoliko kilometara. Kada se »uhvati« cilj, glava za samonavođenje navodi ubojni element na cilj. Ova bojna glava ima iste dimenzije kao i bojna glava sa minama AT-2. Maksimalni domet je 45 km. Ova nevođena raketa treba da uđe u naoružanje u prvoj polovini devedesetih. godina.

Pored zajedničkog programa razvoja municije za MLRS, u SAD se predviđa razvoj nevođene rakete sa kasetnom bojnou glavom sa šest ubojnih elemenata preciznog nišanja tipa SADARM po programu MLRS/SADARM, kao i nevođena raketa sa hemijskom bojnou glavom i binarnim bojnim otrovom.

Krajem sedamdesetih godina i druge zemlje NATO počele su da razvijaju modele višecevnih raketnih bacača. Tako je italijanska firma »Snia Viscosa« samoinicijativno počela da razvija višecevne raketne bacače FIORS i FIORS. 25/30. Prvi ima 48 lansirnih cevi za nevođene rakete 51 mm. Svih 48 vođica su montirane u jednom paketu, a pored njih komplet bacača se sastoji od gornjeg i donjeg lafeta, mehanizma za navođenje i nišanskih sprava. Komplet višecevnog bacača može se ugraditi na vozilo tipa JEEP ili na oklopni transporter na točkovima FIAT 6614. Nevođene rakete sa dometom od 6,5 km imaju sledeće bojne glave: rasprskavajuće — zapaljivu, rasprskavajuću za gotovim parčićima, probojno-zapaljivu, kumula-

tivno-parčadnu, osvetljavajuću i vežbovnu. Višecevni bacač može se ponovo napuniti raketama ručno za 5 minuta. Upravljanje vatrom može se vršiti ili sa vozila ili pomoću daljinske table sa dužinom kabla od 30 m.



Sl. 3 — Višecevni raketni bacač — FIROS 30

Višecevni raketni bacač FIROS sastoji se od bacača, nevođenih raketa 122 mm i vozila za transportovanje i punjenje raketa u bacač. Bacač se sastoji i od dva paketa cevastih vođica po 20 komada, mehanizma za navođenje i sistema lansiranja raketa. Višecevni bacač se ugrađuje na karoseriju kamiona sa poboljšanom prohodnošću (sl. 3). Za gađanje se koriste dve modifikacije nevođene rakete — FIROS-25 i FIROS-30 sa maksimalnim dometima 25, odnosno 34 km. Imaju sledeće bojne glave: rasprskavajuće-razornu, rasprskavajuću sa polugotovim parčićima, dimnu i kasetnu, koja se može puniti bilo sa 27 kumulativno-rasprskavajućih elemenata, bilo sa 6 protivoklopnih mina. Ponovno punjenje višecevnog raketnog bacača se vrši zamenom paketa vođica pomoću dizalice vozila za prevoz i punjenje, ali je predviđena i mogućnost ručnog punjenja. Višecevni raketni bacač FIROS-30 ušao je u naoružanje KoV Italije 1987, a FIROS-25 se proizvodi samo za izvoz u neke zemlje Bliskog Istoka.

Na zahtev ministarstva odbrane, osamdesetih godina u Španiji je razvijen višecevni raketni bacač TERUEL (sl. 4) koji bi trebalo da zameni zastarele bacače raketne artiljerije iz šezde-

setih godina. Po svojoj konstrukciji TERUEL je sličan italijanskom FIROS-25/30, mada je kalibar nevođenih raketa povećan na 140 mm. Postoje dve modifikacije nevođenih raketa: standardna sa dometom do 18 km i veće dužine sa dopunskom sekcijom raketnog motora, pa je domet povećan na 28 km. Ove nevođene rakete imaju rasprskavajuće-razornu i četiri vrste kasetnih bojnih glava: sa 42 rasprskavajuća ubojna elementa i svaki ima po 950 čeličnih kuglica prečnika 3,2 mm; sa 28 kumulativnih ubojnih elemenata čija je probojnost do 110 mm; sa šest protivoklopnih mina; i sa 14 dimnih patrona sa trajanjem gornja od 4 min. Planirano je da se do 1994. španskom KoV isporuči 60 bacača TERUEL.



Sl. 4 — Višecevni raketni bacač — TERUEL

Belgijska firma »Forge de Zeebrügge« razvila je laki višecevni bacač LAU-97 u samohodnoj i tegljenoj varijanti, a bio je namenjen za uništenje površinskih ciljeva na daljinama do 8 km. Razvijen je za standardne avionske nevođene rakete 70 mm, a sastoji se od paketa sa 40 cevastih vođica na obrtnom postolju sa mehanizmima za navođenje i nišanjenskim spravama. Nevođene rakete maju rasprskavajuće-razorne, rasprskavajuće, protivoklopne, protivbetonske, zapaljive, dimne i osvetljavajuće bojne glave. Firma je, takođe, konstruisala nevođene rakete sa povećanim

dometom (do 9,5 km) i kasetnu bojnu glavu sa 9 kumulativno-rasprskavajućih ubojnih elemenata. Masa ove bojne glave je 0,48 kg, a probojnost do 105 mm. Ovaj višecevni raketni bacač može se ugraditi na šasiju lakog tenka, oklopnog transportera, kamiona ili na 1-osovinsku prikolicu nosivosti od 1 t. Ovim višecevnim raketnim bacačem naoružane su OS nekih zemalja Bliskog Istoka.

I druge zemlje bile su privučene mogućnostima tehničkog rešenja korišćenja avionskih nevođenih raketa za konstruisanje kopnenih višecevnih raketnih bacača. Tako je sredinom osamdesetih godina u SAD razvijeno nekoliko opitnih primeraka bacača za snage KoV za nevođenu avionsku raketu »HYDRA-70«, kalibra 70 mm. Pri tome su bili pozajmljeni ne samo avionska nevođena raketa, već i bacač sa 19 vođica, kao i osnovni elementi upravljanja vatrom. Razrađene su varijante razmeštaja delova sistema višecevnog raketnog bacača na različitim samohodnim i tegljenim šasijama, uključujući kamion nosivosti 2,5 t, vozilo od 1,25 t sa poboljšanom prohodnošću M998 HAMER, hodni deo na točkovima haubice 105 mm M101A1 i druga vozila. Domet ovakvog višecevnog raketnog bacača bio je od 700 m do 15 km. Međutim, još nije rešen problem prihvatanja ovog sistema u naoružanje KoV SAD.

I u Kanadi je konstruisan slični višecevni raketni bacač sa nevođenim avionskim raketama 70 mm sa dometom od 15 km. Predviđen je za izvoz.

Pored članica NATO, i druge zapadne zemlje bavile su se razvojem višecevnih raketnih bacača u toku sedamdesetih i osamdesetih godina, kao što su Izrael, Južnoafrička republika, Brazil, Japan, Argentina i mnoge druge.

U Izraelu su razvijena tri tipa višecevnih raketnih bacača: MAR-350, MAR-290 i LAR-160, a ove brojke označavaju kalibar nevođenih raketa u milimetrima. MAR-350 se ispituje u OS Izraela i ima domet od 75 km. Kon-

struktivna osobenost ovog višecernog bacača je korišćenje cilindričnog transportno-lansirnog kontejnera za prevoz, čuvanje i lansiranje nevođenih raketa, a puni se u fabrici. Masa rakete je 800 kg, a dužina 5 m. Postoje različiti tipovi bojne glave, uključujući i kasetne. Komplet bacača sa dva transportno-lansirna kontejnera može se ugraditi na šasijsu sa gusenicama ili točkovima.

Višecerni raketni bacač MAR-290 nalazi se u naoružanju izraelskih OS. Ugrađen je na šasijsu tenka Centurion. Ima četiri cevaste vođice. Nevođena raketa kalibra 290 mm ima masu od 600 kg i dužinu 5,46 m i obezbeđuje domet bojne glave (masa 320 kg) od 25 km. Njegov mehanizam ponovnog punjenja ima originalnu konstrukciju hidrauličnog tipa, ugrađuje se na bacač na mestima gde se vrši popunjavanje bacača novim raketama i priključuje se na hidraulički sistem samog bacača. Pomoću ovog mehanizma jedan čovek može ponovo da napuni bacač raketama za 10 minuta.

Višecerni raketni bacač LAR-160 predviđen je za izvoz, pa se zbog toga odlikuje postojanjem više varijanti komponovanja bacača za različite transportno-lansirne kontejnere (13, 18 ili 25 vođica). Varijanta korišćenja transportno-lansirnog kontejnera i njihov broj na bacaču zavisi, pre svega, od nosivosti šasijsu, dok su ostale komponente artiljerijskog dela bacača iste po konstrukciji. Bile su razrađene varijante smeštaja artiljerijskog dela bacača na šasijsu tenkova na gusenicama, američkog transportera M548, vozila na točkovima visokog stepena prohodnosti i na kamiionskim prikolicama. LAR-160 se nalazi u naoružanju OS Venecuele (25-cerni bacač na šasijsi lakog francuskog tenka AMX-13), a ispituje se u Argentini na šasijsi tenka TAM.

Od 1982. u naoružanje OS Južne Afrike ulazi 24-cerni bacač 127 mm VALKYRI 22 (sl. 5) i odlikuje se netradicionalnom komponovkom artiljerij-

skog dela sistema. Paket vođica (tri reda po osam) ugrađen je neposredno u karoseriji nemačkog kamiona povećane prohodnosti UNIMOG. Karoserija ima obrtni ram i mehanizme navođenja po azimutu i mesnom uglu. Za nišanje se koristi panoramski nišan, a pre lansiranja raketa hodni deo vozila se rasteće pomaću dve hidrauličke dizalice. Karoserija vozila može da se pokrije skidajućom ceradom, čime se ovaj sistem višecernog bacača može komufli-rati da liči na običan kamion.



Sl. 5 — Višecerni raketni bacač — VALKYRI

Godine 1988. na osnovu višecernog raketnog bacača VALKYRIE-22 stvorena je lakša varijanta VALKYRIE-5 koja je ugrađena na jednoosovinsku prikolicu. Ima 12 vođica i obezbeđuje uništenje cilja na daljinama do 5,5 km. Koriisti nevođene rakete 127 mm sa raketnim motorom manje snage.

Razvoj višecernih raketnih bacača u Brazilu započet je početkom šezdesetih godina i do sada je razvijeno nekoliko tipova, deo je ušao u naoružanje KoV, dok se neki isključivo izvoze. Najveće interesovanje privukao je višecerni raketni bacač ASTROS-2 (sl. 6) koji je izrađen po modularnoj shemi i ugrađuje se na kamion 6x6 visoke prohodnosti, nosivosti 10 t. Ovaj višecerni raketni bacač ima jedinstven artiljerijski deo, a četiri zamenljiva standardizovana

TAKTIČKO-TEHNIČKE KARAKTERISTIKE VIŠECEVNIH RAKETNIH BACAČA ZAPADNIH ZEMALJA

1	2	3	4	5	6	7	8
Naziv VRB i zemlja gde je konstruisan	Ugrađen na vozilo	Masa u borbenom stanju [t]	Kalibar [m] broj vođica	Domet [km] maksimalni minimalni	Masa nevođene rakete [kg] dužina [mm]	Tip bojne glave masa [kg]	Posluga [ljudi]
MLRS (SAD)	BVP M2 »Bradley«	25,2	227; 12	32; 30-45 10	307; 3.937	Kasetna 154(M26); 107 (DM1395)	3
»LARS-2« (Nemačka)	7-tonski kamion (8x6)	17,5	110 36	14; 19; 25 6	35 2.263	Kasetna, rasprskavajuća-razorna, dimna 17,3	3
»Fimos-25/30« (Italija)	Kamion »Iveco« (8x6)	.	122 40	25; 34 8	57,3; 2.756; 2.815	Kasetna, rasprskavajuća-razorna, dimna 18(F25); 26(F30)	.
»Fimos-6« (Italija)	Vozilo tipa JEEP (4x4), oklop. transporteri	2,67 (FIAT 1107 4x4)	51 48	6,55 .	4,8 1.050	Probojna, rasprskavajuća, dimna, osvetljavajuća 2,2	2
»Teruel« (Španija)	Vozilo »Pegaso« (8x6)	.	140,5 40	28 6	76 3.230	Kasetna, rasprskavajuća-razorna, dimna 18,6 — 21	5
LAU-97	Kamioni (4x4, 6x6), oklop. transporteri, l-osovinska prikolica, laki tenk	5,35 (na 4x4)	70 40	6; 9,5 .	— .	Kasetna, probojna, rasprskavajuća, dimna, osvetljavajuća 3 — 6,2	3
MAR-200 (Izrael)	Tenk »Centurion«	.	290 4	25 .	600 5.450	Rasprskavajuća-razorna 320	.
LAR-160 (Izrael)	Tenkovi M47, AMX-13, transporter M548, kamion M899 (6x6, auto-prikolica	43; 10,2; 12,8; 14,2	180 50; 36; 26	30 12	110 3.311	Kasetna, rasprskavajuća-razorna 50	.
»Valkyri-22« (JAR)	2-tonski kamion »Unimog« (4x4)	6,44	127 24	22 8	— 2.680	Rasprskavajuća .	3

»Astros-2« (Brazil)	10-tonski kamion »Tectran« (6x6)	.	$\frac{127; 180; 300}{32; 16; 4}$	$\frac{30; 35; 60}{9; 15; 20}$	$\frac{68; 152; 595}{3.900; 4.200; 5.600}$	Kasetna, rasprskavajuća-razorna	.
108-R (Brazil)	1-osovinska prikolica	0,8	$\frac{108}{16}$	$\frac{7}{.}$	$\frac{17}{967}$	Rasprskavajuća-razorna 3	4
SBAT-70 (Brazil)	Isto	1	$\frac{70}{36}$	$\frac{7,5}{.}$	$\frac{9}{.}$	Probojna, rasprskavajuća, rasprskavajuća-razorna, dimna 4	4
SBAT-127 (Brazil)	Kamion, kamionaka prikolica	.	$\frac{127}{12}$	$\frac{14; 12,5}{.}$	$\frac{46; 61}{.}$	Rasprskavajuća-razorna 22; 35	.
X-20/40 (Brazil)	Laki tenk X1A1	17,1	$\frac{180 (X-20)}{300 (X-40)}$	$\frac{25; 68}{.}$	$\frac{120; 654}{2.760; 4.850}$	Rasprskavajuća-razorna 40; 147	3
»Pampero« (Argentina)	2-tonski kamion (6x6) »Uhlmo«	.	$\frac{105}{16}$	$\frac{11}{.}$	$\frac{28}{1.450}$	Rasprskavajuća-razorna 10,5	.
SAPBA-1 (Argentina)	Kamion (6x6)	.	$\frac{127}{36}$	$\frac{20}{.}$	$\frac{54}{2.228}$	Rasprskavajuća-razorna rasprskavajuća 18	5
Type 75 (Japan)	Oklop. transporter »73«	16,5	$\frac{131,5}{30}$	$\frac{15}{.}$	$\frac{43}{1.856}$	Rasprskavajuće-razorna 15	3
MRS (J. Koreja)	Kamion (6x6) KM909A1	.	$\frac{130}{36}$	$\frac{23; 32}{10}$	$\frac{54; 64}{2.400; 2.540}$	Rasprskavajuća 21	.

transportno-lansirna kontejnera koji se u fabrici pune nevođenim raketama imaju tri tipa kalibara: 127 mm (SS-30), 180 mm (SS-40) i 300 mm (SS-60). Zavisno od kalibra nevođenih raketa u transportno-lansirnom kontejneru se nalazi osam, četiri, odnosno jedna raketa sa dometima od 30, 35, odnosno 60 km. Svim operacijama pripreme i otvaranja vatre rukovodi se sa komandne table koja je ugrađena u kabini. Nevođene rakete velikog kalibra imaju rasprskavajuće-razornu i kasetnu bojnu glavu koja je napunjena kumulativno-rasprskavajućim ubojnim elementima: 20 u SS-40, 65 u SS-60. U bateriju višecevnih raketnih bacača (4 do 8 bacača) spadaju, takođe, vozilo za upravljanje vatrom sa radarom i vozilo za prevoz i punjenje (jedno vozilo na jedan raketni bacač).



Sl. 6 — Višecevni raketni bacač — ASTROS

Višecevnim raketnim bacačem ASTROS-2 naoružane su KoV Iraka i Saudi Arabije.

Neke zemlje Srednjeg i Bliskog Istoka su u toku sedamdesetih godina prišle razvoju i proizvodnji sopstvenih višecevnih raketnih bacača, pre svega Egipat, Irak, Iran i Pakistan. To su uglavnom, bile nešto izmenjene kopije stranih, uglavnom ruskih i kineskih bacača ili modernizovani primerci, razvijeni uz pomoć strane tehnologije.

Po oceni stranih vojnih stručnjaka dosadašnje tendencije ka uvećavanju dela raketne artiljerije u opštem bilansu poljske artiljerije u OS NATO i drugih zemalja biće nastavljene u toku devedesetih godina.

P. Marjanović

LASERSKI OZNAČIVAČI CILJA

Izrada i primena lasera u vojne i policijske svrhe je relativno ograničena i može se reći da se masovnije primenjuje samo pri izradi raznih vrsta i tipova laserskih daljinomera i laserskih označavača cilja (LOC).

Laserski označivač cilja je izvor uskog laserskog snopa male snage, u vidljivom ili nevidljivom spektru, u kompaktnom kućištu pogodnom za montažu na većinu pešadijskog naoružanja (pištalji, puške, puškomitraljezi, mitraljezi, ručni bacači i sl.).

Osnovna namena je brzo i efikasno nišanje na cilj u svim, a prvenstveno noćnim uslovima borbe. Zbog specifičnosti namene njime se najčešće opremaju razne specijalne interventne jedinice (vojne i policijske) kao i druge jedinice za razne specijalne namene.

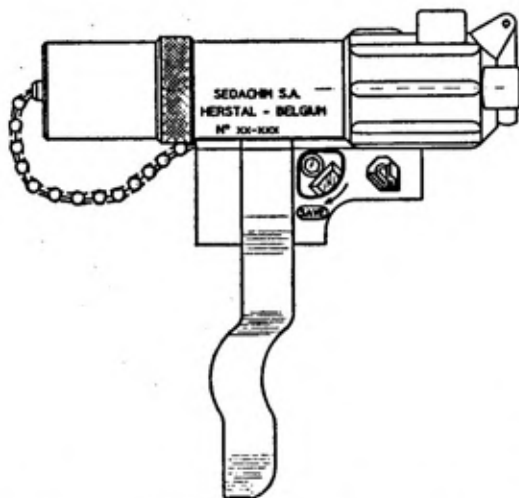
Laserski označivač cilja se, pomoću pripadajućeg nosača, postavlja na naoružanje. U toku pripreme za upotrebu vrši se rektifikacija laserskog snopa u odnosu na nišansku liniju pripadajućeg naoružanja. Kontaktni prekidač napajanja LOC-a postavlja se na oblogu, rukovat ili dršku, tako da se omogućiti optimalan položaj za aktiviranje lasera.

Pri aktiviranju LOC-a, koji emituje snop u vidnom delu spektra, na razdaljini od 100 m pojavljuje se laserska tačka, crvene boje, prečnika od oko 3,5 cm. Prenosjenjem laserske tačke na cilj

omogućeno je brzo nišanje, uz mogućnost brzog otvaranja vatre i efikasnog uništenja cilja.

Uz LOC, koji emituje snop u IC spektru, koriste se specijalne IC naočare čime se izbegava vizuelno otkrivanje i indiciranje laserske tačke na cilju.

Jedan od predstavnika LOC, sa emisijom u vidnom spektru, jeste »EAGLE«, belgijskog porekla, razvijen i proizveden početkom devedesetih godina (Sl. 1).



Sl. 1 — Laserski označavač cilja »EAGLE«

Osnovne karakteristike su:

— laserski izvor	laserska dioda (snop crvene boje)
— talasna dužina	650 nm
— izlazna snaga	< 2 mW
— prečnik tačke (na 100 m)	3,5 cm
— divergencija	0,3 mrad
— vidljivost tačke (danju)	do 50 m
— vidljivost tačke (noću)	do 300 m
— optimum upotrebe	do 100 m

— rađen po standardu	MIL-STD 810 C
— materijal kućišta	aluminijum
— dimenzije	Ø 30x140 mm
— zapremina	99 cm ³
— masa bez/sa baterijama	175/225 g
— napajanje (baterije)	3x1,5 V (IEC LR 03)
— temp. radni opseg	— 20 °C/ + 70 °C
— temp. opseg skladištenja	— 40 °C/ + 85 °C
— vreme konst. upotrebe	6 do 8 časova (na 20° C)
— vert./horizont. podešavanje	2,5°
— masa nosača	140 — 195 g (u zavisnosti od naoružanja)

Navedene karakteristike su, kod najsavremenijih označivača, usavršene u smislu realizacije LOC-a sa manjom potrošnjom i manjim gabaritima.

Kao primer navodimo LOC američkog porekla, LA-5, čije su dimenzije svedene na cilindar prečnika 20 mm i dužine oko 70 mm, sa napajanjem iz NiCd »dugmetastih« baterija. Navedeni LOC se može nabaviti čak i u komercijalnoj prodaji u SAD, za potrebe lovaca i sl.

Smanjenje gabarita je doprinelo i rešavanju osnovnog problema pri korišćenju LOC-a, izradi i izboru specifičnih nosača za svaki tip i vrstu naoružanja, tako da je omogućena izrada univerzalnih nosača koji se uspešno mogu primeniti na različitom naoružanju.

U savremeno opremljenim stranim armijama, a naročito u policijskim snagama tih zemalja, koje su opremljene LOC-ovima postoje višegodišnja pozi-

tivna iskustva u upotrebi LOC-a u realnim uslovima borbe pri smanjenoj vidljivosti.

Iskustva proistekla iz upotrebe LOC-a, sa emitovanjem laserskog zraka u vidnom spektru, u policijskim snagama SAD, govore da je, pored povećane

brzine i efikasnosti uništenja ciljeva u uslovima borbe protiv kriminalaca pri smanjenoj vidljivosti i u urbanim sredinama, zabeležen i činilac demoralisanja protivnika pri uočavanju crvene laserske tačke na sebi kao cilju, uz česti prekid davanja daljeg otpora.

B. Janković, dipl. inž.



tehničke novosti i zanimljivosti

Automatska vatrena tačka ASPIC francuske firme THOMSON-CSF za PVO raketne sisteme na vozilima¹

Sistem automatske vatrene tačke ASPIC, razvijen od francuske firme THOMSON-CSF, nalazi se u fazi punog obima proizvodnje. Sada se proizvode dve kompletne jedinice mesečno, mada se teoretski produkcija može povećati do šest kompleta.

ASPIC je razvijen kao samoinicijativni poduhvat proizvođača. Do sada su dva strana kupca naručili ovaj sistem, koji se bazira na verziji sa dugom osnovom točkova kamiona PEUGEOT P4 (4×4), mada se može instalirati u širokom domenu drugih šasija, guseničnih ili točkaških, u koje spadaju terensko vozilo AC-MAT (4×4) i oklopni transporter SMS VAB (4×4).

Na zadnjem delu vozila P4 montira se automatska turela (bez posade) kojom se može preko servo-uređaja upravljati po dvema osama. Turela je naoružana sa četiri rakete u položaju za

lansiranje. Oba kupca izabrala su da naoružaju svoje sisteme raketama MATRA MISTRAL klase zemlja-vazduh mada su, prema izjavi proizvođača, mogle doći u obzir i druge PVO rakete, kao npr. STINGER, američke firme GENERAL DYNAMICS.



Pokazivačka jedinica sa TV ekranom automatskog sistema za upravljanje vatrom ASPIC instalirana u kabini vozila PEUGEOT P4 (4×4)

Automatski sistem za upravljanje vatrom smešten je između dva bloka raketnih lansera u čiju opremu, pored ostalih uređaja, spada i jedna TV kamera.

¹ Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1991, 2. februar, str. 202.

Kineski protivavionski sistem na nivou brigade SISTEM 390²

Kineska firma NORINCO razvila je automatski integrisani protivavionski sistem za male i srednje visine, sistem 390 namenjen za izvoz. Sistem na nivou brigade koristi rastresito raspoređenu mrežu radara za osmatranje, traganje na malim visinama i praćenje, koji su povezani sa baterijama topova i raketnih bacača, a kojima komanduje komandni centar artiljerijskog divizion. NORINCO tvrdi da je površina pokrivanja u proseku 3000 km², jednovremeni napad na 48 ciljeva i verovatnoća uništenja preko 92%, uz vrlo dobre mogućnosti zaštite od ometanja.

U standardnom rasporedu sistema 390 povezani su opšte i komandno mesto i izviđački radar sa osam divizionskih komandnih vozila. Svaki od osam vatrenih divizona bi imali po tri jedinice radara za upravljanje vatrom i jedan radar IBIS za traganje na malim visinama, ugrađen na kamion. Udaru snagu vatrenih divizona predstavljaju tri četvorocjevna bacača vođenih projektila zemlja-vazduh PL-9 i šest dvocevni protivavionskih topova 37 mm, ili 35 mm po NATO standardu. PL-9 je IC vođeni projektil »treće generacije« sa dometom hvatanja cilja od 10 km. Firma NORINCO tvrdi da je verovatnoća uništenja 0,8. Sistem je predviđen za dejstvo u svim vremenskim uslovima, a svaka jedinica za upravljanje vatrom se sastoji od tragačkog TV, termovizijskog IC sistema i laserskog daljinomera.

Izraelski mobilni sistem za PVO ADAMS/HVSD³

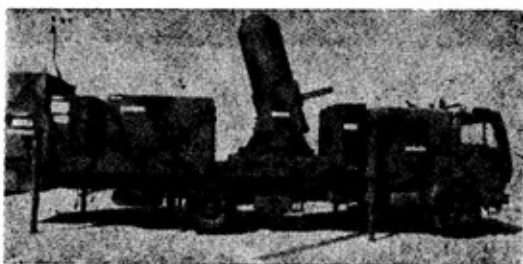
Izraelska firma RAFAEL i firma GENERAL DYNAMICS razvile su model mobilnog sistema za PVO u prirod-

² Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1992, br. 1, str. 62.

³ Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK 1991, br. 11, str. 802.

noj veličini i predstavile ga montiranog na teretno vozilo MERCEDES-BENZ.

Sistem za nazvan ADAMS/HVSD (Air Defense Advanced Mobile System/High Value Defense=Moderni mobilni PA sistem/Odbrana pozicija od velikog značaja), a sastoji se od jedne verzije rakete sa vertikalnim lansiranjem BARAK 1 i od sistema PHALANX sa njegovim topom kalibra 20 mm. Raketom i topom upravlja radar. Sistem obezbeđuje zaštitu naročito vrednih objekata na rastojanju između 500 m i 12 km.



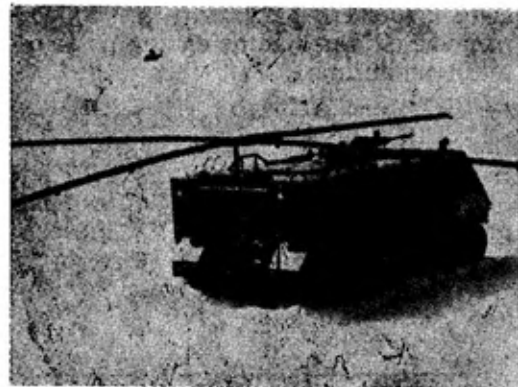
Domet rakete je protiv helikoptera 12 km, protiv aviona 10 km, a protiv raketa 8 km. Sistem ADAMS/HVSD može ući u serijsku proizvodnju 19 meseci posle potpisivanja ugovora, pri čemu je glavni nosilac posla firma RAFAEL.

Pasivni akustični PVO sistem HELISPOT MK2 izraelske firme RAFAEL⁴

Pasivni akustični sistem dugog dometa HELISPOT MK2, izraelske firme RAFAEL, namenjen je za otkrivanje helikoptera. U funkciji od primljenih akustičnih demaskirajućih znakova (signature), on identifikuje i prati dolazeće helikoptere počev od daljine 10 do 12 km. S obzirom na činjenicu da je maksimalna daljina gađanja rakete ispaljene sa helikoptera preko 8 km. HE-

⁴ Prema podacima iz: DÉFENCE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 107, str. 93.

LISPOT popunjava veliko zakašnjenje u brzom reagovanju protiv svake približavajuće opasnosti. Za razliku od nekih sistema detekcije (radarskih, infracrvenih i drugih optičkih sredstava) HELISPOT MK2 može da operiše bez direktne vidljivosti cilja i nije osetljiv na klasična protivdejstva. On omogućuje instaliranje na bilo koje vozilo (oklopno vozilo ili kamion) određeno da prati neku oklopnu jedinicu u kretanju. Ovaj akustični detektor takođe omogućuje integrisanje u širok sistem protivvazdušne odbrane.



HELISPOT MK2 sastoji se od elastičnog krstastog nosača sa 16 mikrofona za primanje akustičnih signala po celom azimutu (360°). Ovi signali se zatim šalju u procesor za obradu signala koji identifikuje vrstu opasnosti, određuje pravac nailaska letelice sa tačnošću od 1° i prikazuje je na monitoru visoke rezolucije.

Magnetni senzor MA 2770 za britanski sistem daljinske detekcije nasilnih upada CLASSIC⁵

Britanska firma RACAL-COMSEC razvila je novi magnetni senzor MA 2770 koji se koristi sa daljinskim detektorom za otkrivanje nasilnih upada u

branjeni prostor CLASSIC (Couvert Local Area Sensor System for Intrusion Classification). Ovaj senzor se takođe može dodati infracrvenim i seizmičkim senzorima CLASSIC, tako da sa njima igra važnu ulogu u obezbeđivanju blagovremenog uzbunjivanja u slučaju upada neprijatelja, naročito na deolvima zemljišta skrivenim za osmatranje (mrtvi uglovi za radare i termalne kamere, npr.).



Magnetni senzor je posebno efikasan na mekanom, močvarnom ili dubokim snegom pokrivenom terenu, kao i za detekciju vozila koja polako napreduju na ravnim površinama. Ovaj senzor, čija je masa 0,6 kg (dimenzije $95 \times 110 \times 50$ mm) funkcioniše u frekventnom opsegu 0,03 Hz sa dve različite osetljivosti (niska 50 nT, visoka 15 nT), kako bi dometi detekcije mogli biti prilagođeni tipovima ciljeva i zbog minimiziranja lažnih uzbuna. Tipični dometi su od 3 m za pešaka do 40 m za oklopno vozilo.

Jedina komanda upotrebe je izbor operativnog režima rada — usmeren ili tačkasti (koji ne zavisi od pravca). U tačkastom režimu magnetni senzor generiše signal za uzbunjivanje ne označavajući pravac približavanja cilja. U

⁵ Prema podacima iz: DÉFENCE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 104, str. 98.

usmerenom režimu kombinovana su dva senzora za određivanje tog pravca.

Bazični sistem CLASSIC je modularni sistem sastavljen od određenog broja senzora tri tipa (koji mogu biti skriveno razmešteni do 14 km) i jednog monitora. Senzori dostavljaju monitoru rafale kodiranih podataka, koji se posle dekodiranja prikazuju na ekranu uz preciznu identifikaciju senzora, tipa i frekvencije upada.

Britanski kolimatorski nišan SA80 RING SIGHT⁶

Firma RING SIGHT GROUP (ogranak britanske kompanije HAMPSHIRE) razvila je novi kolimatorski nišan SA80 RING SIGHT koji se sada ispituje sa sistemom streljačkog oružja kalibra 5,56 mm SA80 u Novoj Gvineji i Gani. To je poslednji iz familije nišana ovog proizvođača, koji predstavlja ekonomičnu alternativu u odnosu na skupi komplet SUSAT, ili prilično neprikladnu gvozdenu nišansku spravu SA80.



Mada su opitni prototipovi izrađeni od aluminijuma, osnovna konstrukcija ima kućište od sintetike. Optički sistem ima dvostruki krug i centralni krst končica dopunjen »otvorenim T« od jedne vertikalne i dve horizontalne

linije. Pri slabom prirodnom svetlu »otvoreno T« je osvetljeno integralnom luminescentnom svetlošću, a po noći pomoću LED sistema. Ceo nišanski blok ima blagu konturu, za razliku od svojih prethodnika, i (kao SUSAT) podešen je na nultu tačku na posebnoj platformi sa postoljem.

Sistem osvetljavanja LED je posebno neobičan. On obuhvata modularnu kutiju sa prekidačem utaknutu u cilindrično kućište ispod optičkog bloka. Proizvođač je već projektovao laserski pokazivač kojim bi se opremilo isto kućište, a planira da razvije laserski označavač cilja uzajamno zamenljiv sa ostalim modulima.

Paradoksalno je da se bazični nišan može proizvoditi po nižoj ceni od metalne nišanske sprave SA80. To je bio neophodan preduslov za opstanak projekta. RING SIGHT GROUP očekuje da će se britansko ministarstvo odbrane uveriti da je ovaj kolimator najbolja od svih opcija.

Švedsko-francuska protivoklopna artiljerijska kasetna municija BONUS⁷

Švedska firma BOFORS i francuska firma INTERTECHNIQUE zaključile su ugovor o razvoju protivoklopne kasetne municije za artiljerijski projektil od 155 mm (masa 45 kg, domet 25 km). BOFORS treba da obezbedi izvršavanje ovog programa u kome će INTERTECHNIQUE realizovati inteligentnu optoelektronsku opremu za aktiviranje protivoklopnih projektila. Dva subprojektila izbacuju se iz artiljerijskog kasetnog projektila BONUS (BOfors NUTating Sub-muntion) iznad

⁶ Prema podacima iz: DEFENCE 1991, avgust str. 8.

⁷ Prema podacima iz: DEFENCE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 104, str. 94

zone ciljeva, na visini oko 1000 m, zahvaljujući vremenskom upaljaču. Posle odvajanja od BONUS-a oni odmah počinju da rotiraju za vreme spuštanja prema zemlji. Takvo kretanje omogućuje pretraživanje i analiziranje napadnutog terena (više hektara). U svakom subprojektilu inteligentna optoelektronika oslobađa i aktivira »svoj« protivoklopni projektil čim neki tenk bude detektovan (nominalno odstojanje inicijacije 150 m). Ovaj projektil usmerava se prema tenku brzinom preko 2000 m/s i napada ga odozgo. Raspoznavanje cilja vrši se obrađivanjem slike dobijene od multispektralnog prijemnika u

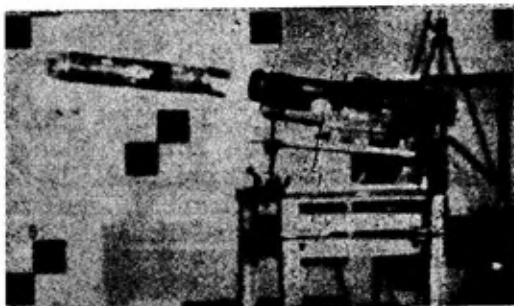
Razvoj francuskog vođenog protivoklopnog projektila AC3G-MP^{*}

Početkom jula 1991. obavljeno je prvo lansiranje vođenog projektila srednjeg dometa AC3G-MP (medijski naziv TRIGAT) sa vođenjem po laserskom snopu. Lansiranje je obavljeno u tunelu firme AEROSPATIALE. Ovaj let projektila u dužini od 200 m korišćen je za prikupljanje podataka koji se odnose na performanse projektila u toku faza lansiranja i ulaska u snop vođenja, plus aerodinamički podaci i podaci o vođenju. Lansiranje sa letom do punog dometa od 2 km očekuje se da bude pre kraja 1991. godine.



Optoelektronska oprema integrisana u jednom subprojektilu artiljerijskog kasetnog projektila BONUS

toj opremi. Ova oprema, koja integriše optičke uređaje za detekciju u više frekventnih opsega i procesore za brzo obrađivanje slike, zamišljena je da značajno uveća, uz manje troškove, performanse protivoklopnih artiljerijskih sistema. Upotreba multispektralne tehnologije omogućuje postizanje, uz minimalne troškove, velike verovatnoće detekcije oklopnih ciljeva sa vrlo niskim procentom grešaka.



Vremenski red razvoja programa AC3G-MP je sledeći: faze izrade studije i studije izvodljivosti kao i definisanje sistema obavljeno je između 1980. i 1986. godine, aprila 1988. godine tri zemlje učesnice potpisale su dogovor o razvoju i posle 5 meseci, septembra 1988. bio je potpisan odgovarajući ugovor. Tehnička i vojna ispitivanja treba da se obave između sredine 1994. do sredine 1995. Što se tiče isporuke, opcije se razlikuju. Francuskoj ovaj sistem ne treba sve do 1998. godine, dok bi Velika Britanija želela da sistem bude u operativnom stanju ne kasnije od kraja 1996. Bilo kako bilo, partneri su se dogovorili da počnu industrijalizaciju u zajedničkom vremenskom okviru:

^{*} Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1991, br. 8, str. 794.

čekuje se da će se ugovor zaključiti sredinom 1995.

Vredan 2500 miliona franaka (prema vrednosti iz 1988), ugovor o razvoju je 70% izvršen. Finansiranje ovog razvoja je podjednako podeljeno na sve tri zemlje — učesnice u razvoju (Francuska, Nemačka i V. Britanija) po 30%, a prema sopstvenim potrebama učestvovala i dve pridružene zemlje: Belgija sa $\geq 4,8\%$ i Holandija sa $\geq 5,1\%$. Ugovaranje i administraciju obavlja Francuska pa su ugovori pod francuskim zakonima.

Suprotno praksi sa vođenim projektilom MILAN, elementi za vođenje su ugrađeni u projektil a ne u lanser. Navodi se da bi cena AC3G-MP trebalo da bude oko 10% cene sistema MILAN, pod uslovom da se sve prognoze zasnivaju na pretpostavci da će se naručiti 6000 lansera i oko 200000 projektila.

Nosilac ugovora AEROSPATIALE takođe je zadužen za izradu vođenog projektila i optoelektroniku, MBB za lanser, termovizijsku kameru, kao i za bojnu glavu. Britanska firma AEROSPACE DYNAMICS je samo zadužena za aspekte održavanja, mada je njena uloga u udruženom programu AC3G-MP znatno veća.

Što se tiče kritičnih tehnologija, MBB je zadužena za bojnu glavu zajedno sa francuskom firmom SERAT, konzorcijum SATEL radi na termovizijskoj kameri, dok će nekoliko firmi raditi na vođenju po snopu i laserskom prijemniku.

Razvoj novog kineskog projektila za višicevni bacač WM-80⁹

Kineska firma NORINCO konstruisala je dugometni projektil za višicevni bacač kalibra 273 mm WM-80, koji

će sada imati duži dolet (80 km) nego bilo koja druga slobodno ležeća raketa na tržištu. To je 100% poboljšanje ranijeg projektila firme NORINCO za isti višicevni raketni bacač. Ovaj ekstra dolet je postignut usvajanjem čvrstog kompaund pogonskog goriva velike energije — kompozitna polibutadienska smeša sa centralnim kanalom. Bojna glava sa masom od 150 kg ima jedno razorno punjenje ili 380 protivoklopnih subprojektila. Postoje dva upaljača: mehanički udarni čeon i upaljač i elektronski blizinski upaljač za optimalno rasturanje subprojektila. Osmocevni bacač može da ispaljuje rakete u intervalu od 2 s.

Posebno interesantan »rotirajući motor« rakete, koji bi mogao da bude sekundarni motor za stabilizaciju, a mlaznici tog motora se mogu videti blizu dna bojne glave. Ovaj motor stupa u dejstvo neposredno kada projektil napusti bacač. Dužina rakete je 4,58 m a masa 505 kg.

Nova britanska PVO raketa STARBURST¹⁰

Raketa klase zemlja-vazduh STARBURSA uključuje tehnološka dostignuća razvijena u okviru programa rakete visoke brzine STARSTREAK koja obezbeđuju najviši nivo neosetljivosti na neprijateljska protivdejstva. STARBURST je već ušla u službu britanskog ministarstva odbrane gde je doprinela velikoj prednosti u ovoj oblasti. Smatra se da ona ima izvanredan potencijal za buduću plasman na tržištu. Tako je britanska firma SHORT BROTHERS PLC prikazala na vazduhoplovnoj izložbi u Parizu 1991. nov sistem za blisku PVO prvobitno nazvan JAVELIN S15, kojim se označava veza STARBURST-a sa

⁹ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1992, br. 1, str. 62.

¹⁰ Prema podacima iz: DEFENCE & ARMAMENT INTERNATIONAL 1991, br. 106, str. 96.

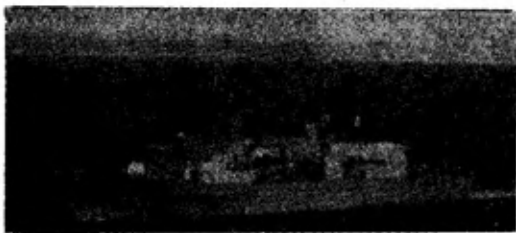
prethodnim sistemom SHORTS, čije se rakete klase zemlja-vazduh nalaze u naoružanju 47 zemalja.

STARBRUST je korišćena u ratu u Persijskom zalivu u sastavu 10. britanske PVO baterije.

Prva kanadska patrolna fregata HALIFAX¹¹

Ministarstvo odbrane Kanade primilo je prvu od planiranih 12 modernih patrolnih fregata, koja nosi naziv HALIFAX i koja će biti podvrgnuta ispitivanjima na moru, posle kojih se očekuje da će biti usvojena i uvedena u flotu RM Kanade.

Firma PARAMAX ELECTRONICS INC, iz Montreala, i firma UNISYS DEFENSE SYSTEMS su glavni nosioci realizacije programa kanadske patrolne fregate. PARAMAX je odgovoran za ugradnju i objedinjavanje borbenih sistema, unutrašnjih i spoljašnjih veza i za integrisani sistem upravljanja mašinskim pogonom, i to za svih 12 fregata.



Borbeni sistem je nervni centar broda i on uključuje senzore za otkrivanje podmornica, aviona i brodova, mrežu kompjutera za obradu informacija, banku displeja i pouzdan komplet komunikacijskih i navigacionih uređaja.

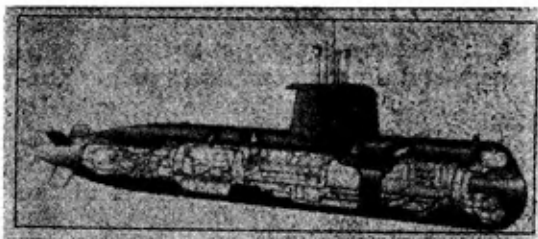
¹¹ Prema podacima iz: DEFENCE 1991, sept, str., 63.

Operativni spektar podrške je od identifikovanja neprijatelja do dejstva oružjem.

Nove patrolne fregate mogu da se koriste za veliki broj mirnodopskih i ratnih zadataka kao što su: odbrana od napada iz vazduha, sa površinskog broda ili od podvodnog napada, osmatranje i izviđanje; pretraživanje i spašavanje; podrška u sprovođenju kanadskih propisa o pomorstvu, ribarstvu i očuvanju okoline.

Švedske podmornice klase GOTLAND sa STIRLING pogonom¹²

Švedska vlada je odobrila nabavku pogonskih sistema STIRLING, koji zavise od spoljašnjeg vazduha, za sledeću generaciju švedskih podmornica.



U planu je izgradnja tri podmornice klase A-19 GOTLAND. Njihova glavna karakteristika je STIRLING motor, pri čemu kiseonik i dizel ulje sagorevaju u komori, koja se nalazi pod pritiskom. Pritisak sagorevanja je veći od pritiska morske vode, pa se izduvni gasovi — koji se rastvaraju u morskoj vodi — izbacuju izvan podmornice bez zgušnjavanja. Tečni kiseonik se skladišti u kriogenim tankovima. Kompletni pogonski sistem, uključujući motore sa generatorima, rezervoar tečnog kiseonika i sistem upravljanja, smešte-

¹² Prema podacima iz: WEHRTECHNIK 1991, br. 10, str. 18.

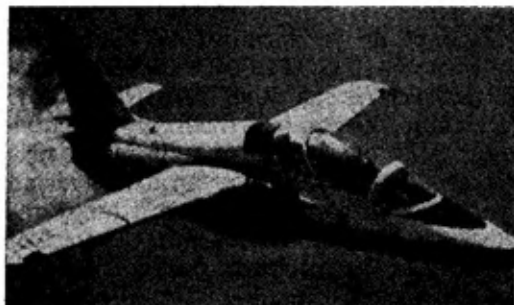
ni su u posebnoj sekciji trupa. To znači da se kod novih, ili već uključenih u flotu podmornica može vrlo lako izvršiti zamena pogona jednostavnim presecanjem podmornice i ubacivanjem nove pogonske sekcije. Dužina vožnje zavisi isključivo od zaliha tečnog kiseonika.

STIRLING pogon ugrađen je na francusku podmornicu SAGA. Proizvođač STIRLING pogona je firma KOCKUM, koja je potpisala ugovor sa australijskim ministarstvom odbrane za proizvodnju STIRLING pogona. Povećanje cene podmornice sa ovim pogonom je samo oko 10%.

Italijansko-američki avion za osnovnu i prelaznu obuku

»S 211 A«¹³

Avion S 211 A je podzvučni jednomotorac sa reaktivnim pogonom, dvosed, u tandem konfiguraciji i sa uvlačivim stajnim trapom tipa tricikl. Razvijen u saradnji italijanske firme AGUSTA i američke GRUMMAN u okviru programa PATS američkog RV, namenjen je za osnovnu i prelaznu obuku pilota.



S 211 A obezbeđuje letačku obuku na reaktivnim avionima i omogućava: kompletno akrobatsko letenje, izvrstan

¹³ Prema podacima iz: DÉFEICE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 104, str. 98.

kvalitet letenja, značajnu ekonomiju potrošnje goriva i troškova obučavanja, visok nivo pouzdanosti pri izvršavanju zadataka, jednostavno i ekonomično održavanje. Avion ima turboventilator sa prihvatljivim nivoom šuma i bez emisije gasova.

Masa aviona u praznom stanju je 1800 kg, a maksimalna masa pri polletanju 3550 kg. S 211 A opremljen je kanadskim reaktivnim motorom PRATT & WHITNEY JT 15 D-5 C maksimalnog potiska 1422 daN koji mu obezbeđuje: maksimalnu brzinu 667 km/h na visini 6000 m, i brzinu u obrušavanju 740 km/h. Praktičan vrhunac leta je 1280 m, autonomija leta 3 h 15', a koeficijent opterećenja (za masu 2900 kg) od +7 g do -3 g. Kapacitet internog rezervoara iznosi 800 litara goriva, dužina poletanja 700 m a dužina sletanja 790 m.

Francusko-britanska izviđačka bespilotna letelica MART¹⁴

Evropski minijaturni evropski izviđački avion sa daljinskim upravljanjem MART (Mini-Avion de Reconnaissance Télépiloté), koji je učestvovao u vojnoj operaciji »Pustinska oluja« u Persijskom zalivu, konstruisan je u Tehničkoj sekciji KoV Francuske STAT (Section Technique de l'Armée de Terre) i realizovan u saradnji sa britanskom firmom TASS (avion i lanser) i francuskim firmama ALPILLES (video oprema) i stanica na zemlji) i THOMSON — CSF (navigacija/lokalizacija). MART zadovoljava potrebe izviđačke bespilotne letelice na nivou divizije, koja je sposobna da lokalizuje prvi protivnički ešelon u toku jednog časa pre njegovog dolaska u kontakt, dakle oko 20 km u pozadini neprijatelja.

Ova letelica (dužina 3,32 m, razmah krila 3,40 m, visina 0,75 m, površina

¹⁴ DÉFENCE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 104, str. 88.

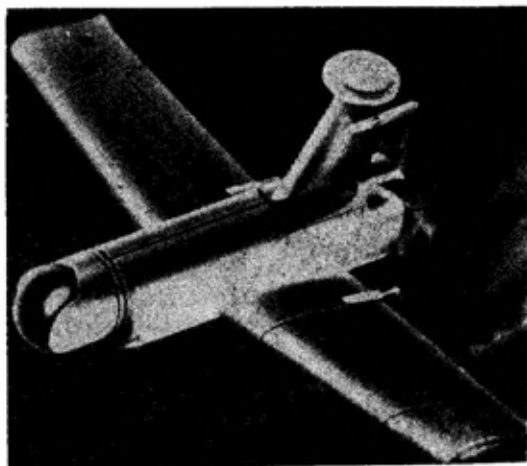
krila 2,14 m², maksimalna masa 109 kg u koju spada koristan teret od 25 kg) dobija pogon od klipnog motora sa elisom radne zapremine 343 cm³ i snage 18,4 kW, koji obezbeđuje maksimalnu brzinu leta 220 km/h i brzinu krstarenja 100 km/h. Lansirana sa rampe, MART se na kraju leta spasava pomoću padobrana ili sletanjem na trbuh (autonomija leta je 3,5 časa). Materijali izviđanja koje snima video-kamera CCD (na letelici) prenose se u realnom vremenu zemaljskoj stanici preko UHF video-veze. Domet transmisije zavisi od načina upotrebe (30 do 50 km na visini leta 300 m; 100 km sa visine 1000 m). Predviđeno je integrisanje ovog sistema u mrežu RITA.

Na osnovu taktičkih ispitivanja u Francuskoj kao i dobijenih rezultata operacionih opita u ratu u Persijskom zalivu, razmatra se mogućnost organizovanja operativne jedinice koja bi bila sastavljena od većeg broja letelica snabdevenih modularnom opremom sa različitim korisnim teretima, zavisno od vrste misije (dnevna TV kamera, termalna kamera za snimanje po svakom vremenu, oprema za protivелеktronska dejstva, detektor hemijskih ili nuklearnih BOt, i dr.)

Francusko-nemački izviđački sistem BREVEL na bazi bespilotne letelice¹⁵

Francuska firma MATRA i nemačka MBB razvile su u kooperaciji izviđački sistem na bazi bespilotne letelice sa daljinskim upravljanjem BREVEL, koji treba da zadovolji jedan zajednički francusko-nemački sistem na nivou divizije za izviđanje borbene zone (detekcija, identifikacija i lokalizacija ci-

ljeva u realnom vremenu) i za korekturu vatre savremene artiljerije (MLRS 155 mm). BREVEL, kao »oko artiljerije«, ima domet od 30 do 60 km iza linije fronta i trajanje leta preko 3,5 časa. On može da izvršava svoje zadatke po danu i noći u teškim spoljnim uslovima evropskog bojišta (meteo-uslovi, elektronske smetnje, protivvazдушna odbrana).



Preimućstva ove letelice su slaba ranjivost, vrlo kratko vreme reagovanja, velika pokretljivost i skromne potrebe u opslužiocima i logistici. BREVEL ima masu 150 kg, dužinu 2,3 m i razmah krila 3,4 m. Opremljena je dnevno/noćnim IC senzorom za prednje osmatranje (FLIR) na platformi stabilizovanoj u tri ose za detekciju ciljeva veličine motornog vozila, i zaštićenim sistemom veze, koja obezbeđuje u realnom vremenu, transmisiju slika (lokalizacija cilja i udar projektila) kao i telemetriju i daljinsko upravljanje letelicom, njenim korisnim teretom i izmene u izvršavanju zadataka. Vojna jedinica koja treba da koristi sistem BREVEL je mobilna baterija čiji sastav obuhvata: komandno vozilo, vozilo-nosač antene sa podešavajućim jarbolom, lansirno vozilo za regeneraciju letelice posle izvr-

¹⁵ Prema podacima iz: DÉFENCE & ARMEMENT INTERNATIONAL 1991, br. 107, str. 96.

šenja zadatka (spuštanje padobranom) i vozilo za dovođenje u ispravno stanje i tehničko obezbeđenje drugog ešelona. Ova vozila su tipa kamioneta 4×4. Komandno vozilo sistema BREVEL ima radna mesta i jedno komandno mesto koje omogućuje: pripremu misije, iz-

viđanje u toku misije, prikazivanje, proučavanje primljenih slika, primanje naredbi višeg i predaju rezultata misije. Ovo vozilo je povezano sa vozilom- nosačem antene preko optičkog kabla, a sa višim ešelonom telekomunikacionim terminalom.

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, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli i obrazovanju pripadnika oružanih snaga.

Članak koji se dostavlja Redakciji mora biti kompletan, tj. 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. U kratkom sadržaju — siže, treba izneti suštinu članka, najviše u desetak radova.

Članak treba da sadrži uvod, kratak sadržaj, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinskim proredom). Tekst članka mora biti jezički i stalski 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 cizraza (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. Članak se obavezno dostavlja u dva primerka.

Spisak grafičkih priloga sadrži naziv slike — crteža i nazive pozicije 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.

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.

REDAKCIJA

